



UBA
Universidad de Buenos Aires



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

**Lugar de realización: CÁTEDRA DE PRODUCCIÓN
DE BOVINOS PARA CARNE**

Área: Ciencias Veterinarias

Disciplina: Producción animal

**Indicadores de Manejo de Nutrientes relacionados
con la Sustentabilidad Agroambiental en
Sistemas de Producción de Carne**

Autora:

Susana Beatriz Gil

Directora: María Cristina Saucedo

Co-directora: María Alejandra Herrero

2016

AGRADECIMIENTOS

A los integrantes de la cátedra de Producción de Bovinos de Carne de la Fac. Cs. Veterinarias, UBA, por el tiempo que “me fueron prestando” para que pudiera escribir esta tesis, y especialmente al Dr. Alejandro Fornieles, quien luego, desde su faz privada, aportara importante información para este trabajo. En estadística, a Myriam Flores

A la Dra. Claudia Sainato de la Fac. Agronomía, UBA, por apoyarme en el trabajo en los sistemas intensivos y a Ana M. Pereyra por estar disponible para consultas especiales sobre Análisis Multivariados.

A los administradores de los Establecimientos ganaderos encuestados, que brindaron la información necesaria para el desarrollo de los indicadores.

A colegas investigadores del INTA (Gustavo Depetris, Gustavo Melani, Daniel Sarena, Sebastián Maresca), por el tiempo que invirtieron para recibirme en sus respectivos lugares de trabajo y por los intercambios de información a través de distintas reuniones.

A mi Directora y Co-directora, por las visiones distintas sobre el enfoque al trabajo, lo cual permitió que tuviera un abordaje superador al mío original.

A mi familia más cercana, que supo entender alguna ausencia.

A Daniel, quien en muchas ocasiones tomó “la posta” en nuestra casa, para que yo pudiera continuar con la escritura de esta tesis.

El desarrollo de este trabajo de tesis dio lugar a las siguientes presentaciones a congresos y publicaciones.

- Gil, S.B.; Herrero, M.A.; Saucedo, M.C. "Intensificación ganadera y valoración del fósforo como factor de presión al ambiente", pp.323-331. En: Estrategias Integradas de Mitigación y Adaptación a Cambios Globales (eds) Fernández Reyes, L.; Volpedo, A.V.; Pérez Carrera, A. RED CYTED 406RT0285, Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica y PIUBACC, Programa Interdisciplinario de la Universidad de Buenos Aires sobre Cambio Climático. Buenos Aires, Argentina, dic. 2009. ISBN: 978-987-96413-9-2.
- Gil, Susana B. y Herrero, M. Alejandra. "Manejo del estiércol y posibilidades de uso". En cap. 3: Engorde a corral, pp 70- 74, en Suplementación y engorde a corral de vacunos. CREA. 1° edic. Buenos Aires: Asoc. Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola. Enero 2011.
- Gil, Susana B. y Carbó, Lorna I. Capítulo 3: MANEJO DE NUTRIENTES. En: La producción animal y el ambiente. Conceptos, interacciones y gestión. Ed. Herrero, María A.; Gil, Susana B.; Reuelto, Marcela; Sardi, Graciela M.I. - 1a ed. - Cdad. Autónoma de Buenos Aires, editorial BM Press, pp 67 - 95. Enero 2014. ISBN: 978-987-1500-18-5.
- Gil, S.B; Herrero, M.A; Saucedo, M.C. "Intensificación ganadera y valoración del fósforo como factor de presión al sistema". II Jornadas del Programa Interdisciplinario de la Universidad de Buenos Aires sobre Cambio Climático (PIUBACC), Buenos Aires, Argentina, 24 al 26 de agosto de 2009.
- Gil, S.B.; Herrero, M.A.; Saucedo, M.C.; Flores, M.C.; Fornieles, A.S. "Balance de nitrógeno en un sistema extensivo de cría bovina e incidencia de sus variables componentes, durante 9 años". Revista Argentina de Producción Animal Vol 29 Supl. 1: 297-298, 2009.
- Gil, S. B.; Saucedo, M. C.; Herrero, M. A.; Flores, M. C.; Fornieles; A. S. "Balance de fósforo en un sistema extensivo de cría bovina e incidencia de sus variables componentes, durante 9 años". Revista Argentina de Producción Animal Vol 29 Supl. 1: 295-296, 2009.
- Gil, S. B.; Herrero, M. A.; Heredia, O.; Urricariet, S.; Sainato, C. y Saucedo, M. C. "Evaluación de nutrientes en corrales de engorde según componentes alimento, animal y suelo". Revista Argentina de Producción Animal, Vol 30, Supl. 1: 113 - 114, 2010.
- Gil, S.B., M.A. Herrero y M.C. Saucedo. "Indicadores de uso de nitrógeno en sistemas agropecuarios según dos métodos de cálculo", 1° Congreso Internacional de Ciencia

y Tecnología Ambiental y 1° Congreso Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental. 28 Mayo – 1 Junio, 2012. Libro de Actas, pp. 842 - 847.

Gil, S.B., Herrero, M.A., Saucedo, M.C. “Abordaje productivo-ambiental del manejo de nutrientes en engordes a corral”. Revista Argentina de Producción Animal, Vol 33 (Supl. 1): 51, 2013.

Gil, S.B., Sardi, G.M.I., Herrero, M.A., Saucedo, M.C., Flores, M., Depetris, G.J., Pavan, E. y Santini, F.J. Intensificación en invernada bovina y balance predial de fósforo. Comunicación. Revista Argentina de Producción Animal, Vol 34 (Supl. 1): 214, 2014.

Niebur, F, Sardi, G.M.I., Gil, S.B. Balance de fósforo para la gestión de predios de producción de carne bovina. Cuartas Jornadas de Jóvenes Investigadores en Ciencias Veterinarias 2014. Nacional, 5 y 6 de Junio de 2014, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

Gil, Susana B. “Indicadores de manejo de nutrientes en sistemas ganaderos”. Terceras Jornadas Interdisciplinarias: Ciclo del Agua en Agroecosistemas, organizadas por Investigaciones en Producción Animal (INPA) UBA – CONICET y el Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA) Instituto de la Universidad de Buenos Aires. 19, 20 y 21 de Noviembre de 2014.

Gil, S.B., Saucedo, M.C. y Herrero, M.A. “Transferencia de nutrientes en los distintos componentes de los sistemas ganadero”. Comunicación. Resumen ACEPTADO para su presentación en el 39° Congreso Argentino de Producción Animal, en la Sección Sistemas de Producción, a llevarse a cabo en Tandil, Bs. As. del 19 al 21 de octubre de 2016.

El desarrollo de este trabajo de tesis contribuyó a presentaciones a congresos relacionados con la docencia.

Sardi, G.; Rebuelto, M.; Gil, S. y Herrero, M.A. “¿Se modifica la percepción que los alumnos tienen sobre las actividades agropecuarias y la contaminación ambiental luego del curso de Producción Animal y Medio Ambiente?”. Congreso en Docencia Universitaria, 17 y 18 de octubre de 2013, Cdad. Autónoma de Buenos Aires.

Sardi, G.M., Rebuelto M., Pereyra, A.M., Gil, S. y Herrero, M.A. “Percepción ambiental de los docentes de escuelas agrotécnicas sobre los sistemas ganaderos intensificados”. Revista Argentina de Producción Animal Vol 34 (Supl. 1): 38, 2014.

ÍNDICE de CONTENIDOS

Contenidos	Página
Abreviaturas	1
Resumen en español	4
Resumen en inglés	7
Capítulo I. INTRODUCCIÓN	10
- LA INTENSIFICACIÓN Y LOS SISTEMAS GANADEROS	12
- LOS NUTRIENTES EN LOS SISTEMAS GANADEROS	15
- UTILIZACIÓN Y EFICIENCIA DE USO DE NITRÓGENO Y FÓSFORO	17
- DESCRIPTORES E INDICADORES PARA EVALUAR IMPACTOS EN EL AMBIENTE	19
- BALANCE DE NUTRIENTES	21
▪ Los modelos conceptuales	23
▪ Estimación de la fijación biológica de nitrógeno	25
▪ Antecedentes internacionales y nacionales de la aplicación de los balances de nutrientes	26
HIPÓTESIS	37
OBJETIVOS. General y Particulares	37
Capítulo II. METODOLOGÍAS	39
Capítulo II.a. Materiales y Métodos	40
- DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA: DIAGNÓSTICO ESTÁTICO Y DIAGRAMAS DE FLUJO	41
1- Selección de las unidades de estudio	42
2- Reconocimiento de las vías posibles de ingreso y egreso de los nutrientes nitrógeno y fósforo a los sistemas de producción de carne bovina	56
3- Recopilación de la información productiva y agroecológica de los distintos tipos de sistemas de producción de carne bovina	56
3.1- Instrumentos “Guía”	57
3.2- Estadísticas zonales para información climática	59
3.3- Contenidos de nitrógeno y fósforo de los alimentos	59
3.4- Contenidos de nitrógeno y fósforo de los animales	60
3.5- Contenidos de nitrógeno y fósforo de los fertilizantes	60
3.6- Fijación Biológica de Nitrógeno	60

Capítulo II.b. Indicadores de Manejo de Nutrientes	64
- CONCEPTOS	65
- BALANCE DE NUTRIENTES	65
- DISTRIBUCIÓN DE NUTRIENTES Y TRANSFERENCIAS.....	66
- INDICADORES DE MANEJO DE NUTRIENTES RELACIONADOS CON LA SUSTENTABILIDAD AGROAMBIENTAL	68
a) Indicadores relacionados con el manejo y uso de nutrientes.....	68
1. ► Balances de Nutrientes.....	72
2. ► Uso de Nutrientes dependiente de los Balances de nutrientes	74
- Con énfasis ambiental.....	74
- Con énfasis productivo.....	75
3. ► Transferencias de nutrientes.....	77
4. ► Eficiencias de Uso de Nutrientes según subsistemas.....	80
Subsistema de producción animal o “rodeo” asociado a la alimentación.....	80
b) Indicadores relacionados con la dependencia de alimentos externos.....	84
 Capítulo II.c. Análisis estadístico	88
 Capítulo III. RESULTADOS y DISCUSIÓN	91
 Capítulo III.a. Resultados generales	92
- DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA.....	93
Diagnóstico estático	93
Diagramas de Flujo.....	95
Simbología de los Diagramas.....	96
Descripción del Diagrama de flujo del Sistema Extensivo.....	97
Descripción del Diagrama de flujo del Sistema Semiintensivo.....	98
Descripción del Diagrama de flujo del Sistema Intensivo.....	100
 Capítulo III.b. Sistemas Extensivos	103
- DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS DE NITRÓGENO Y DE FÓSFORO A LAS UNIDADES DE ANÁLISIS.....	104
- BALANCE DE NUTRIENTES A NIVEL PREDIAL Y PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CARNE.....	108
Relación entre los Balances prediales y Parámetros productivos.....	112
1- Balance de Nitrógeno predial.....	112

2- Balance de Fósforo predial.....	118
- INDICADORES DE MANEJO Y USO DE NUTRIENTES.....	126
Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno.....	127
Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y Parámetros productivos.....	131
Descripción de los sistemas extensivos de producción de carne bovina a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno.....	133
Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo.....	136
Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y Parámetros productivos.....	141
Descripción de los sistemas extensivos de producción de carne bovina a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo.....	143
- DISTRIBUCIÓN DE NUTRIENTES Y TRANSFERENCIAS.....	146
Transferencias de nutrientes e Indicadores dependientes de los Balances.....	151
DISCUSIÓN.....	154
Capítulo III.c. Sistemas Semiintensivos.....	164
- DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS DE NITRÓGENO Y DE FÓSFORO A LAS UNIDADES DE ANÁLISIS.....	165
- BALANCE DE NUTRIENTES A NIVEL PREDIAL Y PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CARNE.....	168
Relación entre los Balances prediales y Parámetros productivos.....	170
1- Balance de Nitrógeno predial.....	170
2- Balance de Fósforo predial.....	178
Comparaciones entre el Fósforo y el Nitrógeno.....	184
- INDICADORES DE MANEJO Y USO DE NUTRIENTES.....	184
Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno.....	185
Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y Parámetros productivos.....	189
Descripción de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (extensivos con suplementación) a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno.....	191
Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo.....	194
Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de fósforo y Parámetros productivos.....	198
Descripción de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (extensivos con suplementación) a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y	

Uso de Fósforo.....	200
- INDICADORES DE USO DE NUTRIENTES ASOCIADOS A LA ALIMENTACIÓN.	203
Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances de Nitrógeno prediales y Parámetros productivos.....	209
Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances de Fósforo prediales y Parámetros productivos.....	211
DISCUSIÓN.....	216
Capítulo III.d. Sistemas Intensivos	233
- DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS DE NITRÓGENO Y DE FÓSFORO A LAS UNIDADES DE ANÁLISIS.....	234
- BALANCE DE NUTRIENTES A NIVEL CORRAL Y PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CARNE.....	237
Relación entre los Balances corrales y Parámetros productivos.....	240
1- Balance corral de Nitrógeno.....	240
2- Balance corral de Fósforo.....	248
- INDICADORES DE MANEJO Y USO DE NUTRIENTES.....	253
Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno.....	254
Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y Parámetros productivos.....	257
Relaciones entre los distintos Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno.....	259
Descripción de los sistemas intensivos de producción de carne a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno.....	261
Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo.....	264
Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y Parámetros productivos.....	268
Relaciones entre los distintos Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo.....	270
Descripción de los sistemas intensivos de producción de carne a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo.....	272
- INDICADORES DE USO DE NUTRIENTES ASOCIADOS A LA ALIMENTACIÓN.....	275
Relaciones entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances Corral de Nitrógeno y Parámetros productivos.....	278
Relaciones entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y asociados a la	

Alimentación, componentes de los Balances Corral de Fósforo y Parámetros productivos.....	283
DISCUSIÓN.....	289
Capítulo III.e. Planteos Mixtos. Transferencias.....	296
- DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS DE NITRÓGENO Y DE FÓSFORO A LAS UNIDADES DE ANÁLISIS.....	297
- BALANCE DE NUTRIENTES A NIVEL PREDIAL Y CORRAL. PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CARNE.....	299
- INDICADORES RELACIONADOS CON LAS TRANSFERENCIAS DE NUTRIENTES.....	301
Índice “Incremento por Transferencia”.....	302
Indicador “Grado de Integración”.....	305
DISCUSIÓN.....	307
Capítulo III.f. Discusión comparada de los distintos sistemas productivos....	309
- DIFERENCIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN A PARTIR DE INDICADORES DE MANEJO Y USO DE NUTRIENTES.....	310
- BALANCE DE NUTRIENTES Y PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CARNE	310
1- Nitrógeno.....	310
2- Fósforo.....	313
Relación entre los Balances de nutrientes y Parámetros productivos.....	317
1- Balance de Nitrógeno.....	317
2- Balance de Fósforo.....	317
Comparación de los Sistemas de Producción de Carne a través de los Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes.....	318
1- Comparación entre Sistema Intensivo y Sistemas de base Pastoril.....	318
2- Comparación entre Sistema Extensivo y Semiintensivo.....	323
3- Comparación entre los tres Sistemas de Producción de carne bovina.....	327
3.a. Análisis de Componentes Principales.....	327
3.b. Análisis de Conglomerados.....	333
Capítulo IV. CONCLUSIONES.....	343
- SISTEMAS EXTENSIVOS.....	347
- SISTEMAS SEMIINTENSIVOS.....	348
- SISTEMAS INTENSIVOS.....	349
- IMPLICANCIAS.....	352

Implicancias prácticas en Sistemas base Pastoril.....	353
Implicancias prácticas en Sistemas Intensivos.....	355
Capítulo V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	360

ÍNDICE DE CUADROS.....	Página
<u>Cuadro I.1.</u> Balances prediales y Eficiencias de uso de nitrógeno para producciones lecheras en distintos países.....	28
<u>Cuadro I.2.</u> Balances prediales y Eficiencias de uso de fósforo para producciones lecheras en distintos países.....	29
<u>Cuadro I.3.</u> Balances prediales de nitrógeno y de fósforo para producciones porcinas en distintos países.....	30
<u>Cuadro II.1.</u> Cantidad de Unidades de Análisis (UdA) por zona y tipo de sistema de producción de carne bovina, según la cantidad de unidades bajo estudio y años de los que se obtuvo información registrada.....	47
<u>Cuadro II.2.</u> Características descriptivas principales de las distintas unidades de estudio con sistemas extensivos, para los distintos ejercicios analizados (Med; Mín : Máx).....	49
<u>Cuadro II.3.</u> Características descriptivas principales de las distintas unidades de estudio con sistemas semiintensivos, para los distintos ejercicios analizados (Med; Mín : Máx).....	51
<u>Cuadro II.4.</u> Características descriptivas principales de las distintas unidades de estudio con sistemas intensivos, para los distintos ejercicios analizados (Med; Mín : Máx).....	53
<u>Cuadro II.5.</u> Características descriptivas principales de las distintas unidades de estudio con planteos mixtos para el ejercicio analizado (Med; Mín : Máx).....	55
<u>Cuadro II.6.</u> Denominación, fórmulas de cálculo y tipo de desarrollo (existente, adaptación específica -adapt. especif.-, desarrollo específico -desarr. especif.-) de los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental relacionados con el Manejo y Uso de Nutrientes.....	70
<u>Cuadro II.7.</u> Denominación, fórmulas de cálculo y tipo de desarrollo (existente, adaptación específica-adapt. especif.-, desarrollo específico -desarr. especif.-) de los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental relacionados con la Dependencia de alimentos externos.....	85
<u>Cuadro III.a.1.</u> Comparación de los Sistemas de Producción de carne según los elementos intervinientes en cada uno de ellos.....	94
<u>Cuadro III.b.1.</u> Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno de las Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires.....	128
<u>Cuadro III.b.2.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y sus rangos de valores que describen a los sistemas extensivos de producción de carne bovina.....	136
<u>Cuadro III.b.3.</u> Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo de las Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires.....	137
<u>Cuadro III.b.4.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y sus rangos de valores que	

describen a los sistemas extensivos de producción de carne bovina.....	145
<u>Cuadro III.b.5.</u> Producción total de kilogramos de peso vivo de vacunos, soja, cebada y sorgo, consumo por el ganado, consumo por agricultura para siembra posterior, venta y producción que permaneció en stock, expresados en kilogramos de producto por año, para cuatro Unidades de Análisis del sistema extensivo, en la localidad de Laprida.....	147
<u>Cuadro III.b.6.1.</u> Producción del ejercicio que permaneció en stock (Prod. Stock) y egreso de animales, granos y rollos, expresados en kilogramos de producto por año, y de nitrógeno y fósforo por año, para dos Unidades de Análisis del sistema extensivo con actividad agrícola en menos del 8% de la superficie total, en la localidad de Laprida (CLapE12-m y CLapE13-m).....	149
<u>Cuadro III.b.6.2.</u> Producción del ejercicio que permaneció en stock (Prod. Stock) y egreso de animales, granos y rollos, expresados en kilogramos de producto por año, y de nitrógeno y fósforo por año, para dos Unidades de Análisis del sistema extensivo con actividad agrícola en menos del 8% de la superficie total, en la localidad de Laprida (CLapE14-m y CLapE15-m).....	149
<u>Cuadro III.c.1.</u> Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno de las Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires.....	186
<u>Cuadro III.c.2.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y sus rangos de valores que describen a los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina.....	194
<u>Cuadro III.c.3.</u> Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo de las Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires.....	195
<u>Cuadro III.c.4.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y sus rangos de valores que describen a los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina.....	202
<u>Cuadro III.c.5.</u> Medidas Resumen del contenido de nitrógeno en el alimento e Indicadores de Nitrógeno asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas semiintensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires.....	205
<u>Cuadro III.c.6.</u> Medidas Resumen del contenido de fósforo en el alimento e Indicadores de Fósforo asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas semiintensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires.....	206
<u>Cuadro III.d.1.</u> Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno de las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires.....	254
<u>Cuadro III.d.2.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y sus rangos de valores que describen a los sistemas intensivos de producción de carne bovina.....	264
<u>Cuadro III.d.3.</u> Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo de las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires.....	265
<u>Cuadro III.d.4.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y sus rangos de valores que describen a los sistemas intensivos de producción de carne bovina.....	274

<u>Cuadro III.d.5.</u> Medidas Resumen del contenido de nitrógeno en el alimento e Indicadores de Nitrógeno asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires.....	276
<u>Cuadro III.d.6.</u> Medidas Resumen del contenido de fósforo en el alimento e Indicadores de Fósforo asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires.....	277
<u>Cuadro III.f.1.</u> Numeración para las 83 UdAs en el Análisis de Conglomerados, indicando el tipo de sistema, categoría en los Intensivos y grado de intensificación en el manejo de la cría en los Extensivos.....	334
ÍNDICE DE TABLAS	Página
<u>Tabla III.b.1.</u> Producción de Carne y Carga Animal (expresada en distintas unidades) para las 31 Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina (Med; Mín : Máx).....	110
<u>Tabla III.b.2.</u> Balance de Nitrógeno y de Fósforo prediales, Producción de Carne y Carga Animal para las 31 Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina, clasificadas según grado de intensificación de la actividad cría (Med; Mín : Máx).....	111
<u>Tabla III.b.3.</u> Kilogramos de peso vivo por hectárea por año egresados de las 31 Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina, clasificadas según grado de intensificación de la actividad cría (Med; Mín : Máx).....	111
<u>Tabla III.b.4.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances de N predial, ingreso y egreso de N, y parámetros de producción de carne para las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción.....	112
<u>Tabla III.b.5.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances de P predial, ingreso y egreso de P, y parámetros de producción de carne para las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción.....	118
<u>Tabla III.b.6.</u> Balances prediales e Indicadores de Uso de Nitrógeno dependientes de los balances, para tres Unidades de Análisis del sistema extensivo, en la localidad de Laprida..	152
<u>Tabla III.c.1.</u> Balance de nitrógeno, ingresos y egresos totales de nitrógeno (kg N/ha/año) para las Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina de Balcarce y de Chascomús (Med; Mín : Máx).....	170
<u>Tabla III.c.2.</u> Balance de fósforo, ingresos y egresos totales de fósforo (kg P/ha/año) para las Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina de Balcarce y de Chascomús (Med; Mín : Máx).....	170
<u>Tabla III.c.3.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance de nitrógeno predial, ingreso y egreso de nitrógeno, y parámetros de producción de carne para las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción de carne.....	171
<u>Tabla III.c.4.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance de fósforo predial, ingreso y egreso de fósforo, y parámetros de producción de carne para las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción de carne.....	178

<u>Tabla III.d.1.</u> Balance de N, ingresos y egresos totales de nitrógeno (kg N/ha/día) para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (Med; Mín : Máx).....	239
<u>Tabla III.d.2.</u> Balance de P, ingresos y egresos totales de fósforo (kg P/ha/día) para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (Med; Mín : Máx).....	239
<u>Tabla III.d.3.</u> Parámetros de Producción de Carne para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (Med; Mín : Máx).....	240
<u>Tabla III.d.4.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance corral de N, ingreso y egreso de N, y parámetros de producción de carne para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	241
<u>Tabla III.d.5.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance corral de P, ingreso y egreso de P, y parámetros de producción de carne para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	248
<u>Tabla III.e.1.</u> Ingreso de Nitrógeno a las Unidades de Análisis según fuente de origen, para los cuatro planteos mixtos (kg N/ha/año).....	299
<u>Tabla III.e.2</u> Ingreso de Fósforo a las Unidades de Análisis según fuente de origen, para los cuatro planteos mixtos (kg P/ha/año).....	299
<u>Tabla III.e.3</u> Producción de carne y Carga Animal para los cuatro planteos mixtos y sus respectivas superficies destinadas a corrales.....	301
<u>Tabla III.e.4.</u> Balance de Nitrógeno a nivel predial (BalPd) y corral (BalC), e indicador Incremento por Transferencia para nitrógeno, para los cuatro planteos mixtos.....	302
<u>Tabla III.e.5.</u> Balance de Fósforo a nivel predial (BalPd) y corral (BalC), e indicador Incremento por Transferencia para fósforo, para los cuatro planteos mixtos.....	302
<u>Tabla III.e.6.</u> Parámetros descriptivos e indicador “Grado de Integración” para las cuatro Unidades de Análisis de planteos mixtos.....	306
<u>Tabla III.f.1.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance de Nitrógeno, ingreso y egreso de N, y parámetros de producción de carne para las 83 UdAs con sistemas de producción de carne bovina.....	317
<u>Tabla III.f.2.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance de Fósforo, ingreso y egreso de P, y parámetros de producción de carne para las 83 UdAs con sistemas de producción de carne bovina.....	318
<u>Tabla III.f.3.</u> Valores de la Mediana y “p valor” correspondiente a la Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas intensivos y sistemas base pastoril -extensivo y semiintensivo- de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y parámetros de producción de carne descriptivos de las 83 Unidades de Análisis comparadas (nivel de Significancia $\alpha = 0,05$).....	319
<u>Tabla III.f.4.</u> Valores de la Mediana y “p valor” correspondiente a la Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas intensivos y sistemas base pastoril -extensivo y semiintensivo- de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de	

Fósforo y parámetros de producción de carne descriptivos de las 83 Unidades de Análisis comparadas (nivel de Significancia $\alpha = 0,05$).....	321
<u>Tabla III.f.5.</u> Valores de la Mediana y “p valor” correspondiente para la Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas extensivos y sistemas semiintensivos de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y parámetros de producción de carne descriptivos de las 48 Unidades de Análisis comparadas (nivel de Significancia $\alpha = 0,05$).....	323
<u>Tabla III.f.6.</u> Valores de la Mediana y “p valor” correspondiente Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas extensivos y sistemas semiintensivos de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y parámetros de producción de carne descriptivos de las 48 Unidades de Análisis comparadas (nivel de Significancia $\alpha = 0,05$).....	326
<u>Tabla III.f.7.</u> Valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno utilizados en la diferenciación de los sistemas de Producción de Carne (Mediana y rango de valores seleccionados que describen los sistemas).....	341
<u>Tabla III.f.8.</u> Valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo utilizados en la diferenciación de los sistemas de Producción de Carne (Mediana y rango de valores seleccionados que describen los sistemas).....	342

ÍNDICE DE FIGURAS	Página
<u>Figura I.1.</u> a) Regiones geográficas de la provincia de Buenos Aires (CITAB, 2011). b) Ubicación geográfica de los partidos de la provincia de Buenos Aires donde estuvieron localizadas las unidades de estudio.....	43
<u>Figura III.a.1.</u> Diagrama de Flujo del Sistema Extensivo.....	98
<u>Figura III.a.2.</u> Diagrama de Flujo del Sistema Semiintensivo.....	100
<u>Figura III.a.3.</u> Diagrama de Flujo del Sistema Intensivo.....	102
<u>Figura III.b.1.</u> Ingresos de nitrógeno a las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31) según fuentes de origen, expresados en kg N/ha/año.....	105
<u>Figura III.b.2.</u> Proporción de nitrógeno en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31) según fuentes de origen.....	105
<u>Figura III.b.3.</u> Ingresos de fósforo a las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31) según fuentes de origen, expresados en kg P/ ha/ año..	107
<u>Figura III.b.4.</u> Proporción de fósforo en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31) según fuentes de origen.....	107
<u>Figura III.b.5.</u> Ingresos y egresos totales de N y Balance de N predial (kg N/ha/año) para las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31)	108
<u>Figura III.b.6.</u> Ingresos y egresos totales de P y Balance de P predial (kg P/ha/año) para las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31).....	109
<u>Figura III.b.7.</u> Balance de N predial (kg N/ha/año) en función del Ingreso de N por Fertilizantes (kg N/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de	

carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲Cría extensiva n= 15; ■Cría intensiva n= 8; ●Cría semiintensiva n= 8).....	113
<u>Figura III.b.8.</u> Ingreso de N por Fertilizantes (kg N/ha/año) en función del % de cultivos anuales -agricultura y forrajeros- para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲Cría extensiva n= 15; ■Cría intensiva n= 8; ●Cría semiintensiva n= 8).....	114
<u>Figura III.b.9.</u> Carga Animal (Vi/ha) en función del Ingreso de N por Fertilizantes (kg N/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲Cría extensiva n= 15; ■Cría intensiva n= 8; ●Cría semiintensiva n= 8).....	115
<u>Figura III.b.10.</u> Balance de N predial (kg N/ha/año) en función de los Ingresos totales de N (kg N/ha/año) para cada una de las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne.....	116
<u>Figura III.b.11.</u> Balance de N predial (kg N/ha/año) en función de los Ingresos totales de N (kg N/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲Cría extensiva n= 15; ■Cría intensiva n= 8; ●Cría semiintensiva n= 8).....	117
<u>Figura III.b.12.</u> Balance de P predial (kg N/ha/año) en función del Ingreso de P por Fertilizantes (kg P/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲Cría extensiva n= 15; ■Cría intensiva n= 8; ●Cría semiintensiva n= 8).....	120
<u>Figura III.b.13.</u> Ingreso de P por Fertilizantes (kg P/ha/año) en función del % de cultivos anuales -agricultura y forrajeros- para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲Cría extensiva n= 15; ■Cría intensiva n= 8; ●Cría semiintensiva n= 8).....	121
<u>Figura III.b.14.</u> Balance de P predial (kg P/ha/año) en función del % de cultivos anuales -agricultura y forrajeros- para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲Cría extensiva n= 15; ■Cría intensiva n= 8; ●Cría semiintensiva n= 8).....	121
<u>Figura III.b.15.</u> Carga Animal (Vi/ha) en función del Ingreso de P por Fertilizantes (kg P/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲Cría extensiva n= 15; ■Cría intensiva n= 8; ●Cría semiintensiva n= 8).....	122
<u>Figura III.b.16.</u> Producción de carne (kg/ha/año) en función del Ingreso de P por Fertilizantes (kg P/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲Cría extensiva n= 15; ■Cría intensiva n= 8; ●Cría semiintensiva n= 8).....	122
<u>Figura III.b.17.</u> Balance de P predial (kg N/ha/año) en función de los Ingresos totales de P (kg P/ha/año) para cada una de las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne.....	123
<u>Figura III.b.18.</u> Balance de P predial (kg P/ha/año) en función de los Ingresos totales de P	

(kg P/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲ Cría extensiva n= 15; ■ Cría intensiva n= 8; ● Cría semiintensiva n= 8).....	124
<u>Figura III.b.19.</u> Movimiento y stock acumulado de nitrógeno y fósforo para el componente animal en la UdA CLapE12m (ejercicio 2010-2011).....	151
<u>Figura III.c.1.</u> Ingresos de nitrógeno a las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17) según fuentes de origen, expresados en kg N/ha/año.....	165
<u>Figura III.c.2.</u> Proporción de nitrógeno en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17) según fuentes de origen.....	166
<u>Figura III.c.3.</u> Ingresos de fósforo a las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17) según fuentes de origen, expresados en kg P/ha/año.....	167
<u>Figura III.c.4.</u> Proporción de fósforo en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17) según fuentes de origen.....	167
<u>Figura III.c.5.</u> Ingresos y egresos totales de N y Balance de N predial (kg N/ha/año) para las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17).....	168
<u>Figura III.c.6.</u> Ingresos y egresos totales de P y Balance de P predial (kg P/ha/año) para las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17).....	169
<u>Figura III.c.7.</u> Balance de N predial (kg N/ha/año) en función del Ingreso de N por Fijación biológica (FBN) (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).....	172
<u>Figura III.c.8.</u> Balance de N predial (kg N/ha/año) en función del Ingreso de N por Fertilizantes (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).....	173
<u>Figura III.c.9.</u> Balance de N predial (kg N/ha/año) en función del Ingreso de N por Alimentos externos (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).....	174
<u>Figura III.c.10.</u> Producción de Carne (kg/ha/año) en función del Ingreso de N por alimentos (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).....	174
<u>Figura III.c.11.</u> Producción de Carne (kg/ha/año) en función del Ingreso de N por fertilizantes (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de	

carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).....	175
<u>Figura III.c.12.</u> Balance de N predial (kg N/ha/año) en función de la Producción de Carne (kg /ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).....	176
<u>Figura III.c.13.</u> Balance de N predial (kg N/ha/año) en función del Ingreso total de N (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).....	177
<u>Figura III.c.14.</u> Balance de P predial (kg P/ha/año) en función del Ingreso de P a través de fertilizantes (kg P/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) fosforados (■ Balcarce sinF n= 7; ▲ Balcarce conF n= 5; ● Chascomús conF n= 5).....	179
<u>Figura III.c.15.</u> Producción de Carne (kg /ha/año) en función del Ingreso de P a través de alimentos externos (kg P/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) fosforados (■ Balcarce sinF n= 7; ▲ Balcarce conF n= 5; ● Chascomús conF n= 5).....	180
<u>Figura III.c.16.</u> Balance de P predial (kg P/ha/año) en función de la Producción de Carne (kg /ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) fosforados (■ Balcarce sinF n= 7; ▲ Balcarce conF n= 5; ● Chascomús conF n= 5).....	181
<u>Figura III.c.17.</u> Producción de Carne (kg /ha/año) en función del Ingreso de P a través de fertilizantes (kg P/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) fosforados (■ Balcarce sinF n= 7; ▲ Balcarce conF n= 5; ● Chascomús conF n= 5).....	181
<u>Figura III.c.18.</u> Balance de P predial (kg N/ha/año) en función de los Ingresos totales de P (kg P/ha/año) para cada una de las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne.....	183
<u>Figura III.c.19.</u> Balance de P predial (kg P/ha/año) en función del Ingreso total de P (kg P/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) fosforados (■ Balcarce sinF n= 7; ▲ Balcarce conF n= 5; ● Chascomús conF n= 5).....	183
<u>Figura III.c.20.</u> Requerimientos cubiertos por el nitrógeno externo (%) en función del nitrógeno ingresado con los alimentos (kg N/ha/año) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.....	209
<u>Figura III.c.21.</u> Eficiencia de Uso del nitrógeno del alimento externo por el Rodeo (%) en función del nitrógeno ingresado con los alimentos (kg N/ha/año) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.....	210
<u>Figura III.c.22.</u> Indicador de requerimientos de nitrógeno cubiertos por el N total del alimento (%) en función de los requerimientos cubiertos por el N interno proveniente del	

alimento producido en el propio sistema (%), para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.....	210
<u>Figura III.c.23.</u> Requerimientos cubiertos por el fósforo externo (%) en función del fósforo ingresado con los alimentos para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.....	212
<u>Figura III.c.24.</u> Concentración de fósforo en el alimento total consumido (%) en función del fósforo ingresado con los alimentos (kg P/ha/año) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.....	212
<u>Figura III.c.25.</u> Eficiencia de Uso del fósforo del alimento externo por el Rodeo (%) en función del fósforo ingresado con los alimentos (kg P/ha/año) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.....	213
<u>Figura III.c.26.</u> Relación entre los Requerimientos cubiertos por el fósforo total del alimento (%) y los Requerimientos de fósforo cubiertos por el fósforo de los alimentos producidos en el sistema (%) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.....	213
<u>Figura III.c.27.</u> Relación entre los Requerimientos cubiertos por el fósforo total del alimento (%) y los Requerimientos de fósforo cubiertos por el fósforo de los alimentos ingresados al sistema (%) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.....	214
<u>Figura III.c.28.</u> Balance de P predial (kg P/ha/año) en función de la concentración de fósforo en el alimento total (%) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.....	214
<u>Figura III.c.29.</u> Indicador de Balance de P predial por kilo de peso vivo producido (g P/kg PV-Pr) en función de la concentración de fósforo en el alimento total (%) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.....	215
<u>Figura III.c.30.</u> Relación entre la Eficiencia de Uso del fósforo externo por la producción -EUNexS-Pr- (%) y la Fracción de fósforo importado con los alimentos -FNla-P- (%) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.....	215
<u>Figura III.d.1.</u> Ingresos de nitrógeno a las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35) según fuentes de origen, expresados en kg N/ha/día.....	235
<u>Figura III.d.2.</u> Proporción de nitrógeno en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35) según fuentes de origen.....	235
<u>Figura III.d.3.</u> Ingresos de fósforo a las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35) según fuentes de origen, expresados en kg P/ha/día.....	236
<u>Figura III.d.4.</u> Proporción de fósforo en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35) según fuentes de origen.....	236
<u>Figura III.d.5.</u> Ingresos y egresos totales de N y Balance de N corral (kg N/ha/día) para las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35).....	237
<u>Figura III.d.6.</u> Ingresos y egresos totales de P y Balance de P corral (kg P/ha/día) para las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35).....	238

<u>Figura III.d.7.</u> Balance corral de N (kg N/ha/día) en función del Ingreso de N total (a) y del ingreso por alimentos (b) en kg N/ha/día, para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n= 32; ▲ Corrales grupales n= 3).....	242
<u>Figura III.d.8.</u> Balance corral de N (kg N/ha/día) en función de la Producción de carne (a) y de la Carga Animal expresada a través de la Densidad (b) para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n= 32; ▲ Corrales grupales n= 3).....	243
<u>Figura III.d.9.</u> Producción de carne (kg PV/ha/día) en función de la Carga Animal expresada a través de la Densidad para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n= 32; ▲ Corrales grupales n= 3).....	244
<u>Figura III.d.10.</u> Conversión alimenticia en función del peso medio para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n= 32; ▲ Corrales grupales n= 3)..	244
<u>Figura III.d.11.</u> Balance corral de N (kg N/ha/día) en función del ingresos de N por alimentos (kg N/ha/día) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	246
<u>Figura III.d.12.</u> Balance corral de N (kg N/ha/día) en función de la Producción de carne (kg PV/ha/día) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	246
<u>Figura III.d.13.</u> Egreso de animales (kg PV/ha/día) en función del ingreso total de N (kg N/ha/día) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	247
<u>Figura III.d.14.</u> Balance corral de P (kg P/ha/día) en función del Ingreso de P total (a) y del ingreso de P por alimentos (b) en kg P/ha/día para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n=32; ▲ Corrales grupales n=3)	250
<u>Figura III.d.15.</u> Balance corral de P (kg P/ha/día) en función de la Producción de carne (a) y de la Carga Animal expresada a través de la Densidad (b) para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n= 32; ▲ Corrales grupales n= 3).....	251
<u>Figura III.d.16.</u> Balance corral de P (kg P/ha/día) en función del ingresos de P por alimentos (kg P/ha/día) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.	252
<u>Figura III.d.17.</u> Excreción de N por animal (g N/cab/día) en función del peso vivo medio (kg) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	258
<u>Figura III.d.18.</u> Indicador de Eco-eficiencia (kg PV/kg N) en función del peso vivo medio (kg) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	259
<u>Figura III.d.19.</u> Excreción de N por animal (g N/cab/día) en función del indicador de Eco-eficiencia (kg PV/kg N) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	261
<u>Figura III.d.20.</u> Excreción de P por animal (g P/cab/día) en función del peso vivo medio (kg	

PV) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	269
<u>Figura III.d.21.</u> Indicador de Eco-eficiencia (kg PV/kg P) en función del peso vivo medio (kg PV) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	270
<u>Figura III.d.22.</u> Excreción de P por animal (g P/cab/día) en función del indicador de Eco-eficiencia (kg PV/kg P) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	271
<u>Figura III.d.23.</u> Eficiencia de Uso del Nutriente -N- en el alimento por el Rodeo (%) en función del Peso vivo medio (kg) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	279
<u>Figura III.d.24.</u> Eficiencia de Uso del Nutriente -N- en el alimento por el Rodeo (%) en función de los Requerimientos cubiertos de N (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	280
<u>Figura III.d.25.</u> Balance por producto Producido (kg N/kg PV-Pr) en función de los Requerimientos cubiertos de N (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	281
<u>Figura III.d.26.</u> Eco-eficiencia (kg PV/kg N) en función de los Requerimientos cubiertos de N (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	281
<u>Figura III.d.27.</u> Eco-eficiencia (kg PV/kg N) en función de la Eficiencia de Uso del nutriente -N- en el alimento por el Rodeo (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	282
<u>Figura III.d.28.</u> Balance por cabeza (g N/cab/d) en función de la Eficiencia de Uso del nutriente -N- en el alimento por el Rodeo (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	282
<u>Figura III.d.29.</u> Eficiencia de Uso del nutriente -P- en el alimento por el Rodeo (%) en función de la Conversión alimenticia (kg/kg) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	284
<u>Figura III.d.30.</u> Balance por cabeza (g P/) en función de los Requerimientos cubiertos de P (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	284
<u>Figura III.d.31.</u> Eco-eficiencia (kg PV/kg P) en función de los Requerimientos cubiertos de P (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	285
<u>Figura III.d.32.</u> Eco-eficiencia (kg PV/kg P) en función de la Eficiencia de Uso del nutriente -P- en el alimento por el Rodeo (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	285
<u>Figura III.d.33.</u> Balance por cabeza (g P/cab/d) en función de la Eficiencia de Uso del nutriente -P- en el alimento por el Rodeo (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	286
<u>Figura III.d.34.</u> Eficiencia de Uso del nutriente -P- en el alimento por el Rodeo (%) en función de los Requerimientos cubiertos de P (%) para cada una de las 32 UdAs con sistema intensivo de producción de carne con corrales unitarios.....	287
<u>Figura III.e.1.</u> Ingresos de nitrógeno a las Unidades de Análisis de planteos mixtos con producción de carne bovina (n= 4) según fuentes de origen, expresados en kg N/ha/año.....	298

<u>Figura III.e.2.</u> Ingresos de fósforo a las Unidades de Análisis de planteos mixtos con producción de carne bovina (n= 4) según fuentes de origen, expresados en kg P/ha/año.....	298
<u>Figura III.e.3.</u> Ingresos y egresos totales de N y Balance de N predial (kg N/ha/año) para los planteos mixtos con producción de carne bovina (n= 4).....	300
<u>Figura III.e.4.</u> Ingresos y egresos totales de P y Balance de P predial (kg P/ha/año) para los planteos mixtos con producción de carne bovina (n= 4).....	300
<u>Figura III.f.1.</u> Balance de Nitrógeno (kg N/ha/día) en función del Ingreso total de N (kg N/ha/día) para las 83 UdAs con producción de carne bovina, clasificadas según sistema de producción (● Intensivo n= 35; ● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).....	310
<u>Figura III.f.2.</u> Balance de Nitrógeno (kg N/ha/día) en función del Ingreso total de N (kg N/ha/día) para las 48 UdAs con producción de carne bovina base pastoril, clasificadas según sistema de producción (● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).....	311
<u>Figura III.f.3.</u> Balance de Nitrógeno (kg N/ha/día) en función de la Producción de carne (kg /ha/día) para las 83 UdAs con producción de carne bovina, clasificadas según sistema de producción (● Intensivo n= 35; ● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).....	312
<u>Figura III.f.4.</u> Balance de Nitrógeno (kg N/ha/día) en función de la Producción de carne (kg/ha/día) para las 48 UdAs con producción de carne bovina base pastoril, clasificadas según sistema de producción (● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).....	313
<u>Figura III.f.5.</u> Balance de Fósforo (kg P/ha/día) en función del Ingreso total de P (kg P/ha/día) para las 83 UdAs con producción de carne bovina, clasificadas según sistema de producción (● Intensivo n= 35; ● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).....	313
<u>Figura III.f.6.</u> Balance de Fósforo (kg P/ha/día) en función del Ingreso total de P (kg P/ha/día) para las 48 UdAs con producción de carne bovina base pastoril, clasificadas según sistema de producción (● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).....	314
<u>Figura III.f.7.</u> Balance de Fósforo (kg P/ha/día) en función de la Producción de carne (kg /ha/día) para las 83 UdAs con producción de carne bovina, clasificadas según sistema de producción (● Intensivo n= 35; ● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).....	315
<u>Figura III.f.8.</u> Balance de Fósforo (kg P/ha/día) en función de la Producción de carne (kg/ha/día) para las 48 UdAs con producción de carne bovina base pastoril, clasificadas según sistema de producción (● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).....	316
<u>Figura III.f.9.</u> Indicador de Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción - EUNexS-Pr- (%) para nitrógeno, para las Unidades de Análisis de los distintos sistemas de producción de carne bovina (n=83).....	320
<u>Figura III.f.10.</u> Indicador de Excreción ambiental (g N/kg PV/día) para nitrógeno, para las Unidades de Análisis de los distintos sistemas de producción de carne bovina (n=83).....	320
<u>Figura III.f.11.</u> Indicador de Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción - EUNexS-Pr- (%) para fósforo, para las Unidades de Análisis de los distintos sistemas de producción de carne bovina (n=83).....	322
<u>Figura III.f.12.</u> Indicador de Excreción ambiental (g P/kg PV/día) para fósforo, para las Unidades de Análisis de los distintos sistemas de producción de carne bovina (n=83).....	322

<u>Figura III.f.13.</u> Indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes (%) para fósforo, para las Unidades de Análisis de los distintos sistemas de producción de carne bovina (n=83).....	322
<u>Figura III.f.14.</u> Balance predial de Nitrógeno (kg N/ha/año) para las Unidades de Análisis de los sistemas Extensivos y Semiintensivos de producción de carne bovina (n=48).....	324
<u>Figura III.f.15.</u> Indicador de Ineficiencia de uso de Nutrientes (%) para Nitrógeno para las Unidades de Análisis de los sistemas Extensivos y Semiintensivos de producción de carne bovina (n=48).....	324
<u>Figura III.f.16.</u> Balance por Producto producido (g N/kg PV) para Nitrógeno para las Unidades de Análisis de los sistemas Extensivos y Semiintensivos de producción de carne bovina (n=48).....	325
<u>Figura III.f.17.</u> Balance predial de Fósforo (kg P/ha/año) para las Unidades de Análisis de los sistemas Extensivos y Semiintensivos de producción de carne bovina (n=48).....	327
<u>Figura III.f.18.</u> Relaciones y asociaciones de las Unidades de Análisis con distinto tipo de sistema de producción de carne y los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno a través del gráfico “Biplot”.....	329
<u>Figura III.f.19.</u> Relaciones y asociaciones de las Unidades de Análisis con distinto tipo de sistema de producción de carne y los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo a través del gráfico “Biplot”.....	331
<u>Figura III.f.20.</u> Dendrograma de las Unidades de Análisis con distinto tipo de sistema de producción de carne según Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno.....	335
<u>Figura III.f.21.</u> Dendrograma de las Unidades de Análisis con distinto tipo de sistema de producción de carne según Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo.....	338

ANEXOS	Página
- Anexo “Metodologías”	a
Introducción para la recolección de la información. Instructivo explicativo.....	b
Encuesta Balances de Nutrientes Predial.....	f
Información productiva de Feedlot. Encuesta.....	o
Variantes para recolectar información en feedlot. Instructivo explicativo.....	s
Tablas de contenidos de Nitrógeno y Fósforo en alimentos y productos agropecuarios.....	v
- <u>Tabla AII.1.</u> Valores de bibliografía de concentración de nitrógeno (N) y de fósforo (P) de distintos suplementos y forrajes, utilizados en los cálculos de Balance de nutrientes e Indicadores relacionados con la alimentación de las distintas Unidades de Análisis.....	w
- <u>Tabla AII.2.</u> Valores de concentración de nitrógeno (N) y de fósforo (P) de distintos suplementos y forrajes, utilizados en los cálculos de Balance de nutrientes e Indicadores relacionados con la alimentación de las Unidades de Análisis de la EEA-INTA Balcarce, obtenidos por análisis de laboratorio.....	x
- <u>Tabla AII.3.</u> Valores de concentración de nitrógeno (N) y de fósforo (P) de distintos suplementos utilizados en los cálculos de Balance de nutrientes e Indicadores relacionados con la alimentación, para Unidades de Análisis de Laprida, Las Armas y Trenque Lauquen, obtenidos a partir de las entrevistas.....	x

- <u>Tabla AII.4.</u> Valores de bibliografía de concentración de nitrógeno (N) y de fósforo (P) de los productos agropecuarios egresados de las distintas Unidades de Análisis, utilizados en los cálculos de Balance de nutrientes.....	y
- Anexo “Resultados”	i
<u>Tabla AIII.1.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances de N predial, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos de las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción.....	ii
<u>Cuadro AIII.1</u> Análisis de Regresión Lineal Simple (RLS) entre los Ingresos de N totales (variable regresora) y los Balances prediales de N (variable dependiente) para las 31 UdAs correspondientes a sistemas extensivos de producción de carne.....	iii
<u>Tabla AIII.2.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances de P predial, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos para las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción.....	iv
<u>Tabla AIII.3.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes de Nitrógeno para las 31 Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina.....	v
<u>Tabla AIII.4.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y parámetros de producción de carne descriptivos de las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción.....	vi
<u>Tabla AIII.5.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes de Fósforo para las 31 Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina.....	vii
<u>Tabla AIII.6.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y parámetros de producción de carne descriptivos de las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción.....	viii
<u>Tabla AIII.7.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances de N predial, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción de carne.....	ix
<u>Tabla AIII.8.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance de Fósforo predial, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas extensivos de producción.....	x
<u>Tabla AIII.9.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Nitrógeno para las 17 Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina.....	xi
<u>Tabla AIII.10.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Fósforo para las 17 Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina.....	xii
<u>Tabla AIII.11.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción.....	xiii
<u>Tabla AIII.12.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción.....	xiv
<u>Tabla AIII.13.</u> Contenido de nitrógeno en el alimento total ofrecido e Indicadores de	

Nitrógeno asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas semiintensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires.....	xv
<u>Tabla AIII.14.</u> Contenido de fósforo en el alimento total ofrecido e Indicadores Fósforo asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas semiintensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires.....	xvi
<u>Tabla AIII.15.</u> Correlación de Spearman: coeficientes de correlación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances de Nitrógeno prediales y Parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción, para un nivel de significación $\alpha = 0,05$	xvii
<u>Tabla AIII.16.</u> Correlación de Spearman: coeficientes de correlación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances de Fósforo prediales y Parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción, para un nivel de significación $\alpha = 0,05$	xviii
<u>Tabla AIII.17.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances corral de Nitrógeno, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos de las 35 UdAs con sistemas intensivos de producción de carne.....	xix
<u>Tabla AIII.18.</u> Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances corral de Fósforo, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.....	xx
<u>Tabla AIII.19.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Nitrógeno para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina de las localidades de Balcarce, Las Armas y Carmen de Areco en la provincia de Buenos Aires.....	xxi
<u>Tabla AIII.20.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Nitrógeno para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina de la localidad de Trenque Lauquen en la provincia de Buenos Aires.....	xxii
<u>Tabla AIII.21.</u> Correlación de Spearman: coeficientes de correlación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances Corral de Nitrógeno y Parámetros de producción de carne descriptivos de las 35 UdAs con sistemas intensivos de producción.....	xxiii
<u>Tabla AIII.22.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Fósforo para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina de las localidades de Balcarce, Las Armas y Carmen de Areco en la provincia de Buenos Aires.....	xxv
<u>Tabla AIII.23.</u> Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Fósforo para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina de la localidad de Trenque Lauquen en la provincia de Buenos Aires.....	xxvi
<u>Tabla AIII.24.</u> Correlación de Spearman: coeficientes de correlación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances Corral de Fósforo y Parámetros de producción de carne descriptivos de las 35 UdAs con sistemas intensivos de producción.....	xxvii
<u>Tabla AIII.25.</u> Contenido de nitrógeno en el alimento e Indicadores de Nitrógeno asociados	xxix

a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina de las localidades de Balcarce, Las Armas y Carmen de Areco en la provincia de Buenos Aires.....	
<u>Tabla AIII.26.</u> Contenido de nitrógeno en el alimento e Indicadores de Nitrógeno asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina de las localidades de la localidad de Trenque Lauquen la provincia de Buenos Aires.....	xxx
<u>Tabla AIII.27.</u> Contenido de fósforo en el alimento e Indicadores de Fósforo asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina de las localidades de Balcarce, Las Armas y Carmen de Areco en la provincia de Buenos Aires.....	xxxi
<u>Tabla AIII.28.</u> Contenido de fósforo en el alimento e Indicadores de Fósforo asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina de las localidades de la localidad de Trenque Lauquen la provincia de Buenos Aires.	xxxii
<u>Tabla AIII.29.</u> Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas intensivos y sistemas base pastoril -extensivo y semiintensivo- de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y parámetros de producción de carne descriptivos de las 83 Unidades de Análisis comparadas.....	xxxiii
<u>Tabla AIII.30.</u> Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas intensivos y sistemas base pastoril -extensivo y semiintensivo- de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y parámetros de producción de carne descriptivos de las 83 Unidades de Análisis comparadas.....	xxxiv
<u>Tabla AIII.31.</u> Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas extensivos y sistemas semiintensivos de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y parámetros de producción de carne descriptivos de las 48 Unidades de Análisis comparadas.....	xxxv
<u>Tabla AIII.32.</u> Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas extensivos y sistemas semiintensivos de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y parámetros de producción de carne descriptivos de las 48 Unidades de Análisis comparadas.....	xxxvi
<u>Cuadro AIII.2.</u> Análisis de Componentes Principales para las 83 UdAs bajo análisis para los ocho Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno seleccionadas.....	xxxvii
<u>Cuadro AIII.3.</u> Análisis de Componentes Principales para las 83 UdAs bajo análisis para los ocho Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo seleccionadas.....	xxxviii

LISTA DE ABREVIATURAS

ACP: Análisis de Componentes Principales

ADPV: aumento diario de peso vivo

Alim: alimento

Anim: animales

Autosuf: Grado de Autosuficiencia en la alimentación

Bal: balance

BalC: balance corral

Bal/cab: balance por cabeza

Bal/ha: balance por hectárea

Bal/kgPV: balance por kilo de peso vivo

Bal-Nu-Eg: balance por Nutriente en producto Egresado

Bal-Nu-Pr: balance por Nutriente en producto Producido

BalPd: balance predial

Bal-Prod-Eg: balance por producto (kilo de peso vivo) Egresado

Bal-Prod-Pr: balance por producto (kilo de peso vivo) Producido

C1: cuartil 1

C3: cuartil 3

CA: carga animal

Cab: cabeza

CAr_iE: cría en Las Armas sistema extensivo con manejo intensivo de la cría.

CAr_sE: cría en Las Armas sistema extensivo con manejo semiintensivo de la cría

CCh_iE: cría en Chascomús sistema extensivo con manejo intensivo de la cría

CCh_sE: cría en Chascomús sistema extensivo con manejo semiintensivo de la cría

CLapE: cría en Laprida sistema extensivo

CLapE-m: cría en Laprida sistema extensivo con agricultura en 1,5 a 8 % de la superficie total

CNat: campo natural

CNu-I/E: indicador de Consumo de Nutrientes

Cría Ex: cría con manejo extensivo (unidad de estudio CLapE; 15 UdAs)

Cría In: cría con manejo intensivo (unidades de estudio CCh_iE y CAr_iE; 8 UdAs)

Cría Se: cría con manejo semiintensivo (unidades de estudio CCh_sE y CAr_sE; 8 UdAs)

Cult.a: cultivos anuales

D: densidad

D.E.: Desvío Estándar

Eco-Ef: Ecoeficiencia

EgrkgPV: egresos de kilos de peso vivo

Egr.t: egreso total

EUNaEx-R: Eficiencia de Uso de Nutriente del alimento externo por el rodeo

EUNaT-R: Eficiencia de Uso de Nutriente del alimento total por el rodeo

EUNexS: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema

EUNexS-Pr: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción

EUNTS: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente Total en el Sistema

EUNTS-Pr: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente Total por la Producción

EV: Equivalente Vaca

FBN: fijación biológica de nitrógeno

FDA: fosfato diamónico

Fert: fertilizante

FMA: fosfato monoamónico

FNla: Fracción de Nutriente Importado con la alimentación

GI: Grado de Integración

ha: hectárea

IARl: invernada en Las Armas sistema intensivo

IBall: invernada en Balcarce sistema intensivo

IBaIS: invernada en Balcarce sistema semiintensivo

IC: Índice de conversión alimenticia

ICAI: invernada en Carmen de Areco sistema intensivo

ICHs: invernada en Chascomús sistema semiintensivo

leUN: indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes

Ing.t: ingreso total

IT: Incremento por Transferencia

ITLI: invernada en Trenque Lauquen sistema intensivo

MAD: Desvío absoluto de la mediana

MCA: mixto en Carmen de Areco

MS: materia seca

N: Nitrógeno

P: Fósforo

P15: percentil 15

P85: percentil 85

PB: proteína bruta

PC: producción de carne (en indicadores)

PP: pasturas permanentes

Prod: producción

Prod. Carne: producción de carne

PV: peso vivo

RC: Requerimientos cubiertos por el alimento total ofrecido

RCe: Requerimientos cubiertos por el alimento externo ofrecido

RCi: Requerimientos cubiertos por el alimento interno ofrecido

SPT: superfosfato triple

UdA: Unidad de Análisis.

Vi: vientre

RESUMEN

Los efectos ambientales provocados por los diferentes factores de producción se manifiestan como cambios en distintos componentes de los sistemas agropecuarios así como en sus funciones ecológicas, por ejemplo, ciclo de nutrientes. El grado de intensificación de los sistemas de producción animal puede definirse a partir de la relación entre la cantidad de unidades ganaderas e insumos asociados, y la superficie que ocupan. Desde este punto de vista, la producción ganadera sobre forraje califica como “sistema extensivo”, mientras que el engorde a corral como “sistema intensivo”. El objetivo general de esta tesis fue identificar y construir indicadores que pudieran ser base para elaborar índices ponderados que sirvan para diferenciar los sistemas de producción de carne bovina según niveles de intensificación en el uso de los nutrientes. Se identificaron y construyeron diversos indicadores; se analizó e integró la información originada por los indicadores seleccionados; se compararon los sistemas según indicadores de manejo de nutrientes e identificaron rangos de variación de los indicadores elaborados para cada grupo de sistemas de producción de carne. Para caracterizar los sistemas de producción se utilizaron Diagnóstico Estático y Flujogramas, considerando la selección de las unidades de estudio, reconocimiento de las vías de ingreso/egreso de nitrógeno y fósforo a los sistemas de producción y la recopilación de información productiva y agroecológica. El área de estudio se circunscribió a la provincia de Buenos Aires, Argentina, específicamente a los partidos Carmen de Areco, Trenque Lauquen, Chascomús, Maipú, Balcarce y Laprida. Se relevaron y seleccionaron predios, módulos de experimentación y corrales de encierre para obtener información sobre los distintos tipos de sistemas de producción de carne: extensivo con nula o mínima suplementación, semiintensivo (extensivo con suplementación) e intensivo en corrales de encierre, algunos complementados con actividad agrícola (mixtos). Se recopiló información del período 1996-2014 para obtener registros de varios ejercicios para la descripción de las transferencias internas de nutrientes. La información obtenida por unidad de estudio y ejercicio productivo fue reportada como una observación, identificada como “Unidad de Análisis” (UdA). Para sistema Extensivo se relevaron 5 unidades de estudio que

aportaron 31 UdAs, para Semiintensivo 13, que aportaron 17 UdAs, para Intensivo 35 UdAs y para Planteos Mixtos, 4 UdAs, totalizando 57 unidades de estudio y 87 UdAs. La recopilación de la información se realizó a través de encuestas semiestructuradas en entrevistas; estadísticas zonales; bibliografía y análisis de laboratorio para contenido de nitrógeno/fósforo de los insumos y productos agropecuarios. Se realizó análisis estadístico descriptivo, correlación de Spearman, comparación por la Prueba de la Mediana y multivariado por Componentes Principales y Conglomerados. Para la descripción y caracterización de los sistemas se seleccionaron Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental relacionados con el manejo y uso de nitrógeno y fósforo, y con la alimentación, algunos desarrollados específicamente (Incremento por Transferencia, Balance por nutriente en producto Producido, Diferencias entre Balances por nutriente), otros adaptados particularmente para los sistemas de producción de carne y otros existentes, como Balance de Nutrientes. En los planteos mixtos con encierres a corral, los valores individuales de Balances prediales y Balances corral permitieron estimar los excedentes de nitrógeno y de fósforo, y sus transferencias internas a través del Índice Incremento por Transferencia, el que contribuyó a caracterizar y diferenciarlos según la homogeneidad de la distribución del nutriente ingresado al predio. A través de un conjunto de cinco Indicadores se pudieron agrupar a los sistemas Intensivos(In) y diferenciarlos de los sistemas de base Pastoril -Extensivos(Ex) y Semiintensivos(Se)-. Estos fueron: Balance de Nutriente por hectárea (Bal/ha), Balance por producto Producido (Bal-Prod-Pr), Balance por kilo de peso vivo por día (Bal/kgPV), Ineficiencia de Uso de Nutrientes (IeUN) y Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción (EUNexS-Pr). Se presentan los rangos de valores descriptivos. Para Nitrógeno, los sistemas Extensivos presentaron valores menores que los Semiintensivos para Bal N/ha(kgN/ha/día): Ex 0,04-0,09 y Se 0,19-0,90; y para Bal/kgPV(gN/kgPV/día): Ex 0,10-0,23 y Se 0,28-0,98, y mejor eficiencia de uso, EUNexS-Pr(%): Ex: 9-20 y Se: 6-13. El Intensivo tuvo los valores más altos de Bal N/ha: 6,50-59 kgN/ha/día y bajos de IeUN: 21-59%. El menor valor de Bal-Prod-Pr fue 65 gN/kgPV-Pr en Intensivos y el mayor, 385 gN/kgPV-Pr en Semiintensivos. Para Fósforo, la

diferenciación resultó menos acabada, contribuyendo los mismos indicadores a excepción de uno, el Bal-Prod-Pr. En su lugar, resultó significativo Balance por Nutriente en producto Producido. En los sistemas base Pastoril, Bal N resultó siempre positivo y Bal P con casos negativos, especialmente Extensivos con manejo de la cría poco intensificado. En Semiintensivos, mayores ingresos de Nitrógeno/Fósforo por alimentos originaron mayores Bal N-Bal P con consecuentes mayores Producciones de carne/hectárea. En Intensivos, dichos ingresos resultaron buenos predictores de los Balances corral. Se lograron seleccionar indicadores que permiten un primer avance en la caracterización de los sistemas de Producción de carne bovina para la provincia de Buenos Aires, en base al manejo del nitrógeno y/o del fósforo en relación con la sustentabilidad ambiental. Se realizaron aportes para futuros estudios con variedad más amplia de recursos alimenticios y/o formas de intensificación, o para otras zonas del país, y para la sistematización de la información y desarrollo de modelos productivos. Entre las implicancias prácticas, la intensificación a partir de fertilizantes debería armonizar productividad con Bal N-P que no resulten en excedentes importantes, y el aumento de Producción de carne a partir de cultivos anuales debería evaluarse en consonancia con los valores del Bal P. El indicador Bal/kgPV permitirá comparar el efecto de las dietas en la excreción ambiental, y al relacionarlo con densidad animal del corral se tendrá una aproximación a la carga de nutrientes que recibe el mismo. El conocimiento de estos indicadores en los sistemas de producción permitirá estar, de ser necesario, en condiciones más avanzadas para cumplimentar requerimientos de tipo ambiental.

ABSTRACT

Environmental effects that occur as a result of the different factors of production are manifested as changes in various components of agricultural systems as well as in their ecological functions, such as nutrient cycling. The degree of intensification of animal production systems can be defined from the relationship between the amount of livestock units and supplies associated, and the area they occupy. From this point of view, beef cattle production on forage qualifies as "extensive system", while the growing and fattening in confinement as "intensive system". The overall objective of this thesis was to identify and build indicators that could be the basis for the development of weighted indices that serve to differentiate beef cattle production systems according levels of intensification in the use of nutrients. Various indicators were identified and built; the information originated by the selected indicators were analyzed and integrated; the different systems were compared according to nutrient management indicators and ranges of variation of the indicators developed for each group of beef cattle production systems were identified. To characterize production systems Static Diagnosis and Flowcharts were used, taking into account the selection of study units, the recognition of ingress/egress of nitrogen and phosphorus pathways to the production systems and the compilation of agro-ecological and productive information. The study area was limited to the locations of Carmen de Areco, Trenque Lauquen, Chascomús, Maipú, Balcarce and Laprida in Buenos Aires province, Argentina. Farms, experimental modules and beef cattle confinements were surveyed and selected to obtain information on the different types of beef cattle production systems: extensive with none or minimal supplementation, semi-intensive (extensive with supplementation) and intensive in confinement corrals (feedlots), some of them with agricultural activity (mixed farms). The information of the 1996-2014 periods was collected to obtain records of various periods of time for the description of the internal nutrient transfers. The information obtained per unit of study and productive period of time was reported as an observation, identified as "Analysis Unit" (UdA). For Extensive system five examined units of study provided 31 UdAs,

for Semi-intensive system 13, who contributed 17 UdAs, Intensive system provided 35 UdAs and Mixed farm, 4 UdAs, completing 57 units of study and 87 UdAs. The collection of information was done through semistructured surveys during interviews; zonal statistics; bibliography and laboratory analysis for nitrogen and phosphorus contents in inputs and agricultural products. Descriptive statistical analysis, Spearman correlation, comparison by Median test and Principal Component and Cluster multivariate analysis were performed. For the description and characterization of the three types of beef cattle production systems Agroambiental Sustainability indicators related to the management and use of nitrogen and phosphorus, and feed, were selected, some specifically developed (Increment by Transference, Balance per nutrient in product produced, Difference between balances per nutrient), others adapted particularly for these production systems and others already existing, as Nutrient Balances. In mixed farms with feedlot included, the individual values of the Whole-farm Nutrient Balances and the Corral Nutrient Balances made possible to estimate the nitrogen and phosphorus surplus and their internal transfers via the Increment by Transference index, which contributed to characterize and differentiate the farms according to homogeneity of the distribution of nutrient that entered them. Through a set of five indicators it could be feasible to group Intensive systems(In) and differentiate them from the forage based systems, -Extensive(Ex) and Semi-intensive(Se)-.They were: Nutrient Balance per hectare (Bal/ha), Balance per product Produced (Bal-Prod-Pr), Balance per kilogram of body weight per day (Bal/kgPV), Inefficiency of Nutrient Use (IeUN) and Efficiency of external Nutrient Use by the Production (EUNexS-Pr). The ranges of descriptive values are presented. For Nitrogen, Extensive system had lower values than Semi-intensive for Bal N/ha(kgN/ha/dia): Ex 0,04-0,09 y Se 0,19-0,90; and for Bal/kgPV(gN/kgPV/dia): Ex 0,10-0,23 and Se 0,28-0,98, and better use efficiency, EUNexS-Pr(%): Ex: 9-20 and Se: 6-13. Intensive ones had the highest values for Bal N/ha: 6,50-59 kgN/ha/day and the lowest for IeUN: 21-59%. The lowest value of Bal-Prod-Pr was 65 gN/kgPV-Pr in Intensive systems and the highest, 385 gN/kgPV-Pr in Semi-intensive ones. In relation to Phosphorus, differentiation was less precise and with similar behavior, contributing the same indicators,

except for one, the Bal-Prod-Pr. Instead, Balance per Nutrient in product Produced was significant. In the forage based systems, Bal N was always positive and Bal P with negative cases, especially in Extensive ones with little intensified breeding management. In Semi-intensive systems, higher nitrogen/phosphorous feed incomes resulted in higher Bal N-Bal P with consequent higher beef cattle production. In Intensive ones, these incomes were good predictors of the Corral Balances. It was possible to select indicators that allow a first advance in the characterization of beef production systems for the province of Buenos Aires, Argentina, based on the management of nitrogen and/or phosphorus in relation to environmental sustainability. Contributions were made for future studies with a wider variety of feed resources and/or forms of intensification, or for other areas of the country, and for the systematization of information and development of production models. Among the practical implications, intensification from fertilizers should harmonize productivity with Bal N-P that do not result in significant surpluses, and the increase in production of beef from annual crops should be assessed in line with Bal P values. The Bal/KgPV will allow to compare the effect of diets on environmental excretion, and when related to animal density of the corral it will be possible to have an approximation to the nutrient load that receives them. Knowledge of these indicators in production systems should, if necessary, be in the most advanced conditions to fulfill environmental requirements.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Los efectos ambientales que se producen como consecuencia de los diferentes factores de producción se manifiestan como cambios en distintos componentes de los sistemas agropecuarios así como en sus funciones ecológicas, por ejemplo, el ciclado de nutrientes (Viglizzo & Roberto, 1997; Pordomingo, 2002; Steinfeld, et al., 2006a-b; Viglizzo & Jobbágy, 2010). A través de indicadores correctos, varios de estos efectos a nivel de nutrientes en el ambiente, pueden analizarse y monitorearse. Por ejemplo, la metodología “contabilización de ingresos y egresos” (IOA) de insumos a nivel de predio en países de Europa (Goodlass et al., 2001); evaluación del balance de nitrógeno predial y de indicadores de eficiencia asociados (Schröder et al., 2003); el estudio de los flujos de nutrientes dentro y entre países y sus correspondientes balances (Craswell et al., 2004); el manejo de nutrientes a escala de potrero, predio y región, evaluados a través de los balances y relacionados con el suelo y la emisión de gases de efecto invernadero (Gibbons et al., 2014). En Argentina, los primeros trabajos de evaluación de los balances de nitrógeno y de fósforo y de los riesgos de contaminación de agua, a nivel de región, fueron realizados por Viglizzo et al. (2002).

Un sistema de producción agropecuaria agroecológicamente sustentable fue definido como aquel sistema de producción de alimentos o fibras que contempla 4 puntos: 1- incremento de la productividad del suelo, agua y otros recursos naturales y sistemas agropecuarios, de manera tal que los productores agropecuarios puedan satisfacer las demandas crecientes acorde al aumento de la población y su economía; 2- producir alimentos seguros, de calidad y nutritivos, promoviendo así la salud humana; 3- asegurar un adecuado ingreso neto al productor para que pueda tener un aceptable nivel de vida; 4- cumplir con los estándares y satisfacer las expectativas sociales (Bergström et al., 2005).

Existe una amplia clasificación de los sistemas de producción agropecuaria (Robinson et al., 2011), entre las cuales, una muy utilizada a nivel mundial para clasificar a los sistemas ganaderos ha tomado en cuenta 3 criterios: integración con los cultivos, relación con la superficie que ocupan y con la zona agroecológica en la que se encuentran,

definiendo así, 11 tipos distintos (Seré & Steinfeld, 1995; Steinfeld & Mäki-Hokkonen, 1998). Más adelante, Kruska et al. (2003), a partir de algunas modificaciones, los agruparon en 4 categorías: sistema sin uso de tierra, sistema basado en pastizales (con superficie muy acotada para agricultura), sistema mixto en seco (principalmente agricultura dependiente de las lluvias y poca ganadería) y sistema mixto bajo riego (una proporción importante de la superficie agrícola está bajo riego con actividad ganadera intercalada).

LA INTENSIFICACIÓN Y LOS SISTEMAS GANADEROS

El grado de intensificación de los sistemas de producción animal es variable. La intensificación de cualquier sistema, desde el punto de vista de la teoría económica, supone la maximización de la productividad del factor más escaso, acompañado del aumento de los otros factores (Serrano Martínez & Ruiz Mantecón, 2003). En ganadería implica un aumento de la cantidad de carne producida, de los insumos requeridos, de la rotación del capital (Upton, 1997; Viglizzo & Roberto, 1997). La intensividad de la producción ganadera puede estar influenciada por las características del ambiente y por los niveles de precios, tanto de los insumos como de los productos vendidos, los cuales están afectados, a su vez, por la ubicación del establecimiento en relación a los mercados (Upton, 1997; Serrano Martínez & Ruiz Mantecón, 2003).

El grado de intensificación de los sistemas ganaderos se puede definir a partir de la relación entre la cantidad de unidades ganaderas –cabezas o equivalentes- e insumos asociados, y la superficie que ocupan. Desde este punto de vista, la producción de carne vacuna sobre forraje (natural y/o implantado) califica como “sistema extensivo de producción”, mientras que el engorde a corral o feedlot, como “sistema intensivo”. Por lo tanto, la intensificación en producción vacuna implica un incremento en el uso de los recursos (evaluados a nivel energético y a nivel de proveedores de nutrientes minerales) con el correspondiente aumento de carne producida por hectárea (Upton, 1997). La intensificación (incremento en el número de animales por unidad de superficie) involucra un

aumento en la dependencia del uso de granos y suplementos alimenticios, tanto en los sistemas de pastoreo extensivos, netamente ganaderos, como en los mixtos, donde existe una integración con la actividad agrícola. Estos sistemas mixtos permiten explotar provechosamente las interacciones entre la ganadería y los cultivos agrícolas, a través de manejar los flujos de nutrientes y sus balances finales (Steinfeld et al., 1997; Oomen et al., 1998; Watson et al., 2005; Viglizzo, 2007). Así, teniendo en cuenta, además, esta integración, se pueden definir 3 tipos principales de sistemas productivos según nivel de intensificación (Steinfeld et al., 1997; Mearns, 1997; Upton, 1997; Nicholson et al., 2001; Bergström et al., 2005; Oenema, 2006), que encuadran dentro de la clasificación de Kruska et al., 2003, a saber: 1- Sistema extensivo de pastoreo; 2- Sistema semiintensivo; y 3- Sistema intensivo o industrial (engorde a corral o feedlot), los que se sintetizan a continuación.

- 1) Sistema extensivo de pastoreo. Implica pastoreo directo de pastizales naturales y/o implantados (pasturas, verdeos), con ninguna o muy limitada integración con cultivos agrícolas.
- 2) Sistema semiintensivo. Está basado en el pastoreo directo de pastizales naturales y/o implantados (pasturas, verdeos), con suplementaciones a base de granos y voluminosos (henos, silajes). Suelen ser sistemas mixtos, en los cuales los subproductos de una actividad sirven como insumos para la otra actividad integrada (estiércol como abono, granos para alimentación). Los insumos de la agricultura se suman a los de la ganadería, conformando un sistema más complejo (fertilizante, herbicidas, etc.). La ganadería cumple un rol importante en el ciclo de la energía y los nutrientes, y la rotación de cultivos con pasturas a base de leguminosas reduce la erosión y ayuda a recomponer algunos nutrientes del suelo.
- 3) Sistema intensivo o industrial (engorde a corral o feedlot). La producción está basada en insumos externos (energía y nutrientes a través del alimento, principalmente) que deben ser transportados desde su sitio de producción, y la

integración más equilibrada entre ganado y ambiente suele perderse. El estiércol producido se convierte en un subproducto problemático al no encontrar superficie para ser abonada.

Así, el nivel o grado de intensificación general está evidenciado por el uso que se hace de la propia tierra y el nivel de consumo de recursos evaluados a nivel energético y a nivel de proveedores de nutrientes minerales. El consumo de energía fósil incluye el costo energético de las distintas actividades agropecuarias y el de los insumos ingresados - plaguicidas, fertilizantes, etc. - (Conforti & Giampietro, 1997; Nonhebel, 2002; Viglizzo et al., 2002; Frank, 2007; Deike et al., 2008). El uso de los recursos minerales se produce a través del uso de fertilizantes y alimentos -nitrógeno, fósforo, potasio, etc.- (Van Horn et al., 1996; Viglizzo et al., 2003; Castillo, 2004; Oenema, 2006).

En síntesis, podemos decir que los extremos en producción de carne vacuna se encuentran, por un lado en el sistema intensivo (Feedlot o Engorde a Corral propiamente dicho), donde la totalidad del alimento consumido por el ganado (o casi todo) proviene del exterior al sistema, el reciclado de nutrientes está muy limitado, los animales se encuentran confinados en una pequeña superficie y pueden expresar su máximo potencial de producción. En el otro extremo se ubica el extensivo (pastoril) orgánico, donde el ingreso de nutrientes desde el exterior, ya sea vía fertilizantes o alimentos, se encuentra ampliamente restringido, el número de animales por hectárea generalmente es inferior a 1,5 – 2, y su nivel de producción está por debajo de su potencial genético. Entre ambos, una gama de sistemas semiintensivos, es decir, de base pastoril con uso de insumos externos y manejo del pastoreo en distintas proporciones, con un mayor flujo y reciclado de nutrientes dentro del mismo predio.

LOS NUTRIENTES EN LOS SISTEMAS GANADEROS

En los sistemas ganaderos, el componente animal, aunque tiene una pequeña proporción de los nutrientes del sistema, interacciona con otros componentes e interviene en la redistribución de los nutrientes en la superficie, es decir, interviene en el “ciclo de los nutrientes”. El ciclo o ciclado de nutrientes hace referencia al movimiento de los nutrientes en un ecosistema, dentro y entre los componentes biológicos y no biológicos del mismo. Ocurre entre muchos compartimentos y resulta complejo, especialmente cuando interviene la ganadería, ya que incorpora un sistema metabólico adicional al ciclo suelo-planta-suelo (Pfeffer & Hristov, 2005; Cereigido, 2007; Scholefield et al., 2007). Se clasifican en Cerrados y Abiertos. En los Ciclos Cerrados casi no ocurren intercambios del ecosistema con reservorios externos al sistema (alto ciclado interno, baja productividad). En ganadería, la actividad que más se acerca, es la de cría ovina y bovina en campos naturales. En los Ciclos Abiertos resultan relevantes los intercambios con compartimentos externos al ecosistema (transferencias de nutrientes desde y hacia el ecosistema productivo). Los sistemas son más productivos, los nutrientes no se reponen en forma homogénea y parte de los mismos se traslada a sectores no productivos (corrales, callejones, etc.) (Chaneton et al., 1996; Díaz Zorita, 2000; White et al., 2001; Cereigido, 2007). En ganadería estarían representados por los sistemas semiintensivos y mixtos, en los cuales aparece la suplementación y fertilización como principales fuentes proveedoras de nutrientes (Blackburn, 1998). El principal exponente de un ciclo abierto es el sistema intensivo (feedlot, cerdos en confinamiento, galpón de pollos, etc.) (Steinfeld, 1998; Gerber et al., 2007b).

Los nutrientes más estudiados a nivel agropecuario, por su influencia a nivel ambiental y productivo, han sido el nitrógeno y el fósforo. En el ciclo del nitrógeno intervienen los compartimentos suelo, planta, animal y atmósfera. Después del carbono y el oxígeno, el nitrógeno es el elemento más abundante en las plantas. Es un elemento móvil. Los mayores ingresos de nitrógeno al sistema ocurren por fijación biológica por leguminosas (FBN) constituyentes de pasturas implantadas por el hombre, y en menor medida por los

recursos vegetales naturales y por deposición atmosférica (Hatch et al., 2002; Mc Neill & Unkovich, 2007; Oelman et al., 2007; Cornell, 2011). Dependiendo del grado de intensificación, el nitrógeno ingresa del exterior a través de fertilizantes nitrogenados como la urea, y por suplementos alimenticios para el ganado. La actividad enzimática de la masa microbiana descompone la materia orgánica presente en el suelo (plantas, organismos muertos, orina, materia fecal animal) proveyendo así, de nitrógeno disponible y asimilable a las plantas y microorganismos, retornando nuevamente al pool de nitrógeno orgánico del suelo (Lantinga et al., 1987). El nitrógeno sale del sistema a través de los animales y/o sus productos (leche, lana, etc.), y se pierde por volatilización como amoníaco, por lixiviación como nitratos, y en menor medida por desnitrificación originando óxidos nitrosos (gas de efecto invernadero), y también por erosión en sistemas con pendientes importantes y compactación de suelos o suelos degradados y desnudos (Hatch et al., 2002; Pfeffer & Hristov, 2005; Schröder et al., 2005; Mc Neill & Unkovich, 2007; Andriulo, 2010; Piñeiro et al., 2010).

En el ciclo del fósforo intervienen los compartimentos suelo, planta y animal. El fósforo es un elemento poco móvil. No existe fijación desde la atmósfera y la deposición puede llegar a ser despreciable. No es abundante en el suelo. Las fuentes de fósforo para los sistemas pastoriles son los fertilizantes fosforados (minerales y orgánicos). Puede ingresar, además, con los suplementos alimenticios para los animales del sistema. Dentro de las deyecciones del ganado, las heces tienen mayor concentración de fósforo que la orina, retornando así al suelo, aunque en forma poco homogénea (Haygarth et al., 1998; Watson et al., 2003). Gran parte del fósforo está en formas no disponibles para las plantas (fijado en los minerales del suelo) y la planta no puede absorberlo. La disponibilidad de este elemento depende del tipo de suelo y sistema de manejo (García et al., 2002; Bünemann & Condron, 2007). La salida de fósforo se da con los productos animales, igual que el nitrógeno, aunque en distintas concentraciones. Las pérdidas se originan, principalmente, por escurrimiento, erosión y menos por lixiviación (Sharpley et al., 2003; Sotomayor-Ramírez et al., 2006; Soupier et al., 2006; Bünemann & Condron, 2007). Comparado con el nitrógeno,

el ciclado interno de este elemento a través de las heces y el material vegetal muerto, cobra mayor importancia (Sompson et al., 2011; Li et al., 2012). En los rumiantes, el ciclo rumino-hepático-salival influye en la cantidad y disponibilidad de fósforo en materia fecal (Ternouth, 1990; Block et al., 2004; Knowlton et al., 2004; Kincaid & Rodehutsord, 2005). La insalivación del bolo ruminal aporta más fósforo al alimento original debido a su contenido en fosfatos (Tamminga, 1996). Así, no solo aumenta el contenido, sino también la solubilidad del fósforo en heces, incrementando la posibilidad de riesgo ambiental (Dou et al., 2003; Knowlton et al., 2004; Días et al., 2011). Con respecto al material vegetal, el forraje joven contiene más nutrientes que el maduro y lignificado. A su vez, es más palatable y por lo tanto, apetecido y consumido por los herbívoros (Chaneton et al., 1996). Esto conlleva a que en pastoreos con bajas cargas animales, que posibilita la selección de plantas por parte del animal, se aumente la extracción de fósforo por consumo diferencial de las plantas jóvenes (gramíneas y/o leguminosas) (Díaz Zorita, 2000).

UTILIZACIÓN Y EFICIENCIA DE USO DE NITRÓGENO Y FÓSFORO

Los bovinos, como integrantes de los ciclos de los nutrientes, restituyen al suelo entre un 75% y 95% de los nutrientes de la ingesta a través de sus deyecciones, remanente de forraje sin comer, o por pérdidas durante la ingesta (Tamminga, 1996; Van Horn et al., 1996; Viglizzo & Roberto, 1997; White et al., 2001; Díaz Zorita & Barraco, 2002; Hass et al., 2002; Bolton et al., 2004; Greenquist et al., 2009). El sistema extensivo con pastoreos continuos produce traslados de fertilidad a través de una distribución de deyecciones desparejas, ya que los animales no pastorean en forma homogénea los potreros, produciéndose transferencias internas (Laws et al., 2000; Jarvis et al., 2002; Simpson et al., 2011). De esta forma, la misma carga animal media, pero manejada en forma rotativa más intensificada, mejora la uniformidad de la distribución de la materia fecal y orina, disminuyendo las áreas de concentración de los principales nutrientes excretados (Díaz Zorita, 2001; Dahlin et al., 2005). Por lo general, la extracción de nutrientes de las pasturas

es más homogénea que su restitución, dado que el pastoreo es más uniforme, pero las deposiciones, tanto sólidas como líquidas, se concentran en ciertos sectores del lote (callejones, aguadas, etc.) (Diaz Zorita, 1998, 2000; Pordomingo, 2002; Oudshoorn et al., 2008).

La baja eficiencia de utilización de nutrientes por los animales determina que quede en el sistema ganadero del 60 al 80% del nitrógeno y fósforo consumidos (Tamminga, 1996; Van Horn et al., 1996; Hass, 2002; Verhoeven et al., 2003; Wu et al., 2003; Rouquette Jr. et al., 2010). El nitrógeno es retenido en menor medida por el animal comparado con el fósforo. Por ejemplo, del 100% del nitrógeno que consume una vaca lechera, solo se destina a producción de leche alrededor del 19%, un 3% se destina a crecimiento de tejidos y funciones de mantenimiento del animal, y la mayoría se elimina al ambiente (Van Horn et al., 1996). Para novillos de tamaño grande, se estimaron por cálculos teóricos retenciones de fósforo entre 18 y 35%, y de nitrógeno entre 17 y 18,5% (Zehnder & DiCostanzo, 1997). En feedlots de Nebraska, USA, sobre 6.366 cabezas, estimaron retenciones del 12,3% y 15,4% del nitrógeno y fósforo consumidos, respectivamente (Kissinger et al., 2007). Erickson & Milton (2001), en ensayos con novillitos y con terneros, con dietas ajustadas en proteína estimaron retenciones de nitrógeno de 13 a 13,9%, y retenciones de fósforo entre 12 y 18 % para dietas con 0,45 y 0,35 % P, respectivamente (ensayos de 150 a 200 días de duración). En otros ensayos con distintas dietas y categorías, con duraciones superiores a los 130 días, obtuvieron retenciones de nitrógeno entre 11,2 % y 17,7 %, siendo los valores menores para la categoría de novillo con dietas con 30% de granos de destilería (Erickson & Klopfenstein, 2010). A nivel de pastoreo, para novillos estimaron por ecuaciones valores de retención de nitrógeno en el mismo rango, de 13,4 % a 16,3% (Arias et al., 2013). Según Phillips (2002), el máximo de retención oscila en el 16% del nitrógeno consumido en una dieta de alta calidad. En trabajos anteriores se consignaron valores menores de retención de nitrógeno para bovinos destinados a producción de carne en sistemas intensivos, en alrededor del 10% (Bierman et al., 1999), y en base pastoril, en menos del 10% (Hutchings et al., 1996 en Rotz, 2004).

Las transferencias de nutrientes suceden a dos grandes niveles: interno y externo. Las transferencias a nivel externo resultan ser los ingresos y egresos del nutriente al sistema agropecuario y del sistema agropecuario, respectivamente. La forma más simple de estimar las cantidades retenidas o perdidas por dichos sistemas es a través de los “balances prediales de nutrientes”, resultado de la diferencia entre las entradas y las salidas que ocurren en dicho sistema en un período de tiempo (Atkinson & Watson, 1996; Watson & Atkinson, 1999; Schüpbach, 2002; Schröder et al., 2003). Los balances de nutrientes en los sistemas de producción agropecuarios permiten conocer el potencial de los mismos para ser retenidos y ciclados dentro del propio sistema, valorar la magnitud del costo económico de dichos nutrientes en la producción y estimar el costo ambiental (riesgo de contaminación y de transferencia de dichos nutrientes fuera del sistema). Varían de acuerdo al sistema de producción (intensivo, semiintensivo o extensivo), recursos alimenticios (pasturas, pastizales naturales, verdeos, concentrados, etc.) y prácticas de manejo empleadas (fertilización, rotaciones, tipos de labranza) (Viglizzo & Roberto, 1997; Díaz Zorita, 2000; García et al., 2002; Bassanino et al., 2007; Rouquette Jr. et al., 2010). Los sistemas de pastoreo con altas cargas instantáneas y el uso de especies forrajeras de mayor productividad provocan un aumento en la extracción de nutrientes de los suelos (Díaz Zorita, 1998; Barón et al., 2001; Pordomingo, 2002).

DESCRIPTORES E INDICADORES PARA EVALUAR IMPACTOS EN EL AMBIENTE

El desarrollo de un tema suele organizarse mediante una serie de ideas o conceptos que se pueden describir por medio de una serie de expresiones o descriptores. En términos generales, un descriptor es una palabra o conjunto de palabras que responden a un concepto. Esto es, los descriptores son términos que expresan conceptos, conocimientos (del Valle Gastaminza, 2003). En el estudio de la sustentabilidad de los sistemas agroecológicos, los descriptores son características significativas de un elemento del sistema de acuerdo con los principales atributos de sostenibilidad del sistema considerado,

entre los que se encuentran la productividad, estabilidad y adaptabilidad (Camino & Müller, 1993). Los descriptores dependerán, en gran medida, del nivel de agregación del sistema bajo análisis. A su vez, para cada descriptor seleccionado deberían definirse uno o varios indicadores, los cuales medirán el efecto del sistema sobre el descriptor. Por ejemplo, elemento suelo, descriptor fertilidad del suelo, indicador insumos de nitrógeno por hectárea por año. En aquellos casos que no puedan aplicarse indicadores para describir el fenómeno, quedará señalado solamente el descriptor (Torquebiau, 1992).

Para los indicadores existen varias definiciones, y dado la naturaleza de la información que proporcionan, distintos autores clasifican los indicadores de acuerdo a la naturaleza de los datos y la información que proveen. Ruitenbeek, citado por Camino & Müller (1993) reconoce cuatro tipos de indicadores, entre los cuales se encuentran los “Indicadores descriptivos”, los cuales se usan como línea de base descriptiva de condiciones pasadas o actuales. Varios de los impactos en el ecosistema pueden ser medidos y monitoreados a través de indicadores e índices (Winograd, 1995; Sarandón, 2002; van der Werf & Petit, 2002; Viglizzo et al., 2006; Sarandón & Flores, 2009). Dentro de la bibliografía podemos destacar la de la Agencia Europea del Medio Ambiente que lo define como “Valor observado representativo de un fenómeno a estudiar. En general, los indicadores cuantifican la información mediante la agregación de diferentes datos, dando lugar a información sintetizada. En definitiva, los indicadores simplifican la información ayudando a describir y valorar fenómenos más complejos”. Se derivan de datos primarios. Un indicador marca la tendencia de un fenómeno que en algunos casos no se detecta con facilidad, y permite comprender el estado de sustentabilidad de un sistema y/o los puntos críticos del mismo. En los indicadores deberían intervenir valores mensurables, lo que permitiría definir acciones concretas para corregir errores o desviaciones del objetivo deseado (OCDE/GD 179, 1993; Goodlass et al., 2001 y 2003; Evia, 2002; van der Werf & Petit, 2002; Schröder et al., 2003; Halberg et al., 2005a). Un índice es un indicador agregado o ponderado que se basa en varios otros indicadores o datos. Es una expresión numérica, de carácter adimensional,

obtenida de la fusión de varias variables mediante criterios de ponderación (Escobar, 2006; Aguirre Arroyuela, 2008).

A nivel internacional existe una amplia variedad de metodologías propuestas para evaluar los impactos a escala de establecimiento o predio. Los indicadores que se prefieren son aquellos basados en los efectos ambientales producidos por las prácticas agropecuarias y que arrojen un valor con unidades de medida (mg/L, kg/ha, etc.). En una revisión publicada en el 2002 se analizaron y compararon 12 metodologías basadas en indicadores para evaluar dichos impactos (van der Wert & Petit, 2002). Los Indicadores de sustentabilidad agroambiental básicos estuvieron referidos a: - Uso de la tierra; - Nivel de intensificación; - Calidad de suelos; - Calidad de aguas; - Hábitat y Biodiversidad; - Emisión de Gases de Efecto Invernadero. En la práctica, el análisis de la sustentabilidad agroecológica de un sistema productivo se puede realizar a través de un conjunto de indicadores de sustentabilidad agroambiental (OECD GD 179, 1993; van der Werf & Petit, 2002; Viglizzo et al., 2002; Halberg et al., 2005a-b; Lebacqz et al., 2013). Sin embargo, desde un punto de vista más amplio, no solo deberían considerarse los impactos ambientales asociados a los aspectos productivos/económicos de las actividades agrícolas y ganaderas, sino también los sociales, para alcanzar así, un equilibrio razonable entre todos los factores (Bergström et al., 2005; Sims et al., 2005; EEA, 2006; Nevens et al., 2006; Dahl, 2012; Moldan et al., 2012).

BALANCE DE NUTRIENTES

El Balance de Nutrientes ha sido el indicador más estudiado en los diferentes tipos de sistemas agropecuarios. Los balances expresan el ingreso de nutrientes y la administración de los nutrientes excedentes, resultando en un indicador de manejo ambiental de los mismos. El desbalance (o excedentes de nutrientes resultantes) puede derivar en dos caminos: 1) pérdida directa al ambiente o 2) agregado de nutrientes a las reservas del suelo, posibilitando el riesgo de futuras pérdidas ambientales. Los Balances de

nitrógeno y fósforo proveen una idea de la situación del establecimiento (Dou et al., 1998; Koelsh & Lesoing, 1999; Spears et al., 2003a-b; Koelsh, 2005; Gil et al., 2006; Nevens et al., 2006; OECD & EUROSTAT, 2007) y permiten comparar los predios según diferentes manejos, estrategias nutricionales y escalas de producción (Domburg et al., 2000; Scholefield et al., 2007; Gourley et al., 2011; Gourley & Weaver, 2012; Castillo et al., 2013).

A partir de distintos elementos de las ecuaciones de cálculo del balance y/o de otros componentes de los sistemas agropecuarios se han construido algunos indicadores relacionados con el manejo de los nutrientes a escala de predio y/o de áreas específicas (Halberg, 1999; Hass et al., 2001; Schröder et al., 2003; Gil et al., 2006; Herrero et al. 2005, 2006b-d; Olesen et al., 2006; Nevens et al., 2006; Lebacqz et al., 2013). El desarrollo de indicadores de sustentabilidad y de comportamiento ambiental favorece la comprensión de la dinámica de nutrientes en el medio y de las transferencias a sectores de mayor concentración animal. De esta forma, se pueden estar afectando distintas áreas del establecimiento y del ambiente al mismo tiempo, pero en formas distintas. Así, la transferencia puede degradar el suelo en un área determinada (superficies de cosecha de grano/forraje) y contaminar suelo y/o agua en aquellos sectores donde son alimentados los animales (áreas de mayor concentración) (Sveinsson et al., 1998; Koelsh & Lesoing, 1999; Laws et al., 2000; Steinshamn et al., 2004; Dahlin et al., 2005; Herrero et al., 2005-2006b; Eurostat Statistics Explained, 2013). La identificación de los flujos de nutrientes y minerales resulta fundamental para identificar los puntos críticos y para aplicar estrategias de manejo de la alimentación y de los fertilizantes (Domburg et al., 2000; Dou et al., 2003; Knowlton et al., 2004; Saporito & Lanyon, 2004; Erickson et al., 2010; Castillo et al., 2013) y de los residuos orgánicos, estiércol principalmente (Philips, 2002; Bolton et al., 2004; Burón Alfano et al., 2009).

Los modelos conceptuales

Existen distintos modelos conceptuales para el cálculo del Balance de Nutrientes, tipo de información incluida y grado de detalle y confiabilidad de la misma (Watson y Atkinson, 1999; Watson et al., 2002; Schüpbach, 2002; Öborn et al., 2003; Oenema et al., 2003; Schröder et al., 2003). El modelo conceptual normalmente depende del propósito para el cual se calcula dicho balance: a) aumentar el conocimiento sobre el ciclo de un nutriente y las fuentes de ingreso y egreso del mismo; b) indicador de desempeño de un sistema agropecuario y para fomentar el conocimiento sobre estudios de stocks, monitoreo y de administración de nutrientes; c) herramienta regulatoria ambiental. En muchos estudios, el objetivo resulta de una mezcla de a y b, brindando información sobre el ciclado de nutrientes, contribuyendo al entendimiento de las relaciones ingreso-egreso de los nutrientes y a la evaluación y monitoreo de la efectividad de planes de manejo nutricional y de medidas agroambientales (Cherry et al., 2012; Buckley et al., 2013; Lantinga et al., 2013; Murphy et al., 2015). El valor que se le da al resultado del balance como indicador de desempeño depende, también, de que existan valores base o de referencia contra los cuales contrastar. Los valores de referencia para contrastar, en el caso del nitrógeno (elemento móvil en el suelo) dependerán del tipo de agroecosistema, clima, tipo de suelo. Para los inmóviles o poco móviles, como el fósforo, principalmente de su concentración en el suelo. Debido a estas complejidades y variabilidades, existen muy pocos valores establecidos. Por ejemplo, para el año 2003, en Holanda, para tierras de pastoreo se había establecido, tentativamente, un balance anual de nitrógeno de 140 kg N/ha/año para suelo arenoso y de 180 kg N/ha/año para arcillosos, y para el fósforo, 9 kg P/ha/año, independientemente del uso de la tierra (agricultura o ganadería) y del tipo de suelo (Sims, et al., 2005). En Suecia, debido a las acumulaciones de fósforo en suelo, los valores permitidos fueron, para 1995 de hasta 6 kg P/ha/año, y luego debieron ajustarlo a un máximo de 1,6 kg P/ha/año para el 2001 (Djordjic, et al., 2005).

Los modelos conceptuales aumentan en complejidad a medida que se incorporan los distintos flujos internos de nutrientes. Existen tres aproximaciones más frecuentes (Watson y Atkinson, 1999; Oenema et al., 2003), las cuales, de la más simple a la más compleja son:

1º- Balance Predial o del Establecimiento (BP)

Es el de cálculo más simple. Está basado en información registrada por el productor agropecuario en cuanto a las cantidades ingresadas y vendidas del establecimiento. Asume que las condiciones de nitrógeno y fósforo son estacionarias dentro del predio, por lo cual, cualquier valor positivo del balance considera que dicho nutriente se pierde al sistema. Se puede sumar un grado de complejidad luego, si este déficit o exceso (ingreso – egreso) es ajustado por posibles cambios en las reservas del nutriente en el establecimiento, y si se considera o no la estimación de la fijación de nitrógeno por leguminosas. El mayor beneficio consiste en que permite analizar distintos tipos de agroecosistemas, con la misma base. La mayor limitación, es que en la forma más simple no muestra en qué compartimiento queda acumulado el nutriente ni por cuáles vías puede perderse.

2º- Balance Biológico o de suelo superficial (BB)

Esta forma de cálculo adiciona, además de las entradas y salidas registradas por el establecimiento, todos los nutrientes que entran al suelo a través de la superficie y que egresan del mismo a través de los forrajes/cultivos. Para el nitrógeno incluye la fijación por leguminosas y la deposición atmosférica. El ingreso de nitrógeno vía fertilizante o estiércol es ajustado por las pérdidas por volatilización como amoníaco. También asume que las condiciones de nitrógeno y fósforo son estacionarias dentro del predio. Se puede sumar un grado de complejidad luego, si este déficit o exceso (ingreso – egreso) es ajustado por posibles cambios en las reservas del nutriente en el suelo. Esta aproximación se está utilizando como indicador de desempeño ambiental para la agricultura en algunos países desarrollados.

3º- Balance Sistémico Completo (BS)

Esta forma incorpora, además de lo que se utiliza en el balance biológico o de suelo, los flujos internos del nutriente dentro del suelo, principalmente referidos al nitrógeno (mineralización e inmovilización). Incluye las pérdidas y ganancias dentro del suelo y desde el suelo. El déficit o exceso es una medida de la pérdida neta (egreso > ingreso) o excedente neto (egreso < ingreso) del sistema, o simplemente de la falta de registro del nutriente (“unaccounted for”). Se puede usar para estados no estacionarios, por ejemplo, luego de un cambio en el uso de la tierra. Resulta así ser el más flexible, pero a su vez el más complejo. Permite predecir cambios en el flujo del nutriente dentro del sistema agropecuario, lo cual permite un análisis de la dependencia del sistema de las fuentes internas del nutriente, concepto importante en relación con la sustentabilidad. Esta aproximación se usa con mayor frecuencia en investigación para identificar el destino de los excedentes de los nutrientes.

Estimación de la fijación biológica de nitrógeno

El nitrógeno es el único nutriente que se incorpora a los sistemas agropecuarios desde la atmósfera, a través de la fijación biológica. La medición exacta de la fijación biológica de nitrógeno se utiliza para estudios científicos y ensayos de campo, pero no resulta de practicidad para los cálculos de balances prediales anuales para diagnósticos y monitoreos ambientales (Høgh-Jensen et al., 2004; Herrero et al., 2006a; Nimmo, 2011). A través de distintas investigaciones, tanto internacionales como nacionales, se ha llegado a valores medios de ingresos de nitrógeno por hectárea por fijación biológica, para diversas especies de leguminosas (Racca et al., 2001; Carlsson & Huss-Danell, 2003). Para incluir el ingreso de nitrógeno por fijación biológica al cálculo del balance predial, Dou et al. (1998) propusieron estimarlo a partir de la producción de forraje de las pasturas y de su contenido de nitrógeno (parámetros más fáciles de medir), basado en Heichel et al. (1984), Bacon et al., (1990) y Klausner (1993). La inclusión de la fijación biológica de nitrógeno en el cálculo

de balance predial de nitrógeno resulta de importancia para los sistemas agropecuarios de base pastoril con baja suplementación (Dhalin et al., 2005; Herrero et al., 2006a) por su vinculación con la sustentabilidad ambiental -fertilizantes nitrogenados de síntesis química, consumo de energía fósil y emisión de gases de efecto invernadero- (Jensen et al., 2003; Gil et al., 2009; Carreño et al., 2010).

En estudios realizados por el INTA a través del Proyecto Nacional Alfalfa (PRONALFA) en 5 ambientes representativos de la Región Pampeana, bajo condiciones sin restricciones, se ha calculado que la fijación biológica provee hasta un 79% de los requerimientos nitrogenados del cultivo de alfalfa (Racca et al., 2001). Acorde a éste y otros estudios, se pueden incorporar a las pasturas hasta 300 kg N/ha/año, con variaciones según factores ambientales de temperatura, humedad, pH del suelo, etc., y de manejo, como ser los períodos de descanso (Díaz Zorita, 2000).

Antecedentes internacionales y nacionales de la aplicación de los balances de nutrientes

A partir de la década del '90, cobraron importancia en Europa y en Estados Unidos estudios sobre balances de nitrógeno y fósforo, principalmente para producciones bovinas lecheras, y en segundo término para producciones porcinas, incluyendo solo algunos sistemas orgánicos para ambas especies. En producción de bovinos de carne, se trabajó principalmente con feedlots en Estados Unidos (Koelsh & Lesoing, 1999; Kissinger et al., 2007) y con sistemas extensivos convencionales y orgánicos en Europa (Watson & Atkinson, 1999; Stockdale & Watson, 2002; Watson et al., 2002). En Oceanía, en los países ganaderos Australia y Nueva Zelanda (Neville et al., 2004; Monaghan et al., 2007; Keipert et al., 2008; Ovens et al., 2008; Gourley et al., 2007; Weaber & Wong, 2011; Gourley et al., 2012a-b), en Centroamérica (Torres Meléndez, 2005; León et al., 2008; Jiménez Castro & Elizondo Salazar, 2014; Elizondo Salazar & Jiménez Castro, 2014) y en Sudamérica, en los países limítrofes a Argentina, especialmente Chile (Alfaro & Salazar, 2005; Alfaro et al.,

2009; Núñez et al., 2010 a-b; Oenema et al., 2014) y Uruguay (La Manna et al., 2008; 2011; Tieri et al., 2011).

En el Cuadro I.1 y Cuadro I.2 se presenta un resumen de valores de balances de nitrógeno y de fósforo y de sus eficiencias de uso para producciones lecheras en distintos países, respectivamente.

En el trabajo de Haas et al. (2001), la evaluación de los tambos fue según nivel de intensificación (intensivo, extensivo y orgánico). Los balances de nitrógeno estuvieron siempre en exceso, mientras que para el fósforo, el sistema orgánico (extensivo con muy poca suplementación y sin fertilización) arrojó valores negativos, mostrando que el sistema orgánico se ve degradado en relación con el fósforo, situación semejante encontrada por Steinshamn et al. (2004) en Noruega. Sims et al. (2005), de un trabajo de 17 tambos eligió 3 representativos de Europa (correspondientes a tres países diferentes), con distintas cantidades compradas de fertilizantes y de alimento, de superficie de pastoreo y de cultivos para venta de granos, con la finalidad de mostrar ejemplos típicos. El trabajo en fósforo de Murphy et al. (2015) en Irlanda, sobre 9 establecimientos lecheros, arrojó un rango para balance predial entre -3 y 8 kg P/ha/año y de 59 a 126% de eficiencia de uso del fósforo, mostrando, también, la pérdida del nutriente en ciertos planteos productivos. En Uruguay, dentro de un análisis de sustentabilidad ambiental a través del uso del sistema MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales integrando Indicadores de Sustentabilidad), registraron para predios lecheros, que los balances de nitrógeno y fósforo denotaban una acumulación de dichos nutrientes con el aumento de la intensificación (Cardozo et al., 2010).

Cuadro I.1. Balances prediales y Eficiencias de uso de nitrógeno para producciones lecheras en distintos países.

País	Balance de Nitrógeno anual	Observaciones	Referencias
Nueva Zelanda	Balance 131 kg N/ha Eficiencia 30 %	Media nacional por datos estadísticos (1995-1996)	Ledgard et al., 1997
Dinamarca	Balance 240 kg N/ha 124 kg N/ha	Convencional Orgánico	Dalgaard et al., 1998
Dinamarca	Balance 173 kg N/ha 112 kg N/ha	Promedio de 15 predios para 3 años Convencional Orgánico	Halberg, 1999
Alemania	Balance 80 kg N/ha 31 kg N/ha 31 kg N/ha	Promedio de 6 predios por sistema Intensivo Extensivo Orgánico	Haas et al., 2001
Estados Unidos	Balance 81 ton N/año Eficiencia 36 %	Convencional. Promedio de 41 predios de 466 vacas	Spears et al., 2003a
Chile	Balance 260 kg N/ha Eficiencia 25 %	Unidad experimental	Salazar, 2003
Noruega	Balance 41 kg N/ha Eficiencia 31 %	Promedio de 3 años. Orgánico	Steinshamn et al., 2004
Bélgica Suecia Gran Bretaña	Balance 330 kg N/ha Balance 126 kg N/ha Balance 280 kg N/ha	Tambo representativo para el país	Sims et al., 2005
Países Bajos	Balance 378 kg N/ha Eficiencia 15 % Balance 238 kg N/ha Eficiencia 22 %	Promedio de 120 predios en base de datos para 2 años: 1989 2001	Nevens et al., 2006
Italia	Balance 318 kg N/ha Eficiencia 33 %	Promedio de 9 predios	Bassanino et al., 2007
Nueva Zelanda	Balance 92 kg N/ha Eficiencia 46 % Balance 387 kg N/ha Eficiencia 23 %	Promedio de 5 años para una unidad productiva. Sin fertilizar Fertilizada con 410 kg N/ha/año	Monaghan et al., 2007
Uruguay	Balance 2,9 a 131 kg N/ha	5 modelos de tambos con creciente nivel de intensificación	La Manna et al., 2008
Japón	Balance 378 kg N/ha Eficiencia 25 %	Promedio de 5 años de unidad productiva	Kobayashi & Yamada, 2010
Países Bajos	Balance 381 kg N/ha Eficiencia 17 % Balance 272 kg N/ha Eficiencia 26 %	Promedio nacional 1998. Media 16 tambos pilotos con mejoras (1998-2002)	Oenema et al., 2011
Países Bajos	Balance 191 kg N/ha Eficiencia 34 %	Media 16 tambos pilotos con mejoras (2000-2009)	Oenema et al., 2012
Australia	Balance 193 kg N/ha Eficiencia 25 %	Promedio de 41 predios base pastoril.	Gourley et al., 2012
Irlanda	Balance 143 kg N/ha Eficiencia 23 %	Media nacional a partir de una muestra representativa.	Buckley et al., 2013
Costa Rica	Eficiencia 35 %	Promedio de 11 predios base pastoril	Jiménez Castro & Elizondo Salazar, 2014

Cuadro I.2. Balances prediales y Eficiencias de uso de fósforo para producciones lecheras en distintos países.

País	Balance de Fósforo anual Eficiencia de uso	Observaciones	Referencias
Dinamarca	Balance 19 kg P/ha 7 kg P/ha	Promedio de 15 predios para 3 años Convencional Orgánico	Halberg, 1999
Alemania	Balance 5,3 kg P/ha 4,5 kg P/ha -2,3 kg P/ha	Promedio de 6 predios por sistema Intensivo Extensivo Orgánico	Haas et al., 2001
Estados Unidos	Balance 6,6 ton P/año Eficiencia 85 %	Convencional. Promedio de 41 predios de 466 vacas	Spears et al., 2003b
Noruega	Balance 0,6 kg P/ha Eficiencia 92 %	Promedio de 3 años. Orgánico	Steinshamn et al., 2004
Bélgica Suecia Gran Bretaña	Balance 23 kg P/ha 8 kg P/ha 26 kg P/ha	Tambo representativo para el país	Sims et al., 2005
Puerto Rico- Estados Unidos	Balance 156 kg P/ha	Promedio de 14 fincas lecheras base pastoril.	Torres Meléndez, 2005
Japón	Balance 97 kg P/ha Eficiencia 19 %	Promedio de 5 años de unidad productiva	Kobayashi & Yamada, 2010
Australia	Balance 26 kg P/ha Eficiencia 32 %	Promedio de 41 predios base pastoril. Hubo valores negativos de balance.	Gourley et al., 2012
Irlanda	Balance 4,1 kg P/ha Eficiencia 84 %	Media nacional a partir de una muestra representativa. El 27% de los predios con balance negativo.	Buckley et al., 2013
Irlanda	Balance 9,4 kg P/ha Eficiencia 71 %	Promedio de 21 predios base pastoril de 4 años.	Ruane et al., 2014
Costa Rica	Eficiencia 25%	Promedio de 11 predios base pastoril	Elizondo Salazar & Jiménez Castro, 2014
Irlanda	Balance 5,1 kg P/ha Eficiencia 70 %	Promedio de 21 predios base pastoril, con aplicación de mejoras en el manejo del fósforo.	Mihailescu et al., 2015
Irlanda	Balance 2,4 kg P/ha Eficiencia 89 %	Promedio de 9 predios base pastoril.	Murphy et al., 2015

En el Cuadro I.3 se presenta un resumen de valores de Balances de nitrógeno y de fósforo para producciones porcinas en distintos países europeos.

Cuadro I.3. Balances prediales de nitrógeno y de fósforo para producciones porcinas en distintos países.

País	Balace de nutrientes anual Eficiencia de uso	Observaciones	Referencias
Dinamarca	Nitrógeno 195 kg N/ha 115 kg N/ha	Convencional Orgánico (simulado)	Dalgaard et al., 1998
Dinamarca	Nitrógeno 174 kg N/ha Fósforo 19 kg P/ha	Promedio de 3 años de 5 granjas convencionales	Halberg, 1999
Bélgica	Nitrógeno 9.811 kg N/ha Fósforo 1.056 kg P/ha	Granjas representativos para el país	Sims et al., 2005
Dinamarca	Nitrógeno 280 kg N/ha Fósforo 50 kg P/ha		
Francia	Nitrógeno 303 kg N/ha Fósforo 14 kg P/ha		
Italia	Nitrógeno 486 kg N/ha	Promedio de 11 granjas	Bassanino et al., 2007

En cuanto a las producciones porcinas, resulta interesante el trabajo de Dalgaard et al. (1998) pues comparó los balances de nitrógeno entre ambas producciones, lecheras y porcinas, convencionales y orgánicas, expresándolos además, por tonelada de leche o tonelada de carne producida. Para los porcinos, el balance en el sistema convencional fue inferior al del orgánico, quedando mejor posicionado en cuanto al componente ambiental (mejora en la eficiencia de utilización del nitrógeno debido al uso de promotores de crecimiento, antibióticos y aminoácidos sintéticos). Sims et al. (2005), también eligió para cerdos explotaciones representativas correspondientes a tres países de Europa, con distintas cantidades compradas de fertilizantes y de alimento, de estiércol exportadas del predio y de superficie de pastoreo y de cultivos para venta de granos, obteniendo en Bélgica, para una granja intensiva de 2.000 cerdos los valores más altos de balances, 9.811 kg N/ha/año y 1.056 kg P/ha/año, para nitrógeno y fósforo, respectivamente.

En sistemas de producción de carne, el trabajo más amplio en planteos en confinamiento fue realizado por Koelsh & Lesoing (1999) en Nebraska, USA (33 establecimientos de engorde de vacunos y de porcinos). Dada la variedad estudiada en relación con las superficies y cantidad de cabezas engordadas, expresaron los balances en toneladas por año y a través del cociente entre kilos de nutrientes ingresados y egresados.

Esta relación varió, para nitrógeno, entre 0,8 y 4 / 1, y para fósforo entre 0,6 y 4,7 / 1. Observaron que el tamaño de la explotación, expresado en número de cabezas, y la superficie proveedora de alimentos para los animales justificaban solo una parte de las variaciones de los balances, y que el manejo de la alimentación y del estiércol tuvieron mayor importancia en la explicación de las diferencias. Observaron balances de fósforo neutros o negativos en algunos establecimientos con baja carga de animales en relación a la superficie de cultivo, encontrando como explicación la poca fertilización artificial para compensar la salida de dicho nutriente a través de los granos.

Sobre sistemas extensivos de producción de carne se encuentran trabajos realizados en campos experimentales en Gran Bretaña (Watson & Atkinson, 1999; Laws et al., 2000), y en Suecia en un solo establecimiento (Dahlin et al., 2005). Watson & Atkinson (1999) en invernadas de 18 meses de duración sobre pasturas, con cargas superiores a 2 unidades ganaderas/ha, calcularon los balances de nitrógeno predial, de suelo y sistémico, obteniendo para el balance predial valores de 17 kg N/ha y 285 kg N/ha, sin fertilización y con fertilización nitrogenada, respectivamente. En el trabajo de Laws et al. (2000) se realizaron tres tratamientos distintos en dos lugares diferentes durante cinco años: fertilización química convencional, fertilización con estiércol y solo ingreso de nitrógeno por fijación biológica, promediando los valores más altos de balance de nitrógeno para el tratamiento convencional (239 y 232 kg N/ha/año) y los más bajos para el de fijación biológica de nitrógeno (104 y 58 kg N/ha/año). El trabajo en Suecia fue sobre un predio de 2.460 ha en el cual se calculó el Balance Sistémico de nitrógeno previo a la introducción de mejoras en el manejo del mismo y al año posterior, arrojando valores de 22 kg N/ha y 14 kg N/ha, respectivamente (Dahlin et al., 2005). En Italia, a través de encuestas, relevaron información de 5 establecimientos productivos (razas continentales de tamaño grande) de invernada bovina y 16 de cría e invernada propia -ciclo completo-, con las cuales calcularon el balance predial de nitrógeno, obteniendo valores medios de 257 kg N/ha/año y de 100 kg N/ha/año, respectivamente (Bassanino et al., 2007).

En Cuba, en sistemas silvopastoriles conformados por pasto nativo y *Leucaena leucocephala* encontraron balances positivos para nitrógeno y para fósforo, comparado con balances negativos en monocultivos de pasto nativo (Crespo et al., 1998). En Chile, en la Región de Los Lagos, durante 1998-1999 realizaron estudios en predios ganaderos (carne y leche) con distinto nivel de intensidad productiva, determinando que existían distintos grados de utilización de los nutrientes aplicados como fertilizantes, de acuerdo al grado de intensificación del sistema. Los balances prediales de nitrógeno y fósforo fueron siempre positivos, variando de 15 a 120 kg N/ha/año y de 88 a 134 kg P/ha/año, con una eficiencia de uso promedio de nitrógeno y fósforo de 20 y 15%, respectivamente (Alfaro & Salazar, 2005). Años más tarde calcularon los balances prediales de nitrógeno y de fósforo, a nivel experimental, de planteos de producción de carne vacuna sobre pasturas implantadas, con diferentes cargas animales, obteniendo valores que variaron entre -309 y 58 kg N/ha/año y entre -8 y 20 kg P/ha/año (Alfaro et al., 2009). En Uruguay, en los primeros relevamientos de la actividad ganadera de carne bovina obtuvieron valores medios de balance predial de nitrógeno y fósforo de 54 kg N/ha/año y 7 kg P/ha/año, respectivamente, sobre 36 establecimientos ganaderos (Tierí et al., 2011) y de 42 kg N/ha/año y 7,4 kg P/ha/año, sobre una muestra de 24 establecimientos (Tierí et al., 2012).

A nivel local, los estudios sobre balances de nutrientes a nivel de agroecosistemas de base pastoril comenzaron a desarrollarse en la década del '90, tanto para producciones lecheras como de carne vacuna (Viglizzo & Roberto, 1997; Díaz Zorita, 1998). Recién en los últimos años comenzaron a relacionarse las transferencias de nutrientes con la alimentación provista a través de la suplementación, principalmente en los sistemas lecheros (Herrero, et al., 2006b; Cereigido, 2007; Orlando, et al., 2008, Burón Alfanto et al., 2009).

En 1997, Costa y García evaluaron en un pastizal de la Pampa Deprimida un balance parcial de nitrógeno (nitrógeno disponible en suelo y en plantas), con fertilizaciones a distintas dosis. Los resultados negativos que mostraron los tratamientos con fertilización

nitrogenada indicarían la ocurrencia de inmovilización bajo formas orgánicas y/o elevadas pérdidas del mismo (lavado, denitrificación, volatilización). En planteos de cría vacuna de la provincia de Buenos Aires se observó que en pastoreo continuo con bajas cargas el balance de nitrógeno se mantenía equilibrado, debido a que el aporte por lluvia alcanzaba a compensar las salidas del nitrógeno vía animal en pie, y en Chascomús, con pastoreos rotativos con cargas más elevadas y tratamientos con fertilización nitrogenada y fosforada, se manifestaron balances negativos para ambos elementos en los no fertilizados, y en el fertilizado solo negativo para nitrógeno, principalmente debido a su exportación vía animal en pie (García et al., 2002). En la provincia de San Luis reportaron valores bajos de exportación anual de nitrógeno y fósforo atribuibles a la ganadería extensiva, congruentes con los niveles de productividad en kilos de carne/ha/año. Consignaron una media de exportación de 0,38 kg N/ha/año y de 0,10 kg P/ha/año, si bien diferenciados por actividad, cría bovina (menor) y cría-recría-engorde (mayor) (Veneciano & Frigerio, 2003).

Los trabajos más extensos comenzaron con una evaluación agroambiental a través de una serie de indicadores (AgroEcolIndex®), los cuales incluían los balances prediales de nitrógeno y fósforo, procesando información regional (Viglizzo et al., 2002). A nivel de región Pampeana calcularon los balances de nitrógeno y fósforo en establecimientos agropecuarios comerciales durante los años 2002/2003, con la misma herramienta, considerando el % de cultivos anuales como un indicador de intensificación (Viglizzo et al., 2006). Los balances prediales de nitrógeno resultaron en su mayoría positivos, con una media de $21,82 \pm 28,65$ kg N/ha/año, mientras que los balances de fósforo fueron negativos en su mayoría, con una media de $-8,50 \pm 7,99$ kg P/ha/año. En un trabajo posterior caracterizaron los sistemas agropecuarios, según el % de cultivos anuales, en Ganaderos (0%), Mixtos (36%) y Agrícolas (100%), estimando los balances prediales de nitrógeno y fósforo, los que arrojaron valores positivos para nitrógeno en los Ganaderos y Mixtos, de 35 y 48,1 kg N/ha/año, respectivamente, y negativo en los Agrícolas (-21,3 kg N/ha/año), mientras que para el fósforo fueron todos negativos, con pérdidas de fósforo superiores a medida que se registraba mayor proporción de cultivos anuales (Viglizzo, 2007). Frank (2007) estimó con

información del año 2002 y datos del Censo Nacional Agropecuario 2002, los balances de nitrógeno y fósforo de 200 predios agropecuarios de la Región pampeana argentina según ecorregiones, utilizando la metodología AgroEcoIndex®. Así, obtuvo valores medios de -2,16 hasta 47,56 kg N/ha/año para balances de nitrógeno, y desde -11,12 hasta 3,38 kg P/ha/año para balances de fósforo, correspondiendo ambos valores más bajos para la Pampa Subhúmeda (relacionado con la intensificación y mayor proporción de tierra trabajada anualmente) y los más altos para la Pampa Deprimida. Luego, a nivel de ecorregiones en todo el país, fueron estimados los balances prediales de nitrógeno y fósforo en 3 períodos distintos (1956-1960; 1986-1990 y 2001-2005), resultando, en general, positivos los balances de nitrógeno y negativos los balances de fósforo (Frank & Viglizzo, 2010). En la zona semiárida central de la Argentina, para identificar mediante indicadores de sustentabilidad agroambiental la influencia de la incipiente intensificación en una determinada zona, se estudiaron 19 predios agropecuarios, principalmente ganaderos (Gil et al., 2009). En relación al fósforo, el promedio del balance fue de $-1,3 \pm 3,7$ kg P/ha/año, arrojando valores negativos el 68% de los predios, y para el nitrógeno, una media del balance de $14,13 \pm 14,04$ kg N/ha/año con solo un 15% de los predios con valores negativos. En un campo mixto con invernada bovina en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, para dos campañas diferentes, 1996/97 y 2007/08, calcularon balances de nitrógeno de 11,80 y 12,48 kg N/ha/año y balances de fósforo de -5,64 y -5,28 kg P/ha/año, respectivamente (Lageyre, 2012).

El avance en el estudio específico del manejo de nutrientes a nivel de predio se vio propiciado en los sistemas de producción lechera. El trabajo de Herrero et al. (2006d) figura entre los primeros en el que se calcularon para un grupo de establecimientos lecheros de las Cuencas Abasto norte y sur, en la provincia de Buenos Aires, balances prediales de nitrógeno y fósforo e indicadores de uso de nutrientes. El tiempo de permanencia de las vacas en el sector de ordeño tiene injerencia fundamental en la acumulación de nutrientes por transferencia desde las otras áreas del establecimiento a través de las excretas depositadas por las vacas en dicho sector durante el ordeño (Herrero et al., 2006b). En 19

tambos pastoriles intensificados con suplementación (Buenos Aires, 2003/2004) se obtuvieron balances prediales desde $-8,37$ a 163 kg N/ha/año y desde $-9,9$ a $28,86$ kg P/ha/año (Herrero & Gil, 2008). Los balances de nitrógeno y fósforo de dos tambos estabulados resultaron mayores que los balances de dos tambos extensivos con número semejante de vacas (Herrero et al., 2006c). En otro estudio posterior se encuestaron 27 establecimientos lecheros de la provincia de Buenos Aires. El balance predial de nitrógeno arrojó una media de $121,5 (\pm 71,8)$ kg N/ha/año y el de fósforo $18,3 (\pm 11,5)$ kg P/ha/año. Se determinó un nivel de racionamiento con concentrados y conservados del $57,29\% (\pm 15,88)$ y una transferencia promedio del $28,8\% (\pm 10,6\%)$ del total del nitrógeno y fósforo excretado por año hacia las instalaciones de ordeño (Carbó, 2011). A nivel de predio individual, a través de la aplicación del AgroEcoIndex® se comparó el comportamiento ambiental de un establecimiento mixto con producción lechera con uno netamente agrícola, arrojando valores de balance de nitrógeno y fósforo positivos en el sistema mixto y negativos en el agrícola (Galli et al., 2011). La evaluación de los cambios producidos en la sustentabilidad ambiental de tambos del sur de Santa Fe a causa de la intensificación fue realizada, también, a través de la aplicación del AgroEcoIndex®, mostrando aumentos importantes en los balances de nitrógeno y fósforo (Álvarez et al., 2012; Tieri et al., 2014). En la Cuenca Oeste de la provincia de Buenos Aires fueron analizados 11 predios lecheros a través de los balances de nitrógeno y fósforo. Los valores de las medianas y rango fueron $193,8$ kg N/ha/año ($42,6-334,3$) y $16,6$ kg P/ha/año ($1,1-42,2$), respectivamente (Varillas et al., 2013). En 43 tambos pertenecientes a las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba se evaluó la relación entre los balances prediales de fósforo y algunos indicadores de estructura y manejo a través de una regresión lineal múltiple, determinando un modelo de regresión a partir del cual encontraron que la fertilización fosforada de los cultivos proveedores de grano tuvo gran influencia en el balance de fósforo, incluso más que el ingreso de fósforo con los suplementos alimenticios (Carbó et al., 2014). Un estudio similar se realizó sobre 57 tambos de las mismas provincias, en referencia a los balances prediales de nitrógeno y algunos indicadores de estructura y manejo. Las variables de manejo que más aportaron al balance

fueron la eficiencia en el pastoreo y el nivel de fertilización nitrogenada (Charlón et al., 2014). La simulación fue utilizada en otro trabajo para valorar el desempeño ambiental de un sistema lechero durante un proceso de intensificación simulado a través del incremento gradual de la carga animal durante cinco años. El aumento de carga provocó incrementos en los balances de nitrógeno y fósforo, reflejando la relación entre la intensificación y la acumulación de nutrientes (Tierí et al., 2014).

En producción porcina se cuenta con un trabajo sobre 4 granjas con manejo intensificado. Calcularon los balances de nitrógeno y fósforo en toneladas por año y por kilo de carne de cerdo producido, obteniendo valores de 39 a 78 g N/kg carne y de 5 a 21 g P /kg carne (Gerber et al., 2007a).

En relación con la producción ganadera de bovinos para carne, la influencia de la intensificación en la dimensión ecológico-ambiental del sistema agropecuario comenzó a analizarse a través de indicadores de sustentabilidad agroambiental -AgroEcoIndex®- (Viglizzo et al., 2002). La caracterización agroambiental de predios o de sistemas de producción ganadera de carne bovina ha sido abordada desde la gestión ambiental como un todo, donde el manejo de los nutrientes (balances) es uno de los puntos incluidos, además del uso de la energía fósil, riesgo de erosión, riesgos de contaminación, uso del agua, agrodiversidad e intervención del hábitat. La mayoría de las veces se ha estudiado la influencia de la intensificación y/o de la integración con agricultura sobre los componentes ambientales de un solo sistema ganadero base pastoril -cría y/o invernada-, ya sea en un caso real (Freddi et al., 2011) o simulado (Álvarez & Giraudó, 2011; Galli et al., 2012). También, se ha evaluado a nivel individual la sustentabilidad con un enfoque más amplio, incorporando a la dimensión agroambiental, la socio-cultural y la económica a través del uso del sistema MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales integrando Indicadores de Sustentabilidad), arrojando para un agroecosistema mixto en la Pampa Mesopotámica, balances negativos, tanto para nitrógeno como para fósforo, resultando en un valor crítico a nivel ecológico ambiental (Acebal et al., 2011), y

para otro caso netamente ganadero, en el sur de la provincia de Santa Fe, un valor general aceptable pero crítico, también, para el nivel ecológico ambiental (Cechetti et al., 2012).

En este trabajo de tesis, ante el vacío parcial en ganadería de carne, se emprende la caracterización de los sistemas de producción de carne bovina, específicamente abordados desde el manejo de los nutrientes en relación con la sustentabilidad agroambiental.

HIPOTESIS

A través de una serie de indicadores e índices (descriptores) se pueden describir los aspectos más importantes del uso del recurso “nutriente” para diferenciar sistemas de producción de carne bovina según niveles de intensificación en el uso de los mismos.

OBJETIVOS

1- General:

Identificar y construir descriptores que sean base para la elaboración de índices ponderados que sirvan para la diferenciación de sistemas de producción de carne bovina, según niveles de intensificación en el uso de los nutrientes.

2- Particulares:

a- Seleccionar los descriptores/indicadores que mejor se asocien a la intensificación en el uso de nutrientes en distintos sistemas de producción de carne (extensivos; extensivos con suplementación; intensivos en corrales de engorde) con el fin de diferenciarlos, considerando la transferencia de nutrientes.

b- Analizar e integrar, en cada sistema de producción, la información originada por los indicadores seleccionados.

c- Comparar los distintos sistemas de producción según indicadores de manejo de nutrientes.

d- Identificar rangos de variación de los descriptores/indicadores elaborados para cada grupo de sistemas de producción de carne bovina (extensivos; extensivos con suplementación; intensivos en corrales de engorde).

e- Elaborar índices ponderados.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍAS

CAPÍTULO II.a

Materiales y Métodos

DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA: DIAGNÓSTICO ESTÁTICO Y DIAGRAMAS DE FLUJO

Para lograr diferenciar los distintos tipos de sistemas de producción de carne bovina, se realizó primero una descripción y caracterización de los sistemas de producción de carne bovina mediante un proceso de diagnóstico. El mismo resulta ser un proceso sistemático de acopio y análisis de información sobre diferentes aspectos de los sistemas de producción.

En primer lugar se utilizó la modalidad de *Diagnóstico Estático*, subsiguiente a la fase de recopilación de información (CATIE-BID, 1984). El Diagnóstico estático se basa en la identificación de los componentes del sistema de producción que se considera le dan carácter al sistema. Busca identificar los componentes que afectan en forma prioritaria la producción ganadera (Urizar & Cubillos, 1988). Es un estudio descriptivo de un área específica haciendo uso de información básica en un momento dado (Dufumier, citado por Gómez Castro 1993, Murillo et al., 2004a-b). Caracteriza una situación actual, se realiza en un sólo momento y sirve de base para futuras comparaciones. Basado en encuestas, permite describir el uso de los distintos recursos alimenticios, mano de obra, capital, insumos, tipo de ganado, coeficientes técnicos y de manejo, origen, aptitudes y capacidad empresarial. El análisis puede ser realizado a nivel de sistema, subsistema o componente (Ávila, 1983). Las relaciones entre diferentes factores o componentes del sistema pueden ser determinados, de manera general, por modelos cualitativos, los cuales no pretenden cuantificar dichas relaciones sino solamente facilitar el entendimiento de cómo funcionan (Aguilar & Cañas, 1992).

Los diagnósticos estáticos han suministrado a este estudio información que permitió la elaboración de *Diagramas de flujo*. Estos diagramas sirven para determinar los límites del sistema, conceptuar e identificar los distintos flujos -entradas y salidas- (de nutrientes, en este trabajo) entre los componentes que constituyen dicho sistema, teniendo la ventaja de

ser útiles en la construcción de un modelo cualitativo preliminar (Hart, 1985). El diagrama de flujo presenta las principales entradas y salidas del sistema, además de las interacciones entre componentes; sin embargo se desconocen las cantidades de recursos que se invierten en los procesos de producción (Malagón Manrique & Prager Mosquera, 2001).

Por lo tanto, para la descripción y caracterización de los sistemas de producción se utilizaron dos metodologías desarrolladas para caracterizar sistemas, *Diagnóstico estático y Diagrama de flujo o Flujograma*, focalizándose en las entradas y salidas de los nutrientes en los componentes alimento, animal y suelo, en las dimensiones ecológica y técnica solamente -no se tomaron en cuenta la económica y social- (Hart, 1985, Murillo et al., 2004a), para identificar los elementos componentes comunes y no comunes que resulten de utilidad para diferenciarlos.

Para la caracterización de los distintos sistemas de producción de bovinos para carne a través del Diagnóstico Estático y Diagramas de Flujo, se tuvo en cuenta:

- 1- Selección de las unidades de estudio.
- 2- Reconocimiento de las vías de ingreso y egreso de los nutrientes nitrógeno y fósforo a los distintos sistemas de producción de carne bovina
- 3- Recopilación de información productiva y agroecológica de los distintos tipos de sistemas de producción de carne bovina

1- Selección de las unidades de estudio.

El área de estudio se circunscribió a la provincia de Buenos Aires, específicamente a los partidos de Carmen de Areco, Trenque Lauquen, Chascomús, Maipú (Las Armas), Balcarce y Laprida (Figura I.1).

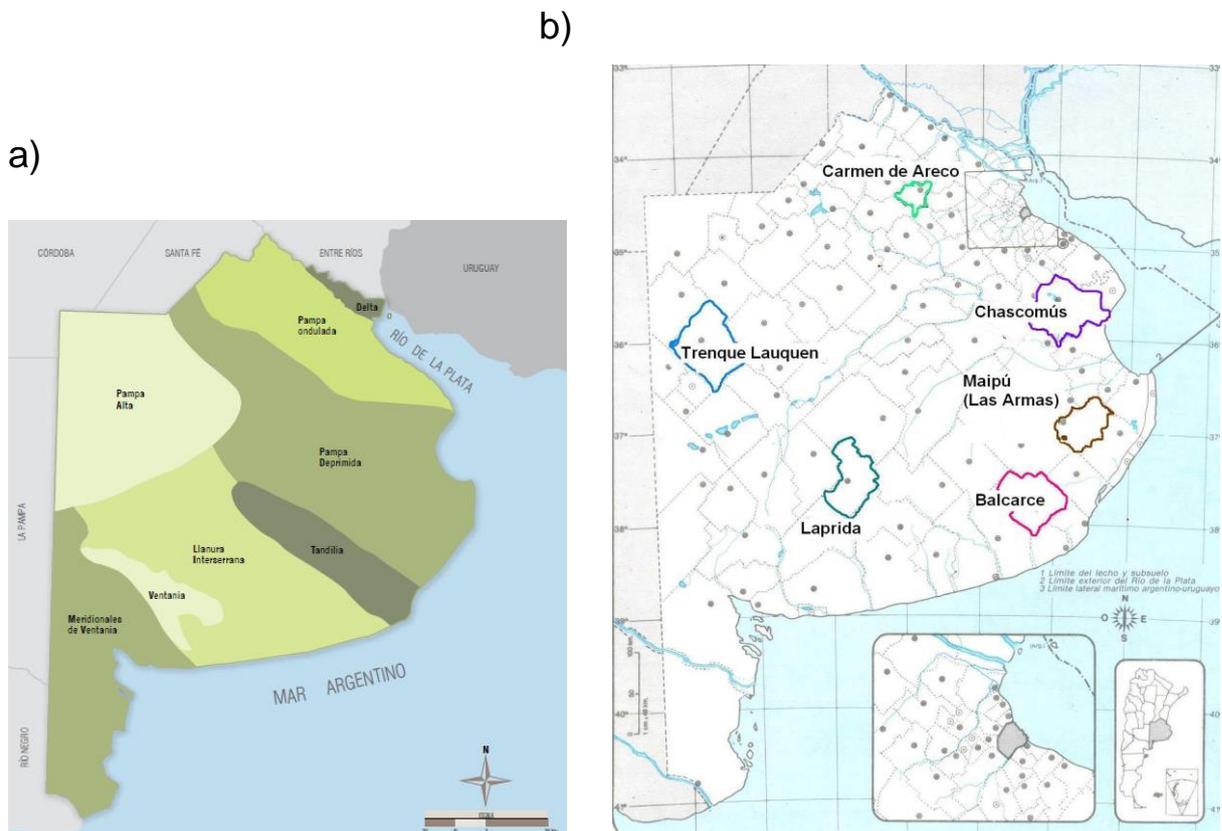


Figura I.1. a) Regiones geográficas de la provincia de Buenos Aires (CITAB, 2011). b) Ubicación geográfica de los partidos de la provincia de Buenos Aires donde estuvieron localizadas las unidades de estudio.

En la selección de los partidos quedaron representadas varias de las regiones geográficas de la provincia de Buenos Aires (CITAB, 2011) y distintas condiciones de manejo de la ganadería. Así, Chascomús, Las Armas en el partido de Maipú y Laprida correspondieron a la Pampa Deprimida (Cuenca del Salado y Depresión de Laprida), zonas típicas de manejos extensivos. Trenque Lauquen, zona invernadora, en la Pampa Alta, Carmen de Areco en la Pampa Ondulada, para los planteos mixtos (ganadería y agricultura), y Balcarce, en el sudeste, en zona de serranía, diferente al resto, tanto en orografía como en clima.

A lo largo del período de desarrollo del proyecto de tesis (2008 - 2014) se relevaron y seleccionaron predios, módulos de experimentación en estaciones experimentales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -INTA- y corrales de engorde para obtener información sobre los distintos tipos de sistemas de producción de carne bovina, tanto para

actividad de cría como de invernada: extensivo con nula o mínima suplementación, semiintensivo (extensivo con suplementación -o encierres estratégicos-) e intensivo en corrales de engorde, algunos complementados con actividad agrícola (mixtos).

En todos los casos, la selección de los sistemas se realizó con el fin de poder completar un gradiente de intensificación, teniendo en cuenta la posibilidad de acceso a registros de información confiable.

La elección de módulos de experimentación del INTA permitió tener toda la información necesaria y confiable para el desarrollo de los indicadores.

La información recopilada en las encuestas durante las entrevistas, correspondió al período entre 1996 y 2014, dado que los módulos del INTA y dos establecimientos particulares tenían registros de años anteriores al de la entrevista. De esta forma fue posible obtener, para algunas de las unidades de estudio, registros de información de varios ejercicios, la cual pudo utilizarse, además, para la descripción de las transferencias internas de nutrientes.

Cantidad de unidades de estudio relevadas para cada tipo de sistema de producción de carne bovina

➤ *Extensivo*: 1 unidad de cría en Laprida, 2 unidades de cría en Las Armas (Campo Anexo Colonia Ortiz Basualdo) y 2 unidades de cría en Chascomús (Chacra Experimental Manantiales), ambas, dependencias de la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -EEA-INTA- Cuenca del Salado. Total= 5.

➤ *Semiintensivo*: 1 unidad de invernada base pastoril con suplementación en Chascomús y 12 unidades de invernada base pastoril con suplementación en dependencias de la EEA-INTA Balcarce. Total= 13.

➤ *Intensivo*: 1 unidad de encierre a corral en Las Armas (Campo Anexo Colonia Ortiz Basualdo), 4 unidades de encierres a corral (feedlot) en Carmen de Areco, 8 unidades de encierres a corral en dependencias de la EEA-INTA Balcarce y 22 unidades de encierre a corral en un establecimiento de Trenque Lauquen. Total= 35.

➤ *Planteo Mixto*: 2 unidades con encierres a corral y agricultura para alimentación de los animales en dichos corrales, principalmente, y 2 unidades con cría y engorde en encierres a corral, con agricultura, en Carmen de Areco. Total= 4.

Las unidades o casos de estudio para este trabajo, son sistemas que presentan límites físicos distintos -escala espacial- (predio o establecimiento, módulo en estaciones experimentales, corral de engorde) y límites temporales que también pueden ser diferentes -escala temporal-, como en el caso de los corrales de engorde. Para el desarrollo de los indicadores de manejo de nutrientes y caracterización de los sistemas de producción de carne bovina, la información obtenida por unidad de estudio y año o ejercicio productivo, fue reportada como una observación a la cual se la identificó como “Unidad de Análisis” (UdA).

Los criterios de inclusión de las distintas unidades de estudio en los distintos tipos de sistemas de producción de carne bovina estuvieron basados en los niveles de intensificación y correspondiente manejo de nutrientes (Mearns, 1997; Steinfeld et al., 1997; Oomen et al., 1998; Watson et al., 2005; Oenema, 2006), y fueron:

➤ para Sistema Extensivo, alimentación del ganado a base de forrajes con pastoreo directo de los distintos recursos forrajeros (campo natural, pasturas implantadas, verdeos anuales), sin importar sus proporciones, pudiendo estar complementadas con reservas de forrajes (henos y silajes). Admite suplementación a base de concentrados para la fase de destete en los planteos de cría, y mínima para el resto de las categorías en casos de emergencias climáticas. En referencia a la

carga animal media, se consideró como límite hasta dos cabezas adultas por hectárea, lo cual puede llevar a superar los 2 EV/ha¹.

➤ para Sistema Semiintensivo, alimentación del ganado a base de forrajes con pastoreo directo de los mismos, principalmente pasturas implantadas y verdes anuales, suplementado con concentrados energéticos (granos, principalmente) y/o reservas de forrajes (henos y silajes). Esta suplementación puede ser a campo, en comederos o con silos autoconsumo, o a través de encierres estratégicos. Este aporte de materia seca constituye más del 33% del total consumido. En referencia a la carga animal media, superan las dos cabezas por hectárea (categoría joven o adulta), lo cual suele llevar a requerimientos que sobrepasan los 2 EV/ha.

➤ para Sistema Intensivo, los animales están encerrados en corrales las 24 horas del día, por períodos variables durante su etapa de producción de carne. No tienen acceso a pastoreo directo. El alimento total consumido es provisto por el hombre. La concentración energética puede variar según la etapa de invernada de los bovinos, siendo la más energética la etapa de terminación (mayor cantidad de granos en la dieta), en la cual predomina la deposición de grasa.

➤ para Planteo mixto, sistema de producción de carne que incluye actividad de agricultura para venta de grano en proporciones variables de la superficie total del predio.

¹ **EV. Equivalente Vaca:** unidad de requerimientos energéticos. Son los requerimientos energéticos diarios promedios anuales de una vaca de 400 kg en equilibrio energético, que gesta, cría y desteta un ternero de 160 kg de peso a los 6 meses de edad (Cocimano et al., 1975).

En el Cuadro II.1 se encuentra resumida la información en relación con la cantidad de unidades bajo estudio, los años de los que se obtuvo información registrada confiable, y finalmente, la cantidad total de UdAs obtenidas por tipo de sistema.

Cuadro II.1. Cantidad de Unidades de Análisis (UdA) por zona y tipo de sistema de producción de carne bovina, según la cantidad de unidades bajo estudio y años de los que se obtuvo información registrada.

SISTEMA	ZONA	Nomenclatura	Nº Unid. Estudio	Años de Registro	Nº UdA
Extensivo	Laprida	CLapE	1	2000 al 2014	15
	Las Armas	CAR_sE; CAR_iE	2	2011 al 2013	6
	Chascomús	CCh_sE; CCh_iE	2	2009 al 2013	10
<i>Subtotal</i>			5		31
Semiintensivo	Chascomús	IChS	1	2004 al 2008	5
	Balcarce	IBalS	12	1996 al 1999	12
<i>Subtotal</i>			13		17
Intensivo	Las Armas	IARl	1	2012	1
	Carmen de Areco	ICAI	4	2003-2004	4
	Balcarce	IBall	8	1998, 1999 y 2006	8
	Trenque Lauquen	ITLI	22	2001 al 2008	22
<i>Subtotal</i>			35		35
Planteo Mixto	Carmen de Areco	MCA	4	2003-2004	4
<i>Subtotal</i>			4		4
TOTAL			57		87

Las unidades de estudio de **sistemas extensivos**, base pastoril, tuvieron como actividad ganadera a la cría vacuna.

En el partido de Laprida se trabajó con información de un predio (**CLapE**), el de mayor superficie total (1.708 hectáreas), que incluyó pequeñas áreas no utilizables para la producción ganadera o agricultura. Presentó una mínima proporción de lomas que se afectaron a agricultura de cosecha en la mitad de los años evaluados (entre 1,5 y 8 % de la superficie total; sigla CLapE-m), o a verdeos para el ganado (hasta el 12%). La raza utilizada fue Angus, con la recría de las terneras para reposición y engorde de alguna proporción de las vacas descartadas del rodeo reproductivo, y recría de parte de los terneros machos en los ejercicios favorables. Se realizó pastoreo rotativo y rotativo intensivo en la recría. La agricultura para venta fue de grano de trigo en los primeros años y de soja en los últimos.

En Chascomús, en las dos unidades de estudio la cría se realizó con raza Angus de tamaño chico, peso vivo medio de las vacas de alrededor de 380 kg. Se implementó servicio estacionado de primavera, todos los terneros salieron del sistema al destete, con edad promedio de 6 meses (machos y hembras) en febrero - marzo y entraron vacas para la época de servicio, como reposición. No se realizó invernada ni agricultura de venta. Una unidad tiene una superficie de 113,8 ha (**CCh_sE**), con preponderancia de campo natural manejado con pastoreo en franjas con cambio semanal, complementado en la época de pre-parto con verdeo de sorgo en pastoreo diferido. La otra unidad tiene una superficie de 55,8 ha (**CCh_iE**), con preponderancia de pasturas permanentes y verdeos -bajo pastoreo rotativo en franjas-, en los que se encuentran las vacas desde el destete al servicio (abril-noviembre), suplementadas con silo de sorgo en autoconsumo. A partir de ese momento pasaban a pasturas en suelos bajos, permaneciendo hasta el próximo destete.

En Las Armas, en las dos unidades de estudio la cría se realizó con raza Angus de frame 3,3 con peso vivo medio de las vacas de alrededor de 450 kg. Como planteo general, se hizo servicio estacionado de noviembre a enero, con inseminación artificial y repaso con toros. Todos los terneros salieron al destete, con edad promedio de 5 - 6 meses (machos y hembras). Las terneras para reposición de vacas se criaban en otro lugar. Recibían servicio a los 15 meses y entraban preñadas en abril. No se realizó invernada ni agricultura de venta. Una unidad tiene una superficie de 82,2 ha (**CAr_sE**), con preponderancia de pasturas permanentes en pastoreos rotativos, con henificación de excedentes en primavera para utilizar en otoño-invierno. La otra unidad tiene una superficie de 81,30 ha (**CAr_iE**), con preponderancia de verdeos en la cadena forrajera y silaje de maíz en autoconsumo en otoño - invierno, con pasturas permanentes para uso en primavera - verano.

Las características productivas principales de las distintas unidades de estudio con sistemas extensivos, para los diferentes ejercicios estudiados, se encuentran resumidas en el Cuadro II.2. Todas han aplicado fertilizantes nitrogenados y fosforados, en diversas cantidades, en los cultivos forrajeros anuales.

Cuadro II.2. Características descriptivas principales de las distintas unidades de estudio con sistemas extensivos, para los distintos ejercicios analizados (Med; Mín : Máx).

Descriptor Productivo	CLapE	CCh_sE	CCh_iE	CAr_sE	CAr_iE
Nº años analizados	15	5	5	3	3
Superficie (hectáreas)	1677 (1642 : 1686)	113,8 (113,80 : 113,80)	55,8 (55,80 : 55,80)	82,2 (82,20 : 82,20)	81,31 (81,31 : 81,31)
Carga Animal media ¹ (vientre/ha)	0,57 (0,29 : 0,64)	0,92 (0,68 : 0,93)	1,76 (1,52 : 1,96)	0,97 (0,97 : 1,09)	1,97 (1,97 : 2,03)
(EV/ha)	0,94 (0,66 : 1,03)	0,88 (0,68 : 0,93)	1,77 (1,49 : 1,97)	1,07 (1,07 : 1,20)	2,17 (2,16 : 2,23)
(kg/ha)	344,36 (261 : 378)	352 (272 : 372)	708 (596 : 788)	428 (428 : 480)	865,82 (864 : 892)
Prod. Carne ² (kg/ha/año)	115,30 (56,26 : 144,60)	135,73 (77,34 : 141,95)	211,33 (183,93 : 309,52)	169,16 (153,09 : 183,90)	297,45 (241,64 : 305,62)
Superficie forrajera (%)					
Campo Natural	82,37 (68,59 : 94,43)	88,49 (84,27 : 94,99)	6,30 (6,30 : 14,87)	24,74 (24,74 : 24,74)	15,07 (15,07 : 27,36)
Pasturas perennes	10,68 (1,70 : 17,57)	5,01 (0 : 5,01)	60,04 (46,60 : 69,70)	40,2 (34,23 : 63,3)	21,53 (15,38 : 30,23)
Cultivos anuales ³	2,99 (0 : 12,43)	6,5 (5,01 : 10,72)	30,28 (24 : 38,50)	35,06 (11,96 : 41,03)	63,4 (42,41 : 69,55)
Fertilizantes ⁴					
Nitrogenado (kg N/ha/año)	1,08 (0 : 3,07)	2,19 (0,35 : 5,26)	12,27 (10,52 : 22,82)	5,54 (2,58 : 13,41)	29,35 (27,40 : 45,28)
Fosforado (kg P/ha/año)	0,18 (0 : 2,07)	1,32 (0,77 : 1,86)	3,70 (3,12 : 6,24)	2,87 (2,83 : 6,16)	15,11 (13,11 : 16,70)

- 1- **Carga Animal media.** Se refiere al stock medio de animales expresado en distintas unidades, por hectárea promedio del predio a lo largo del ciclo productivo (un año). Vientre: hace referencia a toda hembra que ya ha entrado en reproducción. Equivalente vaca: se utiliza para equiparar todas las categorías presentes en el predio a partir de los requerimientos de energía. Kilogramos: se utiliza para poder sumar todas las categorías presentes en el predio según su peso vivo. Se las utiliza para comparaciones.
- 2- **Prod. Carne** (kg/ha/año). Producción de carne anual. Para el cálculo se han considerado el inventario de animales al inicio (1 de julio) y al finalizar el ejercicio (30 de junio del año posterior), y las entradas y salidas de animales durante el ejercicio, todos expresados en kilogramos de peso vivo (Torroba, 1985).
- 3- **Cultivos anuales.** Considera los verdes anuales de invierno y verano, y la agricultura para venta de grano.
- 4- Expresado por hectárea promedio de todo el predio.

Las unidades de estudio de **sistemas semiintensivos**, base pastoril, tuvieron como actividad ganadera a la invernada vacuna (recría y terminación) en forma exclusiva, sin participación de agricultura de venta.

En el partido de Chascomús se trabajó con información de un predio (**ICHs**) de 70 ha que incluyó pequeñas áreas no utilizables para la producción ganadera o agricultura,

variables según los años. Se realizó invernada de novillos y vaquillonas británicas (Angus, Hereford o sus cruzas), de tamaño chico, sobre pasturas permanentes y raigrás anual, con suplementación de grano de maíz y de sorgo. Ingreso de los terneros destetados en el otoño y algunas veces, también en primavera, con mayor peso. Los pastoreos fueron rotativos en franjas, con ocupación de 1 a 2 días, con alta carga animal. Todos los años aplicó fertilizantes nitrogenados y fosforados, en diversas cantidades, al momento de la implantación de los recursos forrajeros. En varios de los ejercicios analizados se vendió heno de pastura que tenía como excedente.

En el partido de Balcarce se trabajó con información de varios módulos de la EEA-INTA Balcarce -12 en total- (**IBaIS**). Los ciclos de invernada comenzaron con el ingreso en el otoño de machos castrados destetados y, circunstancialmente, se incrementó la carga con el ingreso de vaquillonas. Todos los animales fueron de origen británico (Angus, Hereford o sus cruzas), de tamaño chico y/o mediano. Los planteos estuvieron basados en pasturas permanentes bajo pastoreo rotativo intensivo, suplementado con silo de planta de maíz y expeler de girasol provenientes de fuera de las unidades estudiadas. Cuatro unidades de estudio fertilizaron las pasturas con fertilizante nitrogenado, dos con fosforados, tres con ambos tipos de fertilizantes, y en tres unidades no se fertilizó.

Las características productivas principales de las distintas unidades de estudio con sistemas semiintensivos, para los diferentes ejercicios estudiados, se encuentran resumidas en el Cuadro II.3.

Cuadro II.3. Características descriptivas principales de las distintas unidades de estudio con sistemas semiintensivos, para los distintos ejercicios analizados (Med; Mín : Máx).

Descriptor Productivo	IBaIS	ICHs
Nº unidades de estudio	12	1
Nº años analizados	4 *	5
Superficie (hectáreas)	10 (10 : 21)	54,1 (43 : 68)
Peso vivo medio (kg/cab)	276 (245 : 293)	259 (252 : 312)
Carga Animal media ¹ (cab/ha)	4,15 (2,80 : 10,80)	2,49 (2,15 : 3,03)
(EV/ha)	3,77 (2,73 : 9,72)	2,16 (2,03 : 2,66)
(kg/ha)	1073 (754 : 2.916)	671 (607 : 790)
Prod. Carne ² (kg/ha/año)	857,25 (659,40 : 1163)	590,80 (536,50 : 709,50)
Egreso Heno en rollos (kg materia seca/ año)	0 (0 : 0)	31.494 (28.818 : 68.622)
Superficie forrajera (%)		
Campo Natural	0 (0 : 0)	0 (0 : 0)
Pasturas perennes	100 (59 : 100)	63,16 (58,70 : 63,92)
Cultivos anuales ³	0 (0 : 41)	36,84 (32,67 : 36,84)
Fertilizantes ⁴		
Nitrogenado (kg N/ha/año)	70,42 (0 : 184)	31,18 (24,24 : 33,55)
Fosforado (kg P/ ha/año)	0 (0 : 33,39)	12,95 (9,35 : 13,90)
Suplementos (kg MS/ha/ año)		
Silaje maíz	2.801,55 (1.155 : 7.318)	0
Expeller Girasol	508,30 (77,20 : 1390,50)	0
Grano ⁵	165,40 (16,20 : 375,50)	574 (234,39 : 1763,60)

* Las 12 unidades de estudio fueron analizadas en un período de 4 años.

1- Carga Animal media. Se refiere al stock medio de animales expresado en distintas unidades, por hectárea promedio del predio a lo largo del ciclo productivo (un año). La expresión en cabezas por hectárea (cab/ha) es la más simple pero la menos precisa. Se refiere a cualquier bovino en producción. Las otras dos formas de expresión sirven mejor para la comparación entre sistemas.

2- Prod. Carne (kg/ha/año). Producción de carne anual. Para el cálculo se han considerado el inventario de animales al inicio (1 de julio) y al finalizar el ejercicio (30 de junio del año posterior), y las entradas y salidas de animales durante el ejercicio, todos expresados en kilogramos de peso vivo (Torroba, 1985).

3- Cultivos anuales. Solo se utilizaron verdes de invierno y de verano.

4- Expresado por hectárea promedio de todo el predio

5- Granos de maíz y de sorgo.

Las unidades de estudio de **sistemas intensivos** tuvieron como actividad ganadera a la invernada de vacunos jóvenes con recría y terminación, y en algunos casos la terminación de adultos, principalmente vacas de descarte de rodeos de cría. En todos los casos se trabajó sobre corrales individuales como unidades de estudio, salvo en el partido de Carmen de Areco en que tres de las 4 unidades bajo estudio estuvieron conformadas por varios corrales.

En Las Armas se trabajó en un corral de terneros británicos de destete anticipado (hembras y machos castrados) (**IAri**), alimentados con grano de maíz, silo de maíz y concentrado proteico.

En Balcarce se trabajó con información registrada de ocho corrales, tanto de recría como de recría con terminación, y de terminación solamente (**IBall**). Todos estuvieron dentro de ensayos de experimentación de la EEA-INTA Balcarce, por lo cual se tuvo acceso a la información detallada, tanto productiva como de alimentación, con posibilidad de obtener los datos de concentración de nitrógeno y de fósforo de los alimentos usados (grano de maíz, silo de planta de maíz, de planta de sorgo y de pastura, expeler de girasol como aporte proteico, urea). Se trabajó con razas británicas, tanto novillitos, novillos como vaquillonas.

En Trenque Lauquen se trabajó con dos corrales con distinta cantidad de años de ocupación (un año y ocho años) (**ITLI**), correspondientes a un establecimiento privado, de actividad mixta, que colaboraba con la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía en un proyecto PICT de la Agencia Nacional de Promoción Científica. Se invernaron siempre categorías jóvenes de razas británicas, con más de un ciclo de engorde por año, salvo para el año 2001 y el 2005. Las raciones estuvieron compuestas por distintas proporciones de silo de planta entera de maíz, grano de maíz, expeler de girasol como aporte proteico y un núcleo vitamínico-mineral. A lo largo de los distintos años y acorde a las categorías, las raciones estuvieron formuladas según distinta proporción de grano de maíz (50%; 25%; 15% y 0% grano). Se trabajó con información por corral y ciclo de engorde (productiva promedio de los animales y total para cada materia prima de la ración).

En Carmen de Areco se trabajó en el subsistema de corrales de engorde (feedlot) de cuatro predios (ICAI), por lo cual, las unidades de estudio estuvieron conformadas por varios corrales y la información correspondió al conjunto y por el período de un año. En un caso correspondió a un solo corral con duración de la internada menor a un año. Se internaron todas las categorías, tanto de razas británicas como de animales cruce con sangre índica. En todas las unidades, en la alimentación se utilizó grano de maíz y silo de maíz. Luego, completaron con grano de sorgo, afrechillo de trigo, harina de soja, heno, urea y núcleo vitamínico mineral.

Las características productivas principales de las distintas unidades de estudio sistemas intensivos, para los diferentes ejercicios estudiados, se encuentran resumidas en el Cuadro II.4.

Cuadro II.4. Características descriptivas principales de las distintas unidades de estudio con sistemas intensivos, para los distintos ejercicios analizados (Med; Mín : Máx).

Descriptor Productivo	IArl	ICAI	IBall	ITLI
Nº unidades de estudio	1	4	8	22
Nº corrales / unidad de estudio	1	varios	1	2
Categorías	recría terneros de destete	jóvenes recría - terminación y adultos terminación	recría - terminación y terminación	recría y recría - terminación
Peso vivo medio (kg)	158,50	226 (202 : 345)	229 (204 : 360)	171 (90 : 420)
Carga Animal media ¹ (kg/ha)	79.250	59.652 (21.000 : 87.400)	114.688 (102.225 : 126.000)	27.670 (10.195 : 60.770)
Densidad animal ² (m ² /kg)	0,13	0,17 (0,11 : 0,48)	0,09 (0,08 : 0,10)	0,36 (0,16 : 0,98)
Duración (días)	62	365 (111 : 365)	77 (28 : 142)	33,50 (6 : 127)
Conversión alimenticia ³ (kg/kg)	5,48	8,02 (4,73 : 9,54)	7,78 (6,71 : 18:95)	5,39 (2,84 : 11,40)
Prod. Carne ⁴ (kg/cab/día)	0,63	Sd *	0,92 (0,50 : 1,20)	0,95 (0,75 : 1,20)
(kg/ha/día)	314,52	112 (85,84 : 136,44)	377 (104 : 532)	153 (38 : 303)

*Sd. Sin datos. Debido a la cantidad de categorías distintas engordadas, la presentación de un valor de producción de carne diario por animal no resulta representativo.

- 1- **Carga animal media** (kg/ha). Se refiere al stock medio de animales expresado en distintas unidades, por hectárea de corral a lo largo del ciclo productivo (desde semanas en los corrales individuales hasta un año en el los casos de grupo de corrales en feedlots). Se calcula como: $[\text{Peso vivo medio (kg/cab)} \times \text{Dotación del corral/corrales (cab)}] / \text{Superficie corral/corrales (ha)}$.
- 2- **Densidad animal** (m^2/kg). Forma de expresar la superficie de corral destinada por animal teniendo en cuenta su peso vivo medio. Es la inversa de la carga animal media. Sirve para la comparación entre corrales independientemente de la categoría animal encerrada. Se calcula como: $[\text{Superficie corral o corrales (ha)} \times 10.000] / [\text{PV medio (kg/cab)} \times \text{Dotación del corral o corrales (cab)}]$.
- 3- **Conversión alimenticia** (kg/kg). Índice que expresa los kilogramos de alimento consumido en materia seca por cada kilogramo de peso vivo producido.
- 4- **Prod. Carne**. Producción de carne. Se encuentra expresada por cabeza promedio encerrada por día (kg/cab/día) o por hectárea de corral por día (kg/ha/día). Como los ciclos de engorde suelen tener duraciones menores a un año y no ser siempre iguales, para poder compararlos se los refiere a la unidad de tiempo “día” al dividir la producción de carne por la duración del ciclo, que suele coincidir con el período total de ocupación del corral.

Las unidades de estudio de los **planteos mixtos** en Carmen de Areco correspondieron a los establecimientos que realizaron invernada (recría - engorde) bajo sistema intensivo, presentados previamente. Todos tuvieron actividad agrícola y ganadera, con distinta importancia en cuanto a superficie dedicada a cada actividad, con la excepción de una (**MCA4**), que en el ejercicio estudiado no destinó superficie agrícola para producción de grano. En las unidades **MCA1** y **MCA2** la superficie estuvo ocupada en mayor proporción por agricultura para venta, produciéndose en MCA2 el silo de maíz y parte del grano de maíz para los animales encerrados en sus corrales. En cuanto a la ganadería, realizaron ciclo completo y engorde a corral con animales de compra. Las unidades **MCA3** y **MCA4** se dedicaron solo a engorde en feedlot como actividad ganadera, destinando la mayor parte de su superficie a la producción de la totalidad del grano y/o silo de maíz para alimento de sus propios corrales de engorde. En todas las unidades se usó fertilizante fosforado y/o nitrogenado.

Estas unidades de estudio se utilizaron para trabajar sobre la transferencia de nutrientes entre sectores del predio, principalmente.

Las características productivas principales de las distintas unidades de estudio de los planteos mixtos, para los ejercicios estudiados, se encuentran resumidas en el Cuadro. II.5.

Cuadro II.5. Características descriptivas principales de las distintas unidades de estudio con planteos mixtos para el ejercicio analizado (Med; Mín : Máx).

Descriptor Productivo	MCA1	MCA2	MCA3	MCA4*
Nº años analizados	1	1	1	1
Superficie (hectáreas)	200	1010	340	26
Actividad agropecuaria	agricultura - cría - invernada/ encierre a corral	agricultura - invernada en encierre a corral - cría	invernada en encierre a corral- agricultura	invernada en encierre a corral
Carga Animal media ¹ (EV/ha)	0,37	1,15	7,52	30,41
(kg/ha)	172	537	4.112	19.500
Prod. Carne ² (kg/ha/año)	79	412	1.976	10.846
Superficie forrajera y agricultura (%)				
Corrales	0,25	0,59	4,71	34,62
Campo Natural	5	1,48	1,17	0
Pasturas perennes	25	24,76	0	0
Cultivos anuales Verdes	0	15,05	61,76	65,38
Agrícola venta	69,75	58,02	32,35	0
Fertilizantes ³				
Nitrogenado (kg N/ ha/año)	25,67	40,06	74,12	56,88
Fosforado (kg P/ ha/año)	0	9,74	34,94	13,08

* En este ejercicio no destinó superficie agrícola para producción de grano.

1- Carga Animal media. Se refiere al stock medio de animales expresado en distintas unidades, por hectárea promedio del predio a lo largo del ciclo productivo (un año). La expresión en cabezas por hectárea (cab/ha) es la más simple pero la menos precisa. Se refiere a cualquier bovino en producción. Las otras dos formas de expresión sirven mejor para la comparación entre sistemas.

2- Prod. Carne (kg/ha/año). Producción de carne anual. Para el cálculo se han considerado el inventario de animales al inicio (1 de julio) y al finalizar el ejercicio (30 de junio del año posterior), y las entradas y salidas de animales durante el ejercicio, todos expresados en kilogramos de peso vivo (Torroba, 1985).

3- hectárea promedio de todo el predio.

2- Reconocimiento de las vías posibles de ingreso y egreso de los nutrientes nitrógeno y fósforo a los sistemas de producción de carne bovina

Para este estudio se tuvieron en cuenta las vías de ingreso y egreso de nutrientes acordes para el cálculo de balances prediales (Dalgaard, et al., 1998; Koelsch & Lesoing, 1999; Watson & Atkinson, 1999; Oenema et al., 2003; Schröder et al., 2003), las cuales se enuncian a continuación:

- ✓ Las vías de ingreso a los sistemas, consideradas para el nitrógeno, fueron: precipitaciones, fijación biológica de N (FBN), animales, fertilizantes y alimentos.
- ✓ Las vías de ingreso consideradas para el fósforo fueron: animales, fertilizantes y alimentos.
- ✓ Las vías de egreso de los sistemas, para ambos nutrientes, fueron: animales vendidos y trasladados fuera del establecimiento, forrajes conservados, y granos en el caso de establecimientos con agricultura para venta.

En los sistemas intensivos, donde exclusivamente se analizan los corrales de engorde, no existe el ingreso de nitrógeno por FBN ni ingreso de nitrógeno y fósforo por fertilizantes.

3- Recopilación de la información productiva y agroecológica de los distintos tipos de sistemas de producción de carne bovina

La recopilación de la información productiva y agroecológica se realizó a través de diferentes fuentes:

3.1- Instrumentos “Guía”.

Se desarrollaron y elaboraron distintos instrumentos “Guía” para recolectar la información necesaria para la caracterización de las unidades de estudio, descripción de los flujos de nutrientes externos e internos de las mismas y para el cálculo de los distintos descriptores / indicadores de manejo de nutrientes. Se realizó, al menos, una entrevista con “encuesta semiestructurada” a los productores / encargados de las unidades estudiadas para la recolección de la información (Gárgano et al., 1988 y 2001; Malagón Manrique & Prager Mosquera, 2001; Macedo et al., 2003; INTA – Bolsa de Cereales, 2006). En los casos en que pudo repetirse una visita, se pudo mejorar la pertinencia de la misma a través del uso de instrumentos “Guía” desarrollados en este trabajo, para recabar informaciones particularizadas al modo de llevar registros en dicha unidad de estudio. El diseño de estos Instrumentos “Guía” pretendió recolectar la máxima información confiable en cada una de las unidades.

Los datos básicos obtenidos estuvieron referidos a:

- características de la unidad de estudio: actividad agropecuaria desarrollada, superficie total, uso del suelo, precipitaciones.
- tipo de actividad ganadera: cría, invernada o engorde tipo feedlot, estructura de los rodeos (categorías y cantidad de cabezas) y sus parámetros productivos, compra y venta de animales con sus respectivos pesos vivos promedios.
- cadena forrajera y agricultura: tipo de recursos forrajeros (pasturas con leguminosas, verdeos, campo natural), de cultivos de cosecha y sus rendimientos, superficie destinada a cada uno, compra de semillas y venta de granos en los casos con agricultura.
- insumos comprados/ingresados que aporten nitrógeno y/o fósforo: alimentos para los animales (grano, silajes, heno), fertilizantes.

La importancia de las distintas categorías de información radica en que aportan, de alguna forma, entrada y/ o salida de nitrógeno y/o fósforo a las unidades de estudio consideradas, y dan marco a la elección de la escala espacial y temporal a la que se refieren los descriptores/indicadores.

La información para las unidades con sistemas extensivos, semiintensivos y mixtos fue recolectada por períodos anuales, tomados del 1 de julio al 30 de junio del año siguiente, dado que en la actividad agropecuaria se trabaja, en general, no con año calendario sino con los ejercicios cerrados al 30 de junio. Para los sistemas intensivos, por el tipo de actividad con recambio de animales más frecuentes, la información recolectada para la caracterización de las unidades se la refirió a períodos menores a un año.

En los casos de un dato perdido, o que no se pudo recolectar, o cuya pertinencia estuvo en duda (en definitiva, no se contó con buena información), con el fin de estimar dicho dato faltante, se lo dedujo a partir de información complementaria obtenida durante las entrevistas (Malagón Manrique & Prager Mosquera, 2001; Mulier, et al., 2003; Oenema, et al., 2003).

En el Anexo “Metodologías” figuran los distintos instrumentos “Guía” utilizados en este estudio².

² 1º) Introducción para la recolección de la información. Instructivo explicativo.

2º) Encuesta Predial Completa. Recolecta toda la información para el cálculo de balances de nutrientes y parte correspondiente a la descripción de los flujos internos de los mismos

3º) Información productiva de Feedlot. Encuesta para recolectar la información en establecimientos con engorde a corral.

4º) Variantes para recolectar información ganadera en engordes a corral.

3.2- Estadísticas zonales para información climática.

Las unidades estudiadas corresponden a la provincia de Buenos Aires. Para el trabajo presentado, el parámetro de interés que varía con las distintas áreas agroecológicas es el nivel de precipitaciones anuales. Una de las vías de ingreso de N a los sistemas de producción es a través de las lluvias. En los casos que a través de la encuesta no se pudo obtener la información sobre precipitaciones, se acudió a las estadísticas zonales. Tal ha sido el caso para unidades de estudio de las zonas de Balcarce y de Chascomús, utilizando registros públicos provenientes del INTA (INTA, 2015). La cantidad de nitrógeno por mm de lluvia que ingresa a las unidades se ha tomado del AgroEcoIndex® (INTA – Bolsa de Cereales, 2006), según zona agroecológica. Para la zona de Laprida, Buenos Aires, se consideró un dato más específico, proveniente de bibliografía, de 0,6 mg de nitratos /litro de agua (Bonorino et al., 1999).

3.3- Contenidos de nitrógeno y fósforo de los alimentos.

3.3. a- Búsqueda bibliográfica.

Para obtener los contenidos de nitrógeno y fósforo de los alimentos se recurrió a valores de bibliografía. Valores de alimentos frecuentes fueron tomados de las tablas que figuran en el soporte informático del AgroEcoIndex® (INTA – Bolsa de Cereales, 2006) -los cuales corresponden a valores medios- y de Frank (2007), de datos locales compendiados de la Región pampeana por Jaurena & Danelón (2006), de Tablas de alimentos de la EEA- INTA Balcarce (Fernández, 2010). También se recurrió a información particular en casos de suplementos poco usados (Calsamiglia et al., 2004; Bowles & Demiate, 2006). Los valores utilizados en este estudio figuran en las Tablas All.1, All.3 y All.4 del Anexo “Metodologías”.

3.3. b- Análisis de laboratorio.

Otra fuente de información para el contenido de nitrógeno y fósforo de alimentos provino de análisis de laboratorio, especialmente para aquellos con mayor variabilidad

en el contenido de nutrientes (forrajes y subproductos) en los casos que se pudo acceder a los mismos, hayan sido producidos en el establecimiento o hayan sido de adquisición externa. Los análisis de nitrógeno total se realizaron en la EEA-INTA Rafaela (Santa Fe), por la técnica de Kjeldhal, y los de fósforo total en el laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, con el procesamiento de la materia orgánica por la técnica de Walkey & Black (1934) y luego análisis colorimétrico (Fiske & Subbarow, 1925). Los resultados de los análisis de laboratorio utilizados en este estudio figuran en la Tabla AII.2 del Anexo “Metodologías”.

3.4- Contenidos de nitrógeno y fósforo de los animales.

Los contenidos de nitrógeno y fósforo por kilo de peso vivo de los vacunos se han considerado, para todos los casos, 27 g N/ kg carne o peso vivo y 7,1 g P/ kg carne o peso vivo (Koelsch & Lesoing, 1999; Knowlton et al., 2004), ya que varían en forma acotada, según biotipos, sexo y edad (Pfeffer et al., 2005; ADAS, 2007; Chizzoti et al., 2009).

3.5- Contenidos de nitrógeno y fósforo de los fertilizantes.

Los contenidos de nitrógeno y fósforo de los fertilizantes usados (Nash & Halliwell, 1999; SENASA, 2015) son:

- Fosfato diamónico -FDA-: 0,018 kg N/ kg de FDA y 0,020 kg P/ kg de FDA
- Fosfato monoamónico -FMA-: 0,010 kg N/ kg de FMA y 0,022 kg P/ kg de FMA
- Superfosfato triple -SPT-: 0,021 kg P/ kg de SPT
- Urea: 46% de Nitrógeno (0,460 kg N/ kg urea)

3.6- Fijación Biológica de Nitrógeno

La cuantificación del ingreso de nitrógeno por FBN a partir de los recursos forrajeros fijadores se realizó de dos formas, según la información disponible:

3.6. a- Registros completos. Registros disponibles sobre tipo de recurso, productividad y contenido de nitrógeno de las pasturas consociadas (leguminosas y gramíneas).

El aporte de nitrógeno por FBN se obtuvo a partir de aplicar el modelo sugerido por Heichel (1984); Bacon et al. (1990) y Klausner (1993); que tiene en cuenta la producción total de materia seca por hectárea por año de la pastura (kg MS/ha/año) y el contenido de N de dicha pastura obtenido por análisis de laboratorio (g N/kg MS) o a través de la concentración de proteína bruta -datos de tablas de alimentos- (%PB x 10 /6,25). Según los autores, el nitrógeno proveniente por fijación biológica corresponde a un 60 % del N total del forraje. Este modelo fue validado según Herrero et al. (2006a) para condiciones de producción de la provincia de Buenos Aires, y se lo utilizó para las unidades de estudio con sistema semiintensivo en Balcarce, dado que se contó con análisis del forraje (Tabla AII.2 del Anexo “Metodologías”).

Modelo estimado: $[\text{kg MS/ha/año} \times \text{g N/kg MS} \times 0,6] / 1000 = \text{kg N/ha por FBN}$

La productividad de las pasturas fue estimada a través de la sumatoria de las disponibilidades de forraje al inicio del pastoreo de invierno, primavera, verano y otoño para las unidades con sistema semiintensivo en Balcarce (en kg MS/ ha/ año). Para la unidad de cría extensiva de la zona de Laprida, desde el ejercicio 2010-2011 hasta el 2013-2014, por estimaciones a partir del Índice Verde (Piñeiro et al., 2006; Lezama et al., 2013) de los propios potreros de dicha unidad de estudio, dado que el productor había contratado el servicio. Para estas unidades de análisis de Laprida, en las pasturas (base de *Lotus tenuis*) se utilizaron valores algo menores a los propuestos por el AgroEcoIndex® (INTA – Bolsa de Cereales, 2006), ya que sus valores al ser contrastados con datos de estudios sobre productividad y concentración de proteína bruta en *Lotus tenuis* (Miñón et al., 1990; Acosta et al., 2012) y ajustados con el modelo sugerido por Heichel (1984); Bacon et al. (1990) y Klausner (1993), resultaron un poco elevados. Se consideraron valores de FBN de 30 a 60 kg N /ha/año.

3.6. b- Registros incompletos. Se encontró solamente registrado el tipo de recurso, años que llevó de implantado y la apreciación de productividad aportada en la encuesta, durante la entrevista.

Esta forma se utilizó para las unidades con sistemas extensivos de Laprida desde el ejercicio 1999-2000 al 2009-2010, extensivos de Las Armas y Chascomús, semiintensivos de Chascomús y en los planteos mixtos de Carmen de Areco.

El nitrógeno ingresado por FBN se estimó a partir de valores conservadores para evitar sobreestimar el aporte de nitrógeno. Se asignaron valores de FBN entre 30 y 120 kg N/ha/año, a partir del AgroEcoIndex® (INTA – Bolsa de Cereales, 2006) y de bibliografía, considerando exclusivamente el tipo de leguminosa base (alfalfa o tréboles, o soja para grano o pastoreo) y si correspondió al año de implantación o de producción (Frank, 2007; Herrero et al., 2006a). Para soja para producción de grano, se adoptó el valor de 0,05 kg N fijado biológicamente por cada kilo de grano de soja producido (Frank, 2007).

Para los sistemas extensivos se estipularon valores de FBN de 30 a 60 kg N /ha/año para las pasturas consociadas con leguminosas como lotus (*Lotus sp.*) y tréboles (*Trifolium sp.*), con gramíneas como festuca (*Festuca arundinacea*) y agropiro (*Thinopyron ponticum*), y 10 kg N/ha/año para los campos naturales. Para los sistemas semiintensivos de Chascomús y los planteos mixtos, se consideraron valores de FBN de 60 a 80 kg N /ha/año, acorde a una mayor productividad de las pasturas.

La forma de recolección e interpretación de la información obtenida, y los valores de nitrógeno y fósforo utilizados para cada componente de los balances, ha permitido trabajar con un grado bajo de imprecisión, acorde con los estudios reportados en esta temática (Mulier, et al., 2003; Oenema, et al., 2003). Según dichos autores, la posible incertidumbre del valor obtenido del balance se puede deber a “sesgo” por fallas conceptuales que lleven a desviaciones sistemáticas del valor medio verdadero calculado; y a “errores” por variaciones al azar alrededor del valor medio calculado. Según Oenema et al. (2003), se pueden

distinguir cinco fuentes posibles para los “sesgos”: 1) sesgos en la interpretación personal del investigador con respecto al agroecosistema y sus componentes, 2) sesgos en la toma representativa de muestras, 3) sesgos en las mediciones en laboratorio (pobre calibración de equipos, disolución incompleta de una muestra, etc.), 4) sesgos en el manejo de los datos y 5) sesgos directamente por fraude.

Los componentes del balance de nutrientes pueden ser clasificados en tres clases según la incertidumbre relativa estimada (en porcentaje de la media). Clase 1: componentes con incertidumbre menor al 5%, como fertilizantes comprados y productos agropecuarios vendidos; Clase 2: componentes con incertidumbres entre el 5 y 20%, como deposición de N atmosférica, y Clase 3: superan el 20%, como pérdida de nutrientes por escorrentía, infiltración, volatilización y desnitrificación (Mulier, et al., 2003). Cabe aclarar que esta última clase no ha sido utilizada en el cálculo de los balances de nutrientes en este trabajo, y por lo tanto, tampoco en los indicadores de manejo de nutrientes dependientes de los mismos.

CAPÍTULO II.b

Indicadores de Manejo de Nutrientes

CONCEPTOS

En términos generales, el desarrollo de un tema suele organizarse mediante una serie de ideas o conceptos que se pueden describir por medio de una serie de expresiones o “descriptores”. En el estudio de la sustentabilidad de los sistemas agroecológicos, los descriptores son características significativas de un elemento del sistema de acuerdo con los principales atributos de sostenibilidad del sistema considerado (Camino & Müller, 1993). A su vez, para cada descriptor se definirán uno o varios indicadores, los cuales medirán el efecto del sistema de producción (extensivo, semiintensivo o intensivo) sobre el descriptor. Por ejemplo, componente animal, descriptor retención de nitrógeno, indicador eficiencia de uso del nitrógeno del alimento por el rodeo. En aquellos casos que no puedan aplicarse indicadores para describir el fenómeno, quedará indicado solamente el descriptor (Torquebiau, 1992).

Varios de los impactos en el ecosistema pueden ser medidos y monitoreados a través de indicadores e índices (Sarandón, 2002; van der Werf & Petit, 2002; Payraudeau & van der Werf, 2005; Viglizzo et al., 2006; Sarandón & Flores, 2009). En general, los indicadores cuantifican la información mediante la agregación de diferentes datos, dando lugar a información sintetizada. Un índice es un indicador agregado o ponderado que se basa en varios otros indicadores o datos. Es una expresión numérica, de carácter adimensional, obtenida de la fusión de varias variables mediante criterios de ponderación (OCDE/GD 179, 1993; Goodlass et al., 2001; Evia, 2002; Schröder et al., 2003; Halberg et al., 2005a; Escobar, 2006; Aguirre Arroyuela, 2008).

BALANCE DE NUTRIENTES

El “Balance de nutrientes” de un sistema agropecuario es uno de los indicadores de sustentabilidad agroambiental más utilizado en relación al manejo del nitrógeno y del fósforo, como ha sido expuesto en el capítulo Introducción.

Como concepto general, el balance siempre resulta ser la diferencia entre ingresos y egresos del mineral considerado, en el sistema. El sistema, para este indicador, resulta ser como “una caja negra”. No considera los movimientos de nutrientes que suceden dentro del mismo.

Se calculan como:

- **Balance de N:** ingreso total anual de N al sistema – egreso total anual de N del sistema.

Ingresos: por lluvias, fijación biológica de N, animales, fertilizantes y alimentos.

Egresos: por animales vendidos y trasladados fuera del establecimiento, forrajes conservados y granos en el caso de establecimientos mixtos.

- **Balance de P:** ingreso total anual de P al sistema – egreso total anual de P del sistema.

Ingresos: por animales, fertilizantes y alimentos.

Egresos: por animales vendidos y trasladados fuera del establecimiento, forrajes conservados y granos en el caso de establecimientos mixtos.

Tanto para los ingresos como para los egresos, los elementos constituyentes dependerán del tipo de sistema en cuestión. La interpretación es distinta según el valor del balance sea mayor que cero (positivo) o menor que cero (negativo). Así, un Balance positivo indica que queda excedente del nutriente en el sistema, en algún compartimento o en varios, mientras que un Balance negativo indica que el sistema cedió nutriente propio al producto egresado.

DISTRIBUCIÓN DE NUTRIENTES Y TRANSFERENCIAS

Dentro de un sistema de producción pueden ocurrir transferencias de nutrientes de un ejercicio a otro, tanto provenientes de insumos comprados como producidos en el propio

establecimiento. Además, no siempre los bienes producidos (bovinos, granos, heno, etc.) salen del sistema en el ejercicio considerado. Esto determina que pueda haber productos almacenados o en stock, -que fueron generados pero no vendidos-, y por lo tanto, estos movimientos de nutrientes entre componentes del sistema no aparecen en los indicadores derivados estrictamente de los balances de nutrientes a escala de predio (Steinshamn et al., 2004). Así, el aumento de stock de cabezas de ganado (si el establecimiento no se encuentra estabilizado) resulta en un almacenamiento de nitrógeno y fósforo en el compartimiento o componente “animal” del sistema. Solamente cuando un rodeo de producción de carne está estabilizado (no crece ni disminuye), la venta o egreso de animales (kilogramos) es igual a la producción de carne (kilogramos). En los casos en que parte del grano cosechado queda en el predio para ser usado como semilla en el ejercicio siguiente o para alimentación futura del ganado, queda almacenado en el compartimiento o componente “agrícola” o en el compartimiento “alimento” del sistema, respectivamente.

Para contribuir a la caracterización de los sistemas de producción de carne bovina en relación a la distribución y transferencia de nutrientes dentro del propio sistema, se han desarrollado, para este trabajo, indicadores que refieren a la producción de carne, dado que en los casos en que hay incremento de stock de ganado, almacenamiento de granos, etc., los indicadores que refieren a los nutrientes egresados con los productos no dan idea clara del movimiento de dichos nutrientes en el sistema productivo.

Para el cálculo de la Producción de Carne anual se han considerado el inventario de animales al inicio (1 de julio) y al finalizar el ejercicio (30 de junio del año posterior), y las entradas y salidas de animales durante el ejercicio, todos expresados en kilogramos de peso vivo (Torroba, 1985).

$$\text{Prod. Carne anual (kg)} = (\text{Inventario Final} - \text{Inventario Inicial}) + (\text{Salidas} - \text{Entradas})$$

Para contribuir a la caracterización de los sistemas de producción de carne bovina en relación a la distribución y transferencia de nutrientes fue necesario analizar una unidad de estudio a través de más de dos ejercicios consecutivos en el tiempo.

INDICADORES DE MANEJO DE NUTRIENTES RELACIONADOS CON LA SUSTENTABILIDAD AGROAMBIENTAL

En este punto figuran los indicadores seleccionados para utilizar en la caracterización de los sistemas de producción de carne bovina, de aquellos expuestos a lo largo de los distintos informes sobre este trabajo de tesis. Algunos de ellos fueron tomados de trabajos existentes, analizados y utilizados tal cual *-existente-*, o adaptados a las condiciones de manejo locales y a los intereses de esta tesis *-adaptación específica-*, y otros se han desarrollado particularmente para este trabajo *-desarrollo específico-* (Cuadros II.6 y II.7).

Los balance e indicadores relacionados se pueden medir en distintas escalas espaciales y temporales, dado que pueden definirse distintos límites físicos para el sistema considerado (predio o sector dentro del predio *-corral-*), y a su vez, límites diferentes para el período considerado (año, día) (Cobo et al., 2010).

Los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental seleccionados están organizados en dos grupos:

- a) relacionados con el Manejo y Uso de nutrientes
- b) relacionados con la Alimentación y Dependencia de alimentos externos.

a) Indicadores relacionados con el manejo y uso de nutrientes

Los indicadores referidos al Manejo y Uso de nutrientes se pueden ubicar en 4 sub-grupos, referidos a:

- 1.▶ Balances de Nutrientes
- 2.▶ Uso de Nutrientes dependiente de los Balances de nutrientes
 - a -con énfasis ambiental
 - b -con énfasis productivo
- 3.▶ Transferencias de nutrientes
- 4.▶ Eficiencias de Uso de Nutrientes según subsistemas

En el Cuadro II.6 se presentan todos los indicadores correspondientes a estos grupos, con sus abreviaturas, formas de cálculo y tipo de desarrollo.

Cuadro II.6. Denominación, fórmulas de cálculo y tipo de desarrollo (existente, adaptación específica -adapt. especif.-, desarrollo específico -desarr. especif.-) de los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental relacionados con el Manejo y Uso de Nutrientes.

INDICADOR	ABREV.	FÓRMULA	UNIDADES	DESARROLLO	CITAS
Balance por hectárea	Bal/ha	NP ingresado (kg) - NP egresado (kg) / superficie (ha)	kg NP/ha	Existente	Halberg, 1999; Haas et al., 2001; Bassanino et al., 2007; Ramírez & Reheul, 2008; 2010.
Balance por producto Producido	Bal-Prod-Pr	Balance NP (kg) x 1000 / PV producido (kg)	g NP/kgPV-Pr	Adapt. Especif.	Dalgaard et al., 1998; Laws, et al, 2000; Spears et al., 2003a-b
Balance por producto Egresado	Bal-Prod-Eg	Balance NP (kg) x 1000 / PV egresado (kg)	g NP/kgPV-Eg	Adapt. Especif.	Dalgaard et al., 1998; Laws, et al, 2000; Spears et al., 2003a-b; Schröder, et al., 2003
Eco-eficiencia productiva	Eco-Ef	PV producido (kg) / Balance NP (kg)	kg PV /kg NP balance	Adapt. Especif.	Nevens et al., 2006.
Balance por cabeza	Bal/cab	[Balance NP (kg) x 1000 / dotación total bovinos (cab)] / período considerado (días)	g NP/cabeza/día	Adapt. Especif.	Spears et al., 2003a-b
Balance por kilo de peso vivo	Bal/kgPV	[Balance NP (kg) x 1000 / dotación total bovinos (kg)] / período considerado (días)	g NP/kgPV/día	Adapt. Especif.	Spears et al., 2003a-b; Watts et al., 2011
Indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes	IeUN	Balance NP (kg) / NP ingresado (kg) x 100	%	Existente	Klausner, 1993; Boulding & Klausner, 2002
Consumo de Nutrientes	CNu-I/E	NP ingresado (kg) / NP egresado (kg)	kg NP/kg NP	Existente	Koelsch & Lesoing, 1999; Schröder, et al., 2003.

Cuadro II.6. Cont. Denominación, fórmulas de cálculo y tipo de desarrollo (existente, adaptación específica -adapt. especif.-, desarrollo específico -desarr. especif.-) de los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental relacionados con el Manejo y Uso de Nutrientes.

Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema	EUNexS	NP egresado (kg) / NP ingresado (kg) x 100	%	Existente	Dalgaard et al., 1998; Halberg, 1999; Spears et al., 2003a-b; Schröder, et al., 2003
Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción	EUNexS-Pr	NP producto (kg) / NP ingresado (kg) x 100	%	Adapt. Especif.	Steinshamn et al., 2004
Eficiencia de Uso de Nutriente Total en el Sistema	EUNTS	NP egresado (kg) / NP total utilizado (kg) x 100	%	Adapt. Especif.	Gustafson et al., 2003
Eficiencia de Uso de Nutriente Total por la Producción	EUNTS-Pr	NP producto (kg) / NP total utilizado (kg) x 100	%	Adapt. Especif.	Gustafson et al., 2003
Balance por nutriente en producto Egresado	Bal-Nu-Eg	Balance total NP (kg) / \sum kg NP productos agropecuarios egresados	kg NP/ kg NP-Eg	Existente	Halberg, 1999; Laws, et al., 2000; Spears et al., 2003a-b; Schröder, et al., 2003
Balance por nutriente en producto Producido	Bal-Nu-Pr	Balance predial total NP (kg) / \sum kg NP productos agropecuarios producidos	Kg NP/ kg NP-Pr	Desarr. Especif.	
Diferencias entre Balances por nutriente	Dif-Bal-Nu	(Bal-Nu-Eg) - (Bal-Nu-Pr)	kg NP/kg NP	Desarr. Especif.	
Incremento por Transferencia	IT	Balance NP corrales (kg) / Balance NP predial (kg)	kg NP/kg NP	Desarr. Especif.	
Grado de Integración	GI	Superficie agric. forrajera (ha) / dotación ganadera (EV)	ha/EV	Adapt. Especif.	van Horn et al., 1996; Koelsch & Lesoing, 1999
Eficiencia de Uso de Nutriente del alimento externo por el Rodeo	EUNaEx-R	NP en kilos de peso vivo producido (kg) / NP en alimento externo ofrecido (kg) x 100	%	Desarr. Especif.	
Eficiencia de Uso de Nutriente del alimento total por el rodeo	EUNaT-R	NP en kilos de peso vivo producido (kg) / NP en alimento total ofrecido (kg) x 100	%	Existente	Spears et al., 2003a-b; Steinshamn et al., 2004

PV: Peso vivo; Eg: egresado; Pr: producido.

1. ► **Balances de Nutrientes**

(Bal) Balance de NP = NP total ingresado al sistema (kg) - NP total egresado del sistema (kg) = kg NP

Los Balances de nutrientes se pueden expresar por distintas unidades con el fin de relacionarlos con objetivos de estudio particulares, más acotados, y además, para poder usarlos en la comparación de distintos sistemas de producción agropecuaria.

Un objetivo de estudio es el Sistémico/ambiental, cuya expresión más frecuente es el de “Balance por hectárea”.

Se calcula como:

(Bal/ha) Balance por hectárea = NP ingresado (kg) - NP egresado (kg) / superficie (ha)
= kg NP /ha

Resulta un *Indicador de manejo de los nutrientes a nivel ambiental*. Relaciona el exceso o déficit de nutrientes en el sistema con el ambiente, al referirlo a superficie total del predio (Halberg, 1999; Haas et al., 2001; Bassanino et al., 2007; Ramírez & Reheul, 2008 y 2010).

Otro objetivo es el Productivo/ambiental, para el cual se utilizaron dos tipos de indicadores, el “Balance por producto” y la “Eco-eficiencia productiva”.

Resultan *Indicadores de eficiencia de producción ganadera relacionados al ambiente*, ya que conectan la eficiencia de producción de carne con el manejo de los nutrientes a nivel sistémico/ambiental.

Se calculan como:

Balance por producto = Balance NP (kg) x 1000 / peso vivo -PV- (kg) = g NP /kg PV

El Balance por producto pone énfasis en el ambiente al señalar el excedente de nutriente (expresado por el balance) por kilo de peso vivo, que no fue utilizado y que queda, por lo tanto, en el sistema/ambiente. Puede expresarse por “kilo de peso vivo producido” (Bal-Prod-Pr) o por “kilo de peso vivo egresado” (Bal-Prod-Eg).

$$\text{(Bal-Prod-Pr)} = \text{Balance NP (kg)} \times 1000 / \text{PV producido (kg)} = \text{g NP /kg PV-Pr.}^3$$

$$\text{(Bal-Prod-Eg)} = \text{Balance NP (kg)} \times 1000 / \text{PV egresado (kg)} = \text{g NP /kg PV-Eg.}^4$$

Referido a los kilos de peso producidos, pone énfasis en el manejo de los nutrientes relacionados estrictamente con la producción de carne sin importar el destino de dichos kilos. Referido a los kilos de peso que egresaron del sistema, no toma en consideración si hubo producción o no, ni el destino de los mismos. Adaptación específica (Dalgaard et al., 1998; Laws, et al, 2000; Spears et al., 2003a-b; Schröder, et al., 2003).

$$\text{(Eco-Ef) Eco-eficiencia productiva} = \text{PV producido (kg)} / \text{Balance NP (kg)} = \text{kg PV /kg NP balance}$$

El indicador de Eco-eficiencia productiva, a la inversa, pone énfasis en la producción de carne. Se define como la cantidad de kilos de peso producidos (medida de productividad) en relación a los kilos de nutriente excedente, es decir el balance (medida de daño potencial al ambiente). Indica, por cada kilo de nutriente no utilizado (balance) cuántos kilos de peso vivo pudieron producirse. Adaptación específica (Nevens et al., 2006).

Tanto el Balance por producto como el correspondiente indicador de Eco-Eficiencia productiva brindan referencia precisa solo para predios ganaderos puros.

³ -Pr. producido

⁴ -Eg. egresado

Por último, para el objetivo de estudio referido a la Excreción ambiental, se implementaron los indicadores “Balance por cabeza -bovina-” y “Balance por kilo de peso vivo”.

Ambos se calculan como:

(Bal/cab) Balance por cabeza = [Balance NP (kg) x 1000 / dotación total bovinos (cab)] / período considerado (días) = g NP /cabeza /día.

(Bal/kgPV) Balance por kilo de peso vivo = [Balance NP (kg) x 1000 / dotación total bovinos (kg)] / período considerado (días) = g NP/ kg PV /día.

Resultan *Estimadores de excreción de nutrientes al ambiente*. En los sistemas ganaderos intensivos relacionan el manejo de los nutrientes, a nivel de alimentación, con la sustentabilidad ambiental. Permite investigar qué nivel de excreción implican las distintas estrategias nutricionales. Adaptación específica (Spears et al., 2003a-b; Watts et al., 2011)

2. ► Uso de Nutrientes dependiente de los **Balances de nutrientes**.

A partir de los balances y de uno o más de sus elementos constituyentes, se calcularon distintos indicadores que analizan la eficiencia de uso de N-P a nivel del sistema. Pueden abordarse desde un punto de vista ambiental -donde cobran más relevancia los niveles de ineficiencia de uso de los nutrientes-, o productivo -donde resulta más importante mostrar los niveles de eficiencia de uso-, estando ambos aspectos estrechamente relacionados.

- Con énfasis ambiental. *Relacionan el uso de los nutrientes con el riesgo de contaminación*. Resultan útiles cuando quedan excedentes de nutrientes en el sistema. Se utilizaron dos iindicadores: “Indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes” y “Consumo de nutrientes”

Se calculan como:

(IeUN) Indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes = Balance NP (kg) / NP ingresado (kg) x 100 = %

Muestra qué proporción del total de nutriente ingresado quedó como excedente en el sistema sin haber sido utilizado para originar productos que egresaran del mismo (Klausner, 1993; Boulding & Klausner, 2002).

(CNU-I/E) Consumo de nutrientes = NP ingresado (kg) / NP egresado (kg) = kg NP / kg NP

Muestra cuántas unidades de nutriente ingresó al predio o sistema por cada unidad que salió con el producto vendido o trasladado (Koelsch & Lesoing, 1999; Schröder, et al., 2003).

- Con énfasis productivo. *Relacionan el uso de los nutrientes con la eficiencia de producción ganadera o agro-ganadera, ya que los bienes producidos están expresados por su contenido en nitrógeno o fósforo.* De esta forma, todos los productos pueden ser sumados.

► 1- Relacionados con el nutriente que ingresa al sistema, se utilizaron dos indicadores de eficiencia: “Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema” y “Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción”.

Se calculan como:

(EUNexS) Ef. de Uso de Nutriente externo en el Sistema = NP egresado (kg) / NP ingresado (kg) x 100 = %

Indica qué proporción del nutriente ingresado salió del sistema en producto (animales, granos, etc.), sin tomar en cuenta la cantidad de nutriente que pudiera haber

quedado almacenado o en stock en algún producto (Dalgaard et al., 1998; Halberg, 1999; Spears et al., 2003a-b; Schröder, et al., 2003).

(EUNexS-Pr) Ef. de Uso de Nutriente externo por la Producción = NP producto (kg) / NP ingresado (kg) x 100 = %

Indica qué proporción del nutriente ingresado se trasladó al producto. Este indicador toma en cuenta la cantidad de nutriente que pudiera haber quedado almacenado en los distintos productos agropecuarios (animales, grano, etc.) dentro el sistema, al considerar sus cambios de stock. Adaptación específica (Steinshamn et al., 2004).

►2- Relacionados con el nutriente total del sistema, se utilizaron dos indicadores de eficiencia: “Eficiencia de Uso de Nutriente Total en el Sistema” y “Eficiencia de Uso de Nutriente Total por la Producción”.

En los casos en que se logró calcular la totalidad del nutriente (NP) utilizado en el sistema de producción (incluido el forraje y otros alimentos producidos en el propio establecimiento como granos, etc.), se pudo calcular la eficiencia de uso total del nutriente (Gustafson et al., 2003; 2007). En los sistemas de producción intensivos, para los corrales de engorde o encierre propiamente dicho, los indicadores relacionados con el nutriente ingresado es equivalente al nutriente total del sistema, dado que “todos los nutrientes resultan ser externos”, debido a la escala espacial, límites del sistema considerado y dinámica de la producción de carne. Adaptación específica (Gustafson et al., 2003).

Se calculan como:

(EUNTS) Ef. de Uso de Nutriente Total en el Sistema = NP egresado (kg) / NP total utilizado (kg) x 100 = %

(EUNTS-Pr) Eficiencia de Uso de Nutriente Total por la Producción = NP producto (kg) / NP total utilizado (kg) x 100 = %

►3- Relacionado con el balance, se utilizó el Indicador “Balance por nutriente en producto Egresado”.

Se calcula como:

(Bal-Nu-Eg) Balance por Nutriente en producto Egresado = Balance total NP (kg) / \sum kg NP productos agropecuarios egresados = kg NP /kg NP-Eg

Relaciona la producción con el manejo de los nutrientes a nivel sistémico/ambiental.

Sirve para sistemas ganaderos puros tanto como para planteos mixtos (ganadería y agricultura en el mismo establecimiento), al expresar los distintos productos según su contenido en nutriente, por lo cual se pueden sumar kilos de peso vivo de animales con kilos de grano de soja, etc. (Halberg, 1999; Laws, et al., 2000; Spears et al., 2003a-b; Schröder, et al., 2003).

3. ► Transferencias de nutrientes. Refiere a transferencias internas entre sectores dentro del predio o establecimiento, o a transferencias y flujos dirigidos a compartimentos específicos del sistema. Se calculan o estiman a partir de componentes de los balances.

- *Transferencias internas entre sectores.* Sirve para planteos mixtos que incluyen encierres a corral y producen forraje/granos para la alimentación de los vacunos que engordan en sus corrales. En cada establecimiento, las distintas categorías vacunas fueron ponderadas por sus requerimientos energéticos y unificadas a través del Equivalente Vaca.

Los indicadores relacionados con estas transferencias entre sectores son “Incremento por Transferencia” y “Grado de Integración”.

Se calculan como:

(IT) Incremento por Transferencia = Balance NP sector corrales (kg) / Balance NP predial (kg) = kg NP/kg NP

Estima la transferencia de nutrientes desde los potreros a los corrales de encierro. Resulta en un Índice agregado a partir de dos indicadores. Señala cuántas veces el excedente del nutriente se concentró en el sector de los corrales con respecto al excedente en la hectárea promedio del predio. Desarrollo específico.

(GI) Grado de Integración = Superficie agric. forrajera (ha) / dotación ganadera (EV) = ha/ EV

Muestra el grado de integración entre el área agrícola y la ganadera. Considera la superficie agrícola y forrajera que produce alimento que es consumido por los bovinos que están encerrados en los corrales. Se asocia al reciclado de los nutrientes dentro del mismo sistema y actividad productiva (engorde), si se lo considera para el manejo del estiércol. Adaptación específica (van Horn et al., 1996; Koelsch & Lesoing, 1999).

- *Transferencias a compartimentos específicos del sistema.* Se relaciona con el movimiento de los nutrientes ingresados y almacenados en los compartimentos del sistema. Cuando solo hay incremento del número de cabezas de animales (stock ganadero), la transferencia registrada es solo a este componente del sistema. Si se almacenara también alimento (granos, etc.), las transferencias de los nutrientes ingresados se distribuirían entre los distintos componentes que aumentan su stock.

La descripción de las transferencias involucra la cantidad de kilos de N-P producidos (carne, grano, heno, etc.), la cantidad de kilos de N-P egresados (carne, grano, heno, etc.) y luego, una comparación entre los mismos a través de dos indicadores que incluyen al Balance de nutrientes a nivel predial: el “Balance por nutriente en producto Egresado” (calculado previamente) y el “Balance por nutriente en producto Producido”, agregados a través del indicador “Diferencia entre Balances por nutriente”. Desarrollo específico.

Se calculan como:

(Bal-Nu-Eg) Balance por nutriente en producto Egresado = Balance predial total NP (kg) / \sum kg NP productos agropecuarios egresados = kg NP/ kg NP-Eg

(Bal-Nu-Pr) Balance por nutriente en producto Producido = Balance predial total NP (kg) / \sum kg NP productos agropecuarios producidos = kg NP/ kg NP-Pr

(Dif-Bal-Nu) Diferencia entre Balances por nutriente = (Bal-Nu-Eg) - (Bal-Nu-Pr) = kg NP/ kg NP

Cuando todos los kilos de animales producidos egresan del sistema, los valores de ambos indicadores son iguales. Significa que no hubo almacenamiento de N-P en el compartimento "animal" (no hubo incremento directo por ingreso de N-P y/o por transferencias desde el compartimento "alimento").

Si los kilos de peso vivo producidos superaran a los kilos que salen del sistema, el stock de animales estaría en aumento. En este caso, el valor del indicador Bal-Nu-Eg predial es mayor que el de Bal-Nu-Pr predial, por lo cual el valor en N-P de la diferencia entre Bal-Nu-Eg predial y Bal-Nu-Pr predial serán los kilos de N-P acumulado/almacenado por transferencia, en el compartimento animal (Dif-Bal-Nu). Por el contrario, si los kilos de peso producidos fuesen menores a los kilos que salen del sistema, el stock de animales estaría en disminución. Por lo tanto, en este caso, el valor del indicador Bal-Nu-Eg predial es menor que el de Bal-Nu-Pr predial, por lo cual el valor en N-P de la diferencia entre Bal-Nu-Eg predial y Bal-Nu-Pr predial será negativo, indicando que se pierden kilos de N-P almacenados previamente en el compartimento animal.

En los sistemas ganaderos, el movimiento de nutrientes hacia y desde el compartimento animal, evaluado a través del balance a nivel predial, se estimó por medio del Indicador "Dif-Bal-Nu" (diferencia entre los indicadores Bal-Nu-Eg predial y Bal-Nu-Pr predial).

Si $\text{Dif-Bal-Nu (Bal-Nu-Eg) - (Bal-Nu-Pr) > 0}$ a nivel predial; existe transferencia desde algún compartimento del sistema hacia el compartimento animal.

4. ► **Eficiencias de Uso de Nutrientes según subsistemas.** Se puede considerar por separado el subsistema de producción de forrajes y grano como alimento para el ganado -relacionado con estrategias de fertilización y abonado- y el subsistema de producción animal -relacionado con la estrategia de alimentación de los rodeos-. En este trabajo se analizó este subsistema rodeo.

Subsistema de producción animal o “rodeo” asociado a la alimentación

Se estimó la eficiencia de uso de nutrientes de los alimentos por el rodeo de animales para la producción de carne, ya sea del alimento externo solamente, como en los sistemas semiintensivos con suplementación, o del total del alimento ofrecido en los sistemas que se lo pudo calcular:

- ✓ intensivo en corrales de engorde, ya que el hombre administra la totalidad del alimento que consumen los bovinos, y
- ✓ semiintensivo de invernada en EEA-INTA Balcarce, ya que se contó con los registros de los kilos de materia seca de forrajes consumidos y de los suplementos suministrados.

En los sistemas intensivos, así como en los semiintensivos, el alimento no producido en el propio establecimiento puede representar una mediana a alta proporción de la alimentación total. En los sistemas ganaderos de producción de carne existe un amplio rango de variación en cuanto a la cantidad de alimento que ingresa desde el exterior al predio, desde 0% en extensivo sin suplementación, hasta 100% en el feedlot propiamente dicho. Por lo tanto, también existe un amplio rango en el ingreso de nutrientes desde el exterior con el alimento.

Para el cálculo de los indicadores asociados a la alimentación se tomaron en cuenta y calcularon:

- 1) Alimento total ofrecido
- 2) Alimento externo
- 3) Nutriente total ofrecido
- 4) Nutriente externo ofrecido
- 5) Nutriente interno ofrecido

1) *-Alimento total ofrecido:* Consideró todo el alimento ofrecido a los animales, tanto el producido en el predio (interno) como el ingresado desde el exterior (externo). El interno contempló el forraje producido en el predio, tanto pastoreado directamente como transformado en reservas (heno, silaje) y consumido en el período considerado. Queda expresado en kilos de materia seca (kg MS).

Para los recursos pastoreados, para estimar el forraje ofrecido/consumido, se calculó en las parcelas el forraje disponible al inicio y el remanente a la salida de las mismas:

Forraje ofrecido consumido = forraje disponible al inicio (Kg MS) – remanente (Kg MS)

Para los recursos transformados en reservas, se utilizó la información consignada en relación a los kg de MS administrados a través de rollos (heno) o de silaje (de maíz y de pastura).

2) *-Alimento externo:* Consideró solo el alimento ingresado desde el exterior (externo) ofrecido a los animales (grano de maíz, expeler de girasol, urea, etc.). Queda expresado en kilos de materia seca (kg MS).

3) -*Nutriente total ofrecido*: Consideró todo el alimento ofrecido a los animales, tanto el producido en el predio como el ingresado desde el exterior. Surge de la suma del N-P de los alimentos de todo el período de invernada.

Queda expresado en gramos N-P por cabeza promedio del lote a lo largo de la invernada por día promedio de duración de la invernada (g/cabeza/día).

$$\text{Cálculo} = \frac{\frac{\text{NP alimento total (kg x 1000)}}{\text{número de cabezas promedio}}}{\text{duración de la invernada (días)}} = \text{g NP/cab/día}$$

4) -*Nutriente externo ofrecido*: Consideró solo el alimento externo (ingresado desde el exterior) ofrecido a los animales. Surge de la suma del N-P de los alimentos externos de todo el período de invernada.

Queda expresado en gramos N-P por cabeza promedio del lote a lo largo de la invernada por día promedio de duración de la invernada (g/cabeza/día).

$$\text{Cálculo} = \frac{\frac{\text{NP alimento externo (kg x 1000)}}{\text{número de cabezas promedio}}}{\text{duración de la invernada (días)}} = \text{g NP/cab/día}$$

5) -*Nutriente interno ofrecido*: Consideró solo el alimento interno (producido en el predio) ofrecido a los animales (forraje, en pie y conservado). Surge de la diferencia entre el nutriente total ofrecido y el nutriente externo ofrecido.

Queda expresado en gramos N-P por cabeza promedio del lote a lo largo de la invernada por día promedio de duración de la invernada (g/cabeza/día).

$$\text{Cálculo} = \frac{\frac{\text{NP alimento interno (kg x 1000)}}{\text{número de cabezas promedio}}}{\text{duración de la invernada (días)}} = \text{g NP/cab/día}$$

Se calcularon dos indicadores: “Eficiencia de Uso de Nutrientes del alimento externo por el Rodeo” y “Eficiencia de Uso de Nutrientes del alimento total por el Rodeo”.

Se calculan como:

(EUNaEx-R) Ef. de Uso de Nutriente del alimento externo por el Rodeo = NP en kilos de peso vivo producido (kg) / NP en alimento externo ofrecido (kg) x 100 = %

Expresa qué proporción representa el nutriente contenido en el bien producido en el sistema (kilos de peso de animales) del nutriente ingresado en alimentos desde el exterior. Indica cuanto del nutriente que ingresó con el alimento externo al sistema se transformó en producto. Desarrollo específico.

(EUNaT-R) Ef. de Uso de Nutriente del alimento total por el Rodeo = NP en kilos de peso vivo producido (kg) / NP en alimento total ofrecido (kg) x 100 = %

Nos indica cuánto del nutriente ofrecido en el alimento total se trasladó al producto (kilos de peso de animales). El alimento total ofrecido contempla el nutriente (N–P) del forraje producido en el predio, tanto pastoreado directamente como transformado en reserva (heno, silaje) y consumido en el período considerado, además del alimento ingresado desde el exterior (Spears et al., 2003a-b; Steinshamn et al., 2004). El EUNaT-R permite estimar o valorar la retención del nutriente en el animal en los sistemas de invernada, dado que su producción es el aumento de peso solamente.

En el caso de los sistemas semiintensivos, el indicador involucra transferencias internas del compartimento “agrícola” y/o “alimento” al compartimento “animales”, si en el sistema se produce el propio suplemento, o compra alimento y lo almacena. En los establecimientos de engorde a corral, si producen grano, heno, etc. para sus corrales, y se lo considera a todo como una unidad agropecuaria -planteo mixto-, el indicador también involucra transferencias internas del compartimento “agrícola” y/o “alimento” al compartimento “animales”.

b) Indicadores relacionados con la dependencia de alimentos externos

Las estrategias de alimentación (suplementación / pastoreo) influyen en los balances de nutrientes y en sus indicadores asociados. En el ámbito de la caracterización de los sistemas de producción de carne bovina resulta de interés identificar el grado de dependencia de los distintos tipos de sistemas con los alimentos externos, con los nutrientes en particular ingresados con dichos alimentos y además, con la eficiencia con la cual dicho nutriente es transformado en producto. En los sistemas semiintensivos se presentaría el mayor rango de variación de los indicadores relacionados con los nutrientes ingresados a través de los alimentos.

Tomando en consideración el alimento total y el alimento externo ofrecidos, por un lado, y los nutrientes ofrecidos y los requerimientos por cabeza y por día, por otro, se calcularon los indicadores relacionados con la Dependencia de Alimentos externos (Cuadro II.7). Adaptación específica (Gustafson et al., 2003).

Cuadro II.7. Denominación, fórmulas de cálculo y tipo de desarrollo (existente, adaptación específica-adapt. especif.-, desarrollo específico -desarr. especif.-) de los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental relacionados con la Dependencia de alimentos externos.

INDICADOR	ABREV.	FÓRMULA	UNIDAD	DESARROLLO	CITAS
Grado de Autosuficiencia en la alimentación	Autosuf	$100 - [(alimento\ externo\ (kg\ MS) / alimento\ total\ ofrecido\ (kg\ MS) \times 100)]$	%	Adapt. Especif.	Gustafson et al., 2003.
Fracción de Nutriente Importado con la alimentación	FNla	$NP\ alimento\ externo\ (kg) / NP\ alimento\ total\ ofrecido\ (kg) \times 100$			
Requerimientos cubiertos	RC	$NP\ de\ alimento\ total\ ofrecido\ (g\ NP/cabeza/día) / requerimiento\ nutriente\ (g\ NP/cabeza/día) \times 100$			
Requerimientos cubiertos externos	RCe	$NP\ de\ alimento\ externo\ ofrecido\ (g\ NP/cabeza/día) / requerimiento\ nutriente\ (g\ NP/cabeza/día) \times 100$			
Requerimientos cubiertos internos	RCi	$NP\ de\ alimento\ interno\ ofrecido\ (g\ NP/cabeza/día) / requerimiento\ nutriente\ (g\ NP/cabeza/día) \times 100$			

(Autosuf) Grado de Autosuficiencia en la alimentación = 100 - [(alimento externo (kg MS) / alimento total ofrecido (kg MS) x 100)] = %

Muestra en qué grado el sistema se autoabastece con su propio alimento producido. Cuanto mayor el valor del indicador, menos dependiente resulta el sistema de producción del alimento externo (ingresado) en su conjunto.

(FNla) Fracción de Nutriente Importado con la alimentación = NP alimento externo (kg) / NP alimento total ofrecido (kg) x 100 = %

Muestra en qué grado depende el sistema, para cada nutriente en particular, del alimento externo.

Relacionados con el grado de Cobertura de los Requerimientos de los animales se calcularon tres indicadores que indican qué proporción de los requerimientos del nutriente es cubierta o no, o cubierta en exceso, **por el alimento total ofrecido (RC), el alimento ingresado del exterior (RCe) y/o por el alimento producido en el propio predio –interno- (RCi).**

(RC) Requerimientos cubiertos = NP de alimento total ofrecido (g NP/cabeza/día) / requerimiento nutriente (g NP/cabeza/día) x 100 = %

(RCe) Requerimientos cubiertos externos = NP de alimento externo ofrecido (g NP/cabeza/día) / requerimiento nutriente (g NP/cabeza/día) x 100 = %

(RCi) Requerimientos cubiertos internos = NP de alimento interno ofrecido (g NP/cabeza/día) / requerimiento nutriente (g NP/cabeza/día) x 100 = %

Para el cálculo de los requerimientos de los animales se usaron los requerimientos promedios según NRC, 1996. Se utilizó el peso vivo promedio anual y la ganancia de peso diaria promedio. Se estimaron los requerimientos medios de:

- Materia seca (kg/cab/día), al 3% del peso vivo.
- Nitrógeno (gramos/cab/día), a partir de Proteína bruta (PB). Se utilizó la conversión de PB a N a través de multiplicar los gramos de PB/cab/día x 6,25.
- Fósforo (gramos/cab/día).

Cuando los requerimientos del nutriente son cubiertos en exceso, el excedente no queda retenido en el animal, y por lo tanto, se excreta al medio. Las consecuencias ambientales resultarán distintas según procedencia del alimento. Por lo tanto, relaciona producción animal con ambiente. Así:

- ✓ si una alta proporción provino de alimentos importados al establecimiento, se estaría aumentando la carga de nutrientes en el medio.
- ✓ si una alta proporción provino de alimentos producidos en el propio sistema, con esta excreción aumentada se estarían transfiriendo nutrientes entre sectores del predio (entre potreros o entre un potrero y el sector donde se suplementan o encierran los animales).

Todos los indicadores no pueden aplicarse a todos los sistemas ganaderos. Hay algunos que solo pueden aplicarse a sistemas intensivos y otros, únicamente a sistemas semiintensivos. Estas particularidades serán tenidas en cuenta al momento de la caracterización de los distintos sistemas de producción de carne bovina.

En referencia al nitrógeno, en los sistemas extensivos y semiintensivos, el cálculo del balance de nitrógeno se hará considerando la fijación biológica de nitrógeno.

CAPÍTULO II.c

Análisis estadístico

Para el desarrollo de los indicadores de manejo de nutrientes y caracterización de los sistemas de producción de carne bovina, la información obtenida por unidad de estudio para cada año o ejercicio productivo, como ya se explicara, fue reportada como una observación a la cual se la identificó como “Unidad de Análisis” (UdA). El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa InfoStat versión 12.0 (Di Rienzo, et al., 2012).

La información recopilada se sistematizó y analizó, en un primer paso, por medio de estadística descriptiva (medidas de tendencia central, cuartiles, percentiles, valores máximos y mínimos). Para evaluar la normalidad de los datos obtenidos se utilizó el test de Shapiro-Wilks modificado ($\alpha = 0,05$). Al presentar la mayoría una distribución “no normal”, la comparación de los parámetros productivos, de los componentes de los balances y de los indicadores de manejo de nutrientes entre los grupos de sistemas de producción de base pastoril y los intensivos, se realizó a través de la Prueba de la Mediana para dos muestras, para verificar o rechazar la hipótesis de igualdad de las medianas.

Se realizó la Correlación no paramétrica de Spearman ($\alpha = 0,05$) para investigar el grado de asociación entre las distintas variables. Para aquellas variables que mostraron estar correlacionadas y que se cumplían los supuestos teóricos, se realizó, también, análisis de Regresión Lineal Simple para estimar la relación funcional entre ellas, con validación de los supuestos de normalidad para los residuos de la variable dependiente a partir del test de Shapiro-Wilks (modificado).

Con el fin de obtener una clasificación de los sistemas de producción de carne analizados, se realizó análisis de Componentes Principales y de Conglomerados. Las unidades de análisis estudiadas fueron agrupadas por características semejantes según el manejo de nutrientes. En esta clasificación no se tuvieron en cuenta a los Planteos Mixtos, por lo cual, se analizaron 83 UdAs.

Se utilizó la técnica de reducción de dimensión llamada Análisis de Componentes Principales debido a que se tuvieron numerosas variables para realizar el agrupamiento. De esta forma, se logró un número menor de variables capaces de expresar la variabilidad en los datos.

En el análisis de Conglomerados los casos estudiados fueron agrupados sobre la base de su cercanía o vecindad, lo cual implicó la distribución de las unidades estudiadas en clases o categorías, de manera tal, que cada clase (conglomerado) reunió unidades cuya similitud fue máxima bajo algún criterio. Es decir, los objetos en un mismo grupo comparten el mayor número permisible de características, y los objetos en diferentes grupos tienden a ser distintos. Para el análisis de Conglomerados se eligió el Método de Agrupamiento Jerárquico Promedio que utiliza el algoritmo Encadenamiento promedio (average linkage), en el cual la distancia entre dos conglomerados se obtiene promediando todas las distancias entre pares de objetos, donde un miembro del par pertenece a uno de los conglomerados y el otro miembro al segundo conglomerado. Fue seleccionado entre otros métodos, dado que arrojó los mayores valores del coeficiente de Correlación Cofenética. Este coeficiente indica la correlación de las distancias definidas por la métrica de árbol binario con las distancias originales entre objetos, por lo cual, se espera que el agrupamiento con mayor coeficiente sea el que mejor describe el agrupamiento natural de los datos. Para la medición de distancias se utilizó la medida de distancia Euclídea (Balzarini et al., 2008). Para la visualización de las distintas agrupaciones de casos que se van formando por características de homogeneidad, se realizaron gráficos denominados “dendrogramas”. El criterio de corte o diferenciación de conglomerados utilizado fue al 50% del total de la distancia.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

y

DISCUSIÓN

CAPÍTULO III.a

Resultados generales

RESULTADOS GENERALES

Para la selección de los descriptores/indicadores que mejor se asocien a la intensificación en el uso de nutrientes en distintos sistemas de producción de carne, se realizó primero una caracterización general de los sistemas productivos de carne vacuna a escala de predio, y considerando la transferencia de nutrientes entre distintas áreas dentro de los mismos.

El nivel o grado de intensificación general está evidenciado por el uso que se hace de la propia tierra y el nivel de consumo de recursos evaluados a nivel energético y a nivel de proveedores de nutrientes minerales.

Quedaron caracterizados a través de un Diagnóstico Estático primero, seguido de la construcción de un Diagrama de Flujo, los tres tipos de sistemas productivos de bovinos para carne, identificando características comunes y no comunes. Un extremo se encuentra en el sistema intensivo (Feedlot o Engorde a Corral propiamente dicho), y el otro, en el extensivo pastoril. Entre ambos, una gama de sistemas semiintensivos, es decir, de base pastoril con uso de insumos externos en distintas proporciones y distintos tipos de manejo del pastoreo.

DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA.

Diagnóstico estático

Se caracterizó en forma descriptiva cada uno de los sistemas de producción de carne considerados. Se confeccionó el Cuadro. III.a.1 que se presenta a continuación.

Cuadro III.a.1 Comparación de los Sistemas de Producción de carne según los elementos intervinientes en cada uno de ellos.

COMBINACION con AGRICULTURA. Cosecha de grano para venta (Planteo Mixto) o consumo propio por el ganado.	EX. Potencial Bajo. Mínima superficie que se puede destinar a cultivos, dada las pobres calidades de suelo.
	SE. Potencial Alto. Superficie variable, acorde a las calidades de suelo.
	I. Potencial Alto. Si el feedlot está incluido en el establecimiento, el destino principal es para alimentación del ganado.
ACTIVIDAD GANADERA VACUNA	EX. Cría, principalmente. La calidad del suelo no permite forrajes de alto valor nutritivo para permitir altas ganancias de peso en invernadas.
	SE. Ciclo Completo: cría y recría/engorde, o <i>Invernada</i> . La suplementación alimenticia permite completar la dieta de engorde en los momentos del año que los forrajes decaen en su productividad y digestibilidad
	I. Invernada
TIPO de INVERNADA	EX. Base Pastoril
	SE. Pastoril con suplementación y/o con un porcentaje de encierres temporarios, estratégicos, en corrales.
	I. Encierre a Corral solamente para invernada / engorde.
GRADO de INTEGRACIÓN de ACTIVIDADES (Cría – invernada – lechería - agricultura para cosecha, etc.)	EX. Potencial Bajo, debido a la pobre calidad de suelo, en términos generales.
	SE. Potencial Alto, debido la posibilidad de destinar distintos potreros a agricultura o a actividades ganaderas distintas, según conveniencia económica / financiera.
	I. Potencial Bajo. La posibilidad de adecuación a distintas realidades está dada, principalmente, por el destino del grano cosechado: venta o alimento para el vacuno en engorde en los corrales.
CARGA ANIMAL	EX. BAJA a MEDIA (kg peso vivo/ ha; EV/ ha)
	SE. MEDIA a ALTA (kg peso vivo/ ha; EV/ ha; cabezas/ ha)
	I. MUY ALTA (kg/ ha; m ² / cabeza; m ² / kg peso vivo)
VALOR CUANTITATIVO de la PRODUCCIÓN de CARNE	EX. Los valores más bajos, debido a la carga animal baja a media y su productividad individual.
	SE. Valores medios, dado que ya se incluyen suplementos para completar la cadena alimenticia a lo largo del año, subsanando las deficiencias de forraje en las épocas de invierno y verano, principalmente.
	I. Los valores más altos, dado que se arman las raciones de engorde para que los vacunos encerrados expresen su mayor potencial de ganancia de peso.
USO de INSUMOS EXTERNOS teniendo en cuenta su VALOR ENERGÉTICO	EX. BAJO. Uso de agroquímicos, alimentos para el ganado, fertilizantes y combustible en bajas cantidades (menor superficie en roturación para implantación de cultivos/forrajes).
	SE. MEDIO a ALTO. Labranza del suelo en Directa o Convencional (utiliza mayor cantidad de implementos). Uso de agroquímicos, fertilizantes y alimentos para el ganado.
	I. ALTO. Alimentos y combustibles son los principales. Agroquímicos, fertilizantes y labranzas en Directa o Convencional, según % de roturación de la superficie.
IMPORTACIÓN DE NUTRIENTES desde el EXTERIOR al PREDIO	EX. BAJO. Ingresan por Fijación de N por leguminosas y animales. Alimentos, semillas y fertilizantes en baja proporción. La Fijación de N puede ser la principal vía para el N si existen leguminosas en las pasturas.
	SE. VARIABLE. Fijación de N por leguminosas, animales, alimentos, semillas y fertilizantes. Es el sistema que presenta las proporciones más variables.
	I. ALTA. Alimentos principalmente, y vacunos. Fertilizantes, semillas y fijación de N por leguminosas en proporciones variables, si es un feedlot integrado en un campo con superficie para producir parte de los alimentos para el ganado encerrado.
INGRESO de ALIMENTO desde	EX. VALOR BAJO. Generalmente existen limitaciones a nivel económico.
	SE. VALOR MEDIO. Depende de la relación costo /beneficio (costo del alimento y precio de venta de la carne).

el EXTERIOR al PREDIO	I. VALOR ALTO. Principal insumo de la actividad. Solo en aquellos feedlots integrados totalmente a un campo agrícola o mixto se presentan valores de ingreso de alimentos medios a bajos.
EXPORTACIÓN DE NUTRIENTES desde el PREDIO al EXTERIOR	EX. Carne. Granos en muy baja proporción si es planteo mixto.
	SE. Carne. Granos en planteo mixto. Forraje conservado como heno (el menos importante).
TRANSFERENCIA DE NUTRIENTES dentro del PREDIO (en cada año productivo considerado)	I. Carne. Posibilidad de Estiércol como subproducto en los grandes feedlots (abono para los establecimientos que lo reciben). Granos, en menor proporción, en planteo mixto.
	EX. La más Baja en términos generales. Aumenta con el incremento de la intensificación: a) a través de henos/ silajes, entre potreros (desde el potrero donde se produce el forraje conservado al potrero donde se alimentan los animales); b) a través del bosteo con los pastoreos rotativos intensivos; c) a través de granos de potreros de cosecha a potreros de pastoreo, en muy baja proporción.
	SE. La más Alta. Aumenta con el incremento de la intensificación: a) a través de henos/ silajes, entre potreros o de potreros a corrales de encierre; b) a través del bosteo con los pastoreos rotativos intensivos; c) a través de granos de potreros de cosecha a potreros de pastoreo y/o a corrales de encierre.
DISTRIBUCIÓN DEL ESTIÉRCOL dentro del PREDIO	I. Intermedia, si realiza agricultura para consumo de grano propio por sus animales o para forraje conservado: a) a través de granos de potreros de cosecha a corrales de encierre; b) a través de silajes / henos de potreros a corrales de encierre.
	EX. La más homogénea. Distribución por bosteo en los potreros. A medida que se intensifica con pastoreos rotativos, cambian los patrones de bosteo, concentrando parte del estiércol en callejones, además de en las aguadas.
	SE. Homogeneidad intermedia. Depende del nivel de suplementación en potreros, nivel de encierre en corrales de alimentación y de los años de rotación agricultura-ganadería. Existiría la posibilidad de uso como abono, tanto para cultivo de cosecha como forrajero, en los casos de encierres frecuentes y/o de altas concentraciones de animales.
GRADO DE INTEGRACIÓN (Superf. proveedora de alimento/ Dotación media anual en corrales)	I. Concentración en los Corrales de Encierre. Posibilidad de uso como abono dentro del predio en función de la superficie destinada a cultivos, tanto para alimento como para venta de grano.
	EX. MUY BAJO, pues en general no se realizan Encierres a Corral.
	SE. ALTO cuando existen Encierres a Corral. Sistema con la mejor integración y posibilidad de utilizar los nutrientes del estiércol como abono en potreros.
	I. VARIABLE. Valores más desfavorables a medida que aumenta la dependencia del alimento externo, debido a que existe poca superficie para agricultura.

EX: SISTEMA EXTENSIVO

SE: SISTEMA SEMIINTENSIVO –con suplementación-

I: SISTEMA INTENSIVO –Engorde a Corral- Feedlot-

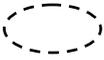
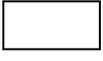
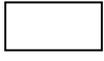
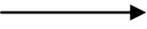
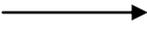
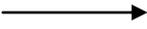
EV: Equivalente Vaca. Unidad de requerimientos energéticos.

Diagramas de Flujo

A partir de los diagnósticos estáticos se elaboraron Diagramas de Flujo básicos que caracterizaron a cada uno de los sistemas en forma dinámica. Con estos diagramas se determinaron los límites del sistema y subsistemas, e identificaron los componentes o compartimentos principales, las entradas y salidas de nutrientes, y las interacciones entre los componentes o compartimentos que constituyen cada sistema –flujos internos de nutrientes-.

La Simbología de los Diagramas (Figuras III.a.1, III.a.2 y III.a.3) se detalla a continuación.

Simbología de los Diagramas

Parámetros	Sistema de Producción		
	Extensivo (Figura III.a.1)	Semiintensivo (Figura III.a.2)	Intensivo (Figura III.a.3)
Límite del Sistema de Producción (Establecimiento)			
Límite del Subsistema Suelo – Planta			
Límite del Subsistema Concentración de Animales			
Límite del Subsistema Engorde a Corral			
Límite del Subsistema Agrícola			
Componentes			
Flujo con Mayor Importancia			
Flujo con Menor Importancia			

Los componentes o compartimentos considerados dentro del sistema y subsistemas son: suelo, animal y alimento.

- *componente suelo* abarca la capa arable y el recurso hídrico superficial que pudiera existir en el sistema.
- *componente animal* abarca al ganado vacuno y cualquier otro que se incluya en el establecimiento
- *componente alimento* involucra a los forrajes, suplementos alimenticios comprados/ingresados que no son consumidos inmediatamente (stock, almacenamiento o

reserva) y a la agricultura como proveedora de grano para el ganado, así como para cosecha y venta.

Descripción del Diagrama de flujo del Sistema Extensivo (ver Figura III.a.1)

En este sistema encontramos que el subsistema suelo-planta es para ganadería, y ocupa espacialmente la mayor parte del mismo. Dentro de él se encuentra el subsistema de concentración de animales, que son las áreas de descanso (montes y aguadas, principalmente) y los corrales de la manga (lugar de trabajo).

Las entradas de nutrientes –N y P- al sistema provienen de distintas fuentes. El N tiene como vía principal la fijación biológica por leguminosas y no leguminosas en mucha menor cuantía, e ingresa al subsistema suelo-planta. También ingresa por deposición atmosférica a todo el sistema. Ambos nutrientes entran con los animales ingresados desde fuera del establecimiento, toros y hembras de reposición, principalmente. Alimentos, fertilizantes y semillas para algún recurso forrajero a implantarse, en muy baja proporción.

La salida de N y P del sistema ocurre por egreso de animales por ventas o traslados. El N egresa al aire por volatilización en forma de amoníaco especialmente, desde los subsistemas concentración de animales y suelo-planta; y por lixiviación (a capas más profundas del suelo o aguas subterráneas) desde el subsistema concentración de animales y áreas con leguminosas implantadas, en casos que hubiera cantidad de N fijado por las mismas. El P y también el N, salen por escorrentía ante lluvias importantes, que “lavan” el suelo de las áreas de concentración de animales.

Los movimientos más significativos de los nutrientes dentro del establecimiento (sistema) ocurren entre los componentes Animales y Suelo a través de las excretas depositadas en los potreros y en las áreas de descanso del subsistema concentración de animales; y entre los componentes Forrajes y Animales, por el pastoreo y consumo de alguna reserva a través de la henificación. Luego, existe un constante flujo de nutrientes del

componente Suelo a Forrajes por asimilación, y a la inversa, a través de la degradación de los residuos remanentes del componente Forraje.

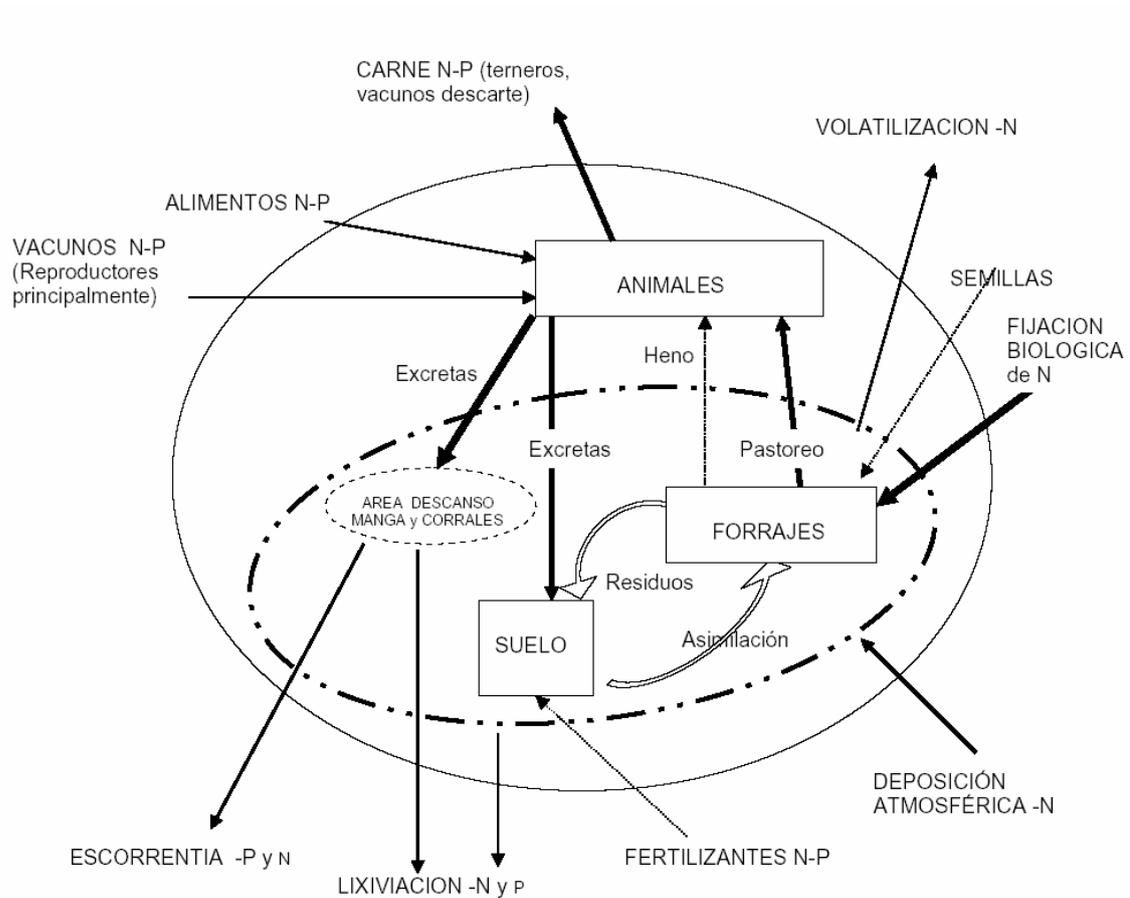


Figura III.a.1. Diagrama de Flujo del Sistema Extensivo.

Descripción del Diagrama de flujo del Sistema Semiintensivo (ver Figura III.a.2)

Este sistema se complejiza al surgir dentro del subsistema suelo-planta, el subsistema agrícola con los componentes Agricultura (cereales y leguminosas para producción de grano para venta y/o para consumo de los animales) y Stock o Almacenamiento de granos. A su vez, se puede agrandar, espacialmente y temporalmente, el subsistema concentración de animales al aparecer los encierres temporarios, estratégicos, en corrales para recrias y/o engordes de terminación del ganado.

Las entradas de nutrientes -N y P- al sistema provienen de las mismas fuentes. La diferencia se encuentra en la relevancia que tiene cada una. El N ingresa al subsistema suelo-planta por fijación biológica por leguminosas (no leguminosas en muy baja proporción), y por deposición atmosférica a todo el sistema. Cobran mucha mayor significación las entradas de ambos nutrientes a través de fertilizantes y semillas para los recursos forrajeros (pasturas y verdeos) y los cultivos agrícolas (en los planteos mixtos), y por suplementos alimenticios (granos, subproductos, balanceados, núcleos minerales) como alimento para el ganado. El ingreso por animales suele ser mayor, ya que los planteos con invernada de mayores cargas, se abastecen con animales del exterior.

La salida de N y P del sistema ocurre por egreso de animales por ventas o traslados, y venta de grano cosechado. El N se pierde al aire por volatilización en forma de amoníaco especialmente, desde los subsistemas concentración de animales y suelo-planta; y por lixiviación (a capas más profundas del suelo o aguas subterráneas) desde el subsistema concentración de animales y áreas con leguminosas implantadas, tanto forrajeras como de cultivos agrícolas, soja principalmente. La salida del P y N por escorrentía son de mayor relevancia, ya que las áreas de concentración de animales aumentan en tamaño y en tiempo de ocupación.

A los movimientos de nutrientes del sistema anterior se agrega una intensificación en la transferencia de N y P desde el subsistema suelo-planta, tanto desde el componente Forrajes como del Stock de granos (ambos proveedores de alimentos para los animales), a las áreas de encierre en corrales temporarios por medio de las deyecciones del ganado en confinamiento. Al flujo constante de nutrientes entre los componentes Suelo y Forrajes, explicado precedentemente, se agrega un flujo similar (asimilación por las plantas y degradación de residuos vegetales en el suelo) entre los componentes Suelo y Agricultura.

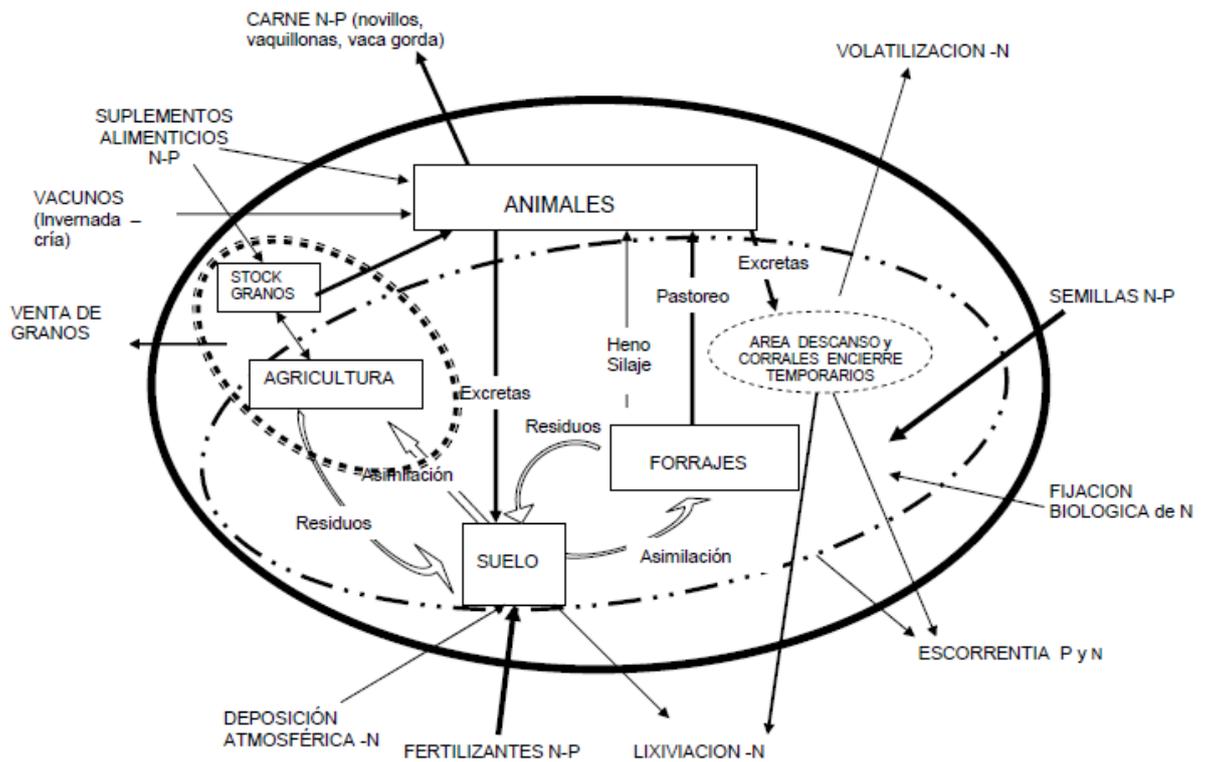


Figura. III.a.2. Diagrama de Flujo del Sistema Semiintensivo.

Descripción del Diagrama de flujo del Sistema Intensivo (ver Figura III.a.3)

En el sistema intensivo los subsistemas importantes son el de concentración de animales, por la superficie que abarcan los corrales de engorde y su tiempo de ocupación, y el agrícola, por su función de proveedor de alimento para las cabezas de ganado encerradas en dichos corrales, si es un establecimiento que integra encierro a corral (feedlot) con agricultura. La proporción entre uno y otro determinará el nivel de ingreso de nutrientes desde el exterior a través de alimentos (mayor cuanto menor superficie para agricultura) y de fertilizantes y semillas (mayor cuanto mayor superficie para agricultura en relación a las cabezas encerradas anualmente).

El ingreso de N y P por animales es el mayor al comparar los tres sistemas, ya que todos ingresan del exterior. Los alimentos ingresan al sistema para almacenarse en el componente Stock (debe asegurarse la reserva de alimentos por períodos de tiempo) y para alimento directo a los animales encerrados.

La principal salida de N y P del sistema ocurre por ventas de animales, y según la proporción del subsistema agrícola, también por egreso de grano cosechado (sistema intensivo dentro de un planteo mixto). Puede existir una vía más de egreso si se exporta parte del estiércol producido por los animales (compostaje, abono fresco). Se intensifican las pérdidas de N y P por lixiviación y escurrimientos desde el subsistema concentración de animales (corrales de encierre, principalmente), y por volatilización de N como amoníaco. En algunos estudios comenzaron a encontrar fosfatos en lixiviados de suelos con alta concentración de estiércol -corrales o terrenos abonados- (Nash & Halliwell, 1999, Volpe et al., 2008). En aquellos casos que existan lagunas de tratamiento de los efluentes generados en el feedlot, se agrega pérdida de N por emisión de óxidos nitrosos.

Los flujos de nutrientes se mantienen entre los componentes Suelo y Agricultura y entre Suelo y Forrajes, quedando como función de este último componente el de servir para la confección de reservas para administrar en los corrales (heno y silo). En este sistema intensivo casi desaparece o no existe, directamente, el flujo de nutrientes por pastoreo desde el componente Forrajes al componente Animales. Las transferencias de nutrientes son más significativas desde los componentes Agricultura y Forrajes (subsistema suelo-planta) al componente Animales (subsistema concentración de animales). Surge, así, la importancia del abonado de los potreros para agricultura/forrajes con el estiércol producido en los corrales, con el fin de restituir parte del N y P que se extrajo con los granos/ forrajes conservados usados en la alimentación.

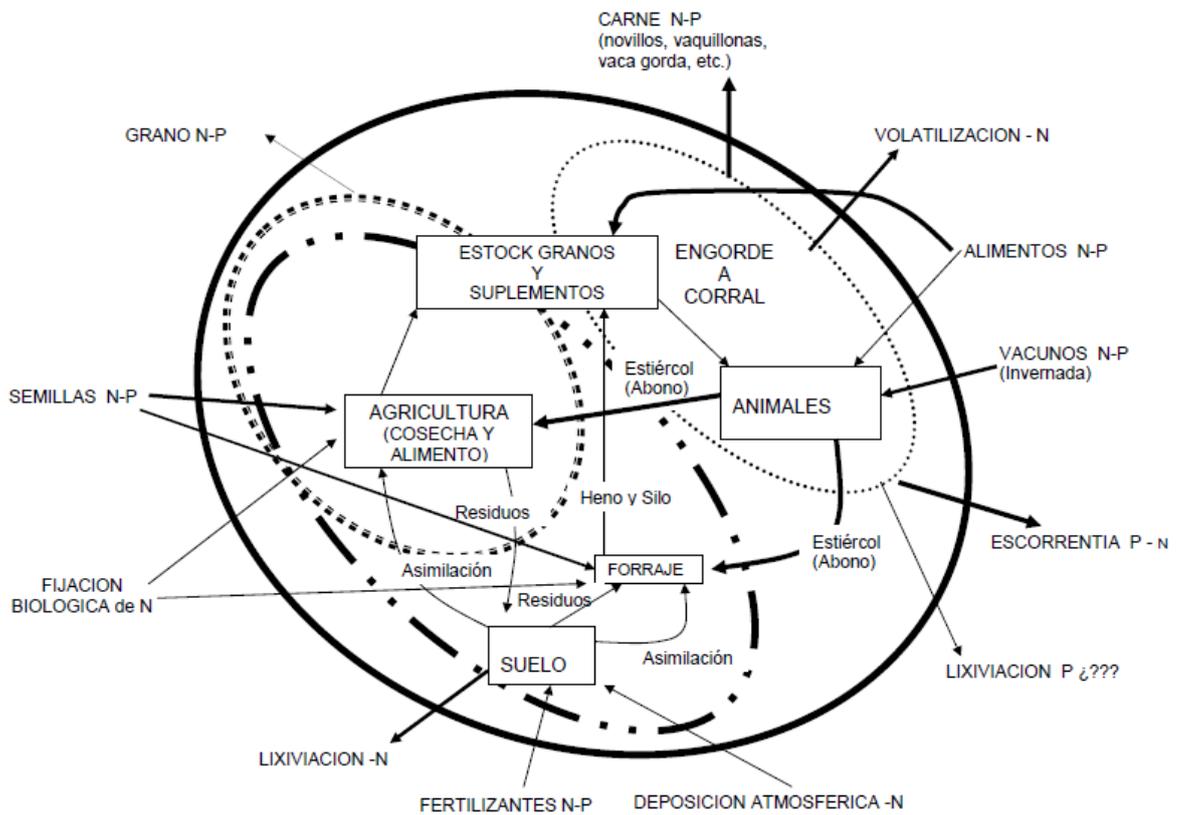


Figura III.a.3. Diagrama de Flujo del Sistema Intensivo.

Para los tres sistemas, los valores de nutrientes con mayor facilidad para calcular son los contenidos en los animales, alimentos, fertilizantes y semillas que ingresan para cultivos agrícolas/verdeos; y en los animales y granos vendidos. Luego, entre las transferencias de nutrientes, las ocasionadas por cosecha de grano y por confección de heno y silo, cuando son administrados a animales en corrales de encierre.

El Diagnóstico Estático y los Diagramas de Flujos permitieron detectar componentes comunes y no comunes a partir de las informaciones recabadas junto con material de bibliografía (Atkinson & Watson, 1996; Haygarth et al., 1998; Murillo et al., 2004a-b; Watson et al., 2002; 2005).

CAPÍTULO III.b

Sistemas extensivos

SISTEMAS EXTENSIVOS DE PRODUCCIÓN DE CARNE

RESULTADOS

En esta sección de resultados se presentarán los relativos a los sistemas de producción de carne extensivos, correspondiendo a los partidos de Laprida, Chascomús y Maipú (Las Armas). En Laprida se analizó una unidad de estudio desde el año 2000 al 2014 (15 UdAs), en Chascomús dos unidades de estudio desde el 2009 al 2013 (10 UdAs) y en Las Armas, también dos unidades de estudio, desde el 2011 al 2013 (6 UdAs).

A modo general, la actividad productiva preponderante fue la de cría bovina, con diferente grado de intensificación de dicha actividad a partir del reemplazo de parte del campo natural por pasturas implantadas en base a leguminosas como lotus (*Lotus sp.*) y tréboles (*Trifolium sp.*), complementado con uso de verdes de verano (maíz, sorgo) y de invierno (avena, triticale y rye grass). Además, implementación de pastoreos rotativos del forraje en pie y conservación del mismo a través de silaje y henificación. Esta intensificación del uso del forraje implicó una mayor utilización de fertilizantes fosforados y nitrogenados, y en el caso de las pasturas, un mayor ingreso de N por FBN.

DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS DE NITRÓGENO Y DE FÓSFORO A LAS UNIDADES DE ANÁLISIS

Se presentan los resultados del comportamiento de N y P en función de los ingresos totales y según fuente de origen.

Los ingresos de nitrógeno a las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos se muestran en la Figura III.b.1 y la proporción de cada uno en el ingreso total en la Figura III.b.2

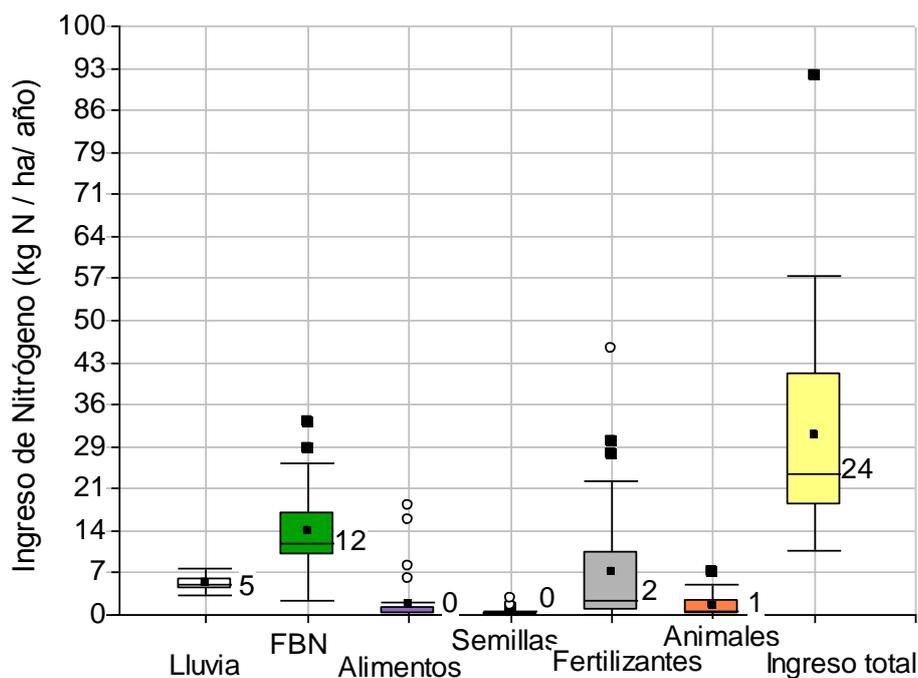


Figura III.b.1. Ingresos de nitrógeno a las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31) según fuentes de origen, expresados en kg N/ ha/ año.

El ingreso total de N estuvo en un rango entre 10,87 y 91,52 kg N/ha/año, correspondiendo a un valor de mediana de 23,89 kg N/ha/año para las 31 UdAs, correspondiendo el valor más alto y el más bajo a los sistemas evaluados en la localidad de Las Armas.

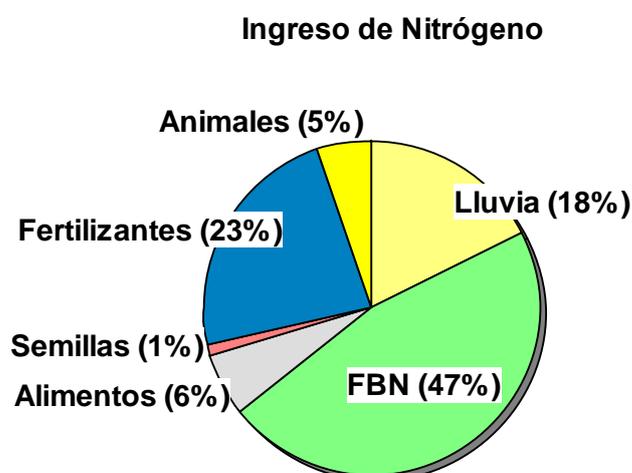


Figura III.b.2. Proporción de nitrógeno en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31) según fuentes de origen.

El mayor aporte de N correspondió a la FBN, con un valor de mediana de 12,05 kg N/ha/año, representando un 47 %, con valores mínimos y máximos de 2,47 y 32,80 kg N/ha/año, ambos en la localidad de Las Armas (Figuras III.b.1 y III b.2). En segundo lugar figuran los fertilizantes como fuente de N al sistema extensivo, con una mediana de 2,28 kg N/ha/año (23 %) y valores mínimos y máximos de 0 y 45,28 kg N/ha/año, en Laprida y en Las Armas, respectivamente. El aporte de N a través de las precipitaciones ocupó el tercer lugar, con un valor de 5,13 kg N/ha/año, representando el 18 %, con valores mínimos y máximos de 3,40 y 7,94 kg N/ha/año, ambos en Laprida. Los ingresos de N proveniente de los vacunos estuvieron en un rango entre 0 kg N/ha/año para 6 UdAs de Laprida y dos de Chascomús (implica que no hubo, siquiera, ingreso de toros) y 7,25 kg N/ha/año para un caso en Las Armas, con un valor de mediana de 0,59 kg N/ha/año (5 %). Los ingresos de N por semillas de cultivos anuales estuvieron en un rango entre 0 y 2,80 kg N/ha/año, y por suplementos alimenticios, para una mediana de 0 kg N/ ha/ año, la amplitud del rango fue mayor, entre 0 y 18,48 kg N/ha/año, correspondiendo el valor más alto a la localidad de Chascomús (heno en forma de rollo). Igualmente, la proporción de N ingresado por alimentos en el total de las 31 UdAs fue del 6 %. En 7 UdAs de las 15 de Laprida, en cuatro de Chascomús y en una de Las Armas no se implantaron verdeos ni cultivos agrícolas, y en 8 UdAs de Laprida, en cinco de Chascomús y en cinco de Las Armas no se suplementó con alimentos externos.

Los ingresos de fósforo a las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina según las distintas fuentes de origen se muestran en la Figura III.b.3 y la proporción de cada uno en el ingreso total en la Figura III.b.4.

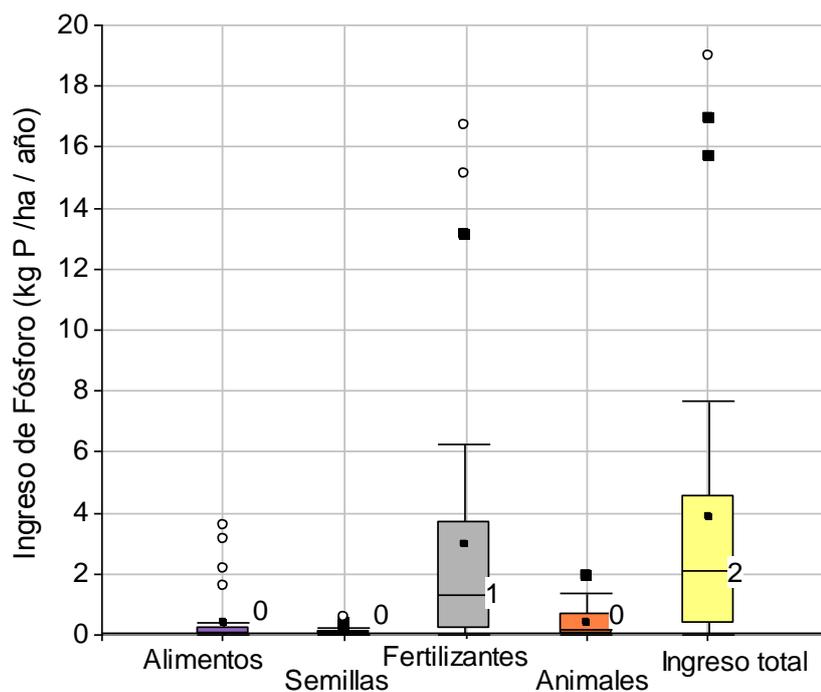


Figura III.b.3. Ingresos de fósforo a las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31) según fuentes de origen, expresados en kg P/ ha/ año.

El ingreso total de P estuvo en un rango entre 0 kg P/ha/año (una sola UdA en Laprida) y 18,97 kg P/ha/año, correspondiendo a un valor de mediana de 2,13 kg P/ha/año para las 31 UdAs, perteneciendo el valor más alto a una unidad de estudio de la localidad de Las Armas.

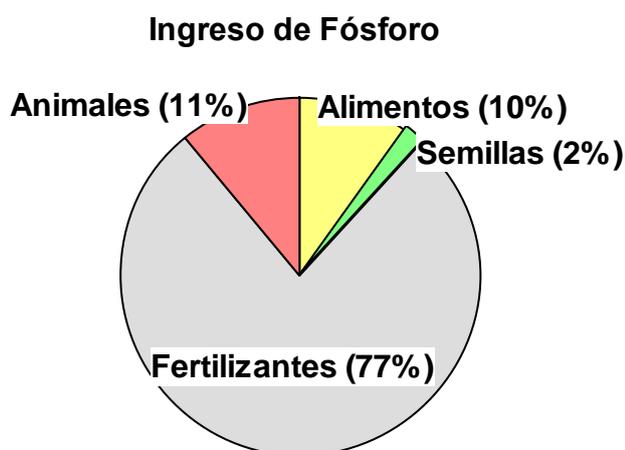


Figura III.b.4. Proporción de fósforo en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31) según fuentes de origen.

En las Figuras III.b. 3 y III.b. 4 se aprecia que el mayor aporte de P correspondió a los fertilizantes, con un valor de mediana de 1,32 kg P/ha/año, representando el 77 %, con

valores mínimos de 0 para 4 UdAs de Laprida, y máximos de 13 a 16,70 kg P/ha/año para 3 UdAs en Las Armas. Los ingresos de P a través de los vacunos estuvieron en un rango entre 0 kg P/ha/año para las UdAs de Laprida y Chascomús (mencionadas previamente), y 1,91 kg P/ha/año para la UdA de Las Armas señalada anteriormente, con un valor de mediana de 0,16 kg P/ha/año (11 %). El ingreso de P por suplementos alimenticios (10 %), presentó los valores máximos en Chascomús, a través de heno, alcanzando los 3,10 y 3,57 kg P/ha/año. Los menores ingresos de P correspondieron a las semillas de cultivos anuales, en un rango entre 0 y 0,54 kg P/ha/año.

BALANCE DE NUTRIENTES A NIVEL PREDIAL Y PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CARNE

Los valores de las Medianas de los ingresos, egresos y Balances prediales de N y P (kg/ha/año) para las 31 UdAs con sistemas extensivos, se presentan en las Figuras III.b.5 y III.b.6, respectivamente.

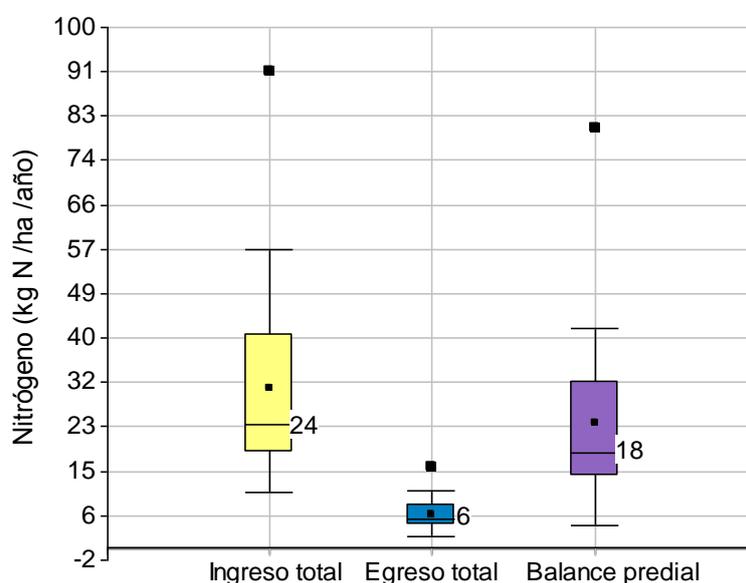


Figura III.b.5. Ingresos y egresos totales de N y Balance de N predial (kg N/ha/año) para las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31).

Los valores mínimos y máximos para el ingreso total de N estuvieron en un rango entre 10,87 y 91,52 kg N/ha/año, para el egreso total entre 2,25 y 15,50 kg N/ha/año, y para el Balance de N, entre 4,38 y 80,75 N/ha/año, respectivamente.

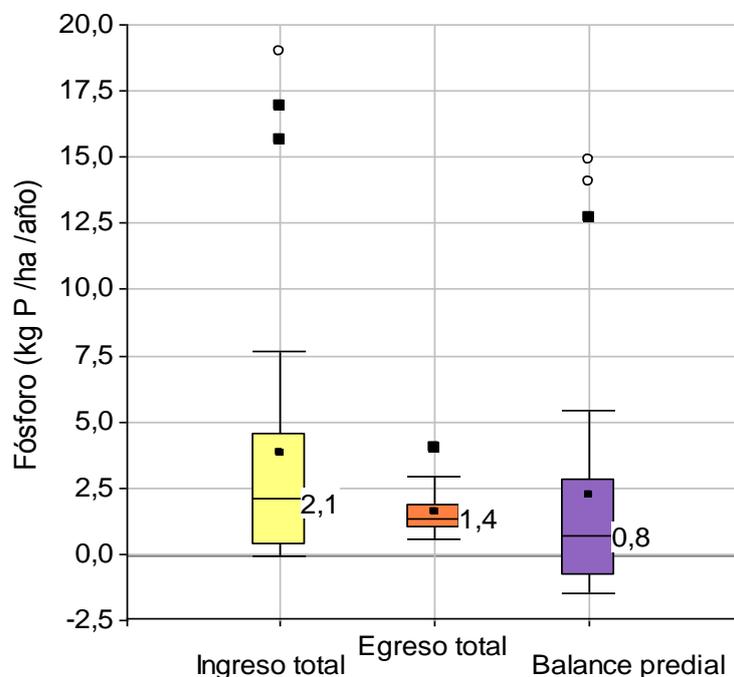


Figura III.b.6. Ingresos y egresos totales de P y Balance de P predial (kg P/ha/año) para las Unidades de Análisis de los sistemas extensivos de producción de carne bovina (n= 31).

Los valores mínimos y máximos para el ingreso total de P estuvieron en un rango entre 0 y 18,97 kg P/ha/año, para el egreso total entre 0,59 y 4,08 kg P/ha/año, y para el Balance de P, entre -1,43 y 14,90 kg P/ha/año, respectivamente.

Dado que la actividad de cría de las unidades de estudio se manejó con distinto grado de intensificación, los parámetros productivos presentaron un rango amplio entre el valor mínimo y el máximo. La Producción de Carne por hectárea y la Carga Animal de las 31 UdAs se muestran en la Tabla III.b.1.

Tabla III.b.1. Producción de Carne y Carga Animal (expresada en distintas unidades) para las 31 Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina (Med; Mín : Máx).

	Producción de Carne (kg/ha/año)	Carga Animal (kg/ha)	Carga Animal (EV/ha)	Carga Animal (Vi/ha)
Mediana	141,29	360	0,97	0,68
Mín	56	261	0,66	0,29
Máx	309	892	2,23	2,03
EV: Equivalente Vaca; Vi: vientre: hembra que produce ternero.				

La intensificación de la cría propuesta en los planteos de Chascomús y de Las Armas, con distintos grados en el manejo de la fertilización y de los recursos forrajeros para pastoreo directo y para ensilaje, cambió parte de la dinámica de las categorías animales de los esquemas más tradicionales (como el de Laprida), la cual afecta el movimiento de nutrientes a través de cambios en el componente animal del sistema. Con el fin de evitar las categorías que no producen, desaparece la categoría de vaquillonas de reposición, egresando todos los terneros al destete e ingresando al servicio vaquillonas recriadas o vacas, o directamente, las vaquillonas reciben servicio en otro predio e ingresan preñadas en otoño para parir en la estación siguiente. En la cría más intensificada de Las Armas (CAr_iE), incluso, los toros ingresan únicamente para la temporada de servicio, y luego salen del planteo. En la Tabla III.b. 2 que se presenta a continuación, se puede ver que todos estos cambios esbozados promueven el aumento de cabezas que producen terneros directamente (vientres), lo cual propicia un aumento de la carga animal y de la producción de carne, que junto con la mayor fertilización y FBN por las leguminosas de las pasturas implantadas, tornan a los sistemas “más abiertos” en el intercambio de nutrientes con el exterior. Esto trae aparejado un incremento de los valores de los Balances de N y P prediales.

Tabla III.b.2. Balance de Nitrógeno y de Fósforo prediales, Producción de Carne y Carga Animal para las 31 Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina, clasificadas según grado de intensificación de la actividad cría (Med; Mín : Máx).

Grado de intensificación	Balance N predial (kg N/ha/año)	Balance P predial (kg P/ha/año)	Producción de Carne (kg/ha/año)	Carga Animal (kg/ha)	Carga Animal (Vi/ha)
Cría Ex. (15 UdAs)	14,30 (10,80 : 21,95)	-0,76 (-1,43 : 1,85)	115,30 (56,26 : 144,6)	360 (301 : 398)	0,57 (0,29 : 0,64)
Cría Se. (8 UdAs)	28,31 (4,38 : 42,31)	2,39 (0,47 : 5,49)	141,62 (77,34 : 183,99)	366 (272 : 480)	0,92 (0,68 : 1,09)
Cría In. (8 UdAs)	33,67 (28,63 : 80,75)	4,46 (1,45 : 14,90)	244,20 (183,93 : 309,52)	754 (596 : 892)	1,93 (1,52 : 2,03)
Cría Ex: manejo extensivo (unidad de estudio en Laprida -CLapE-)					
Cría Se: manejo semiintensivo (unidades de estudio en Chascomús -CCh_sE- y Las Armas -CAr_sE-)					
Cría In: manejo intensivo (unidades de estudio en Chascomús -CCh_iE- y Las Armas -CAr_iE-)					

Este cambio en la dinámica de las categorías tiene un impacto mayor en el movimiento de nutrientes a través de los animales. En estos sistemas extensivos con crías más intensificadas, los kilogramos de peso vivo que salieron de las UdAs fueron siempre mayores a los kilogramos producidos (ver Tabla III.b.3).

Tabla III b.3. Kilogramos de peso vivo por hectárea por año egresados de las 31 Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina, clasificadas según grado de intensificación de la actividad cría (Med; Mín : Máx).

Grado de Intensificación	Kilogramos de peso vivo egresados a través de animales (kg PV/ha/año)		
	Mediana	Mín	Máx
Cría Ex. (15 UdAs)	123,58	75,50	183,38
Cría Se. (8 UdAs)	232,06	132,53	308,27
Cría In. (8 UdAs)	365,32	259,41	574
Cría Ex: manejo extensivo (unidad de estudio en Laprida -CLapE-)			
Cría Se: manejo semiintensivo (unidades de estudio en Chascomús -CCh_sE- y Las Armas -CAr_sE-)			
Cría In: manejo intensivo (unidades de estudio en Chascomús -CCh_iE- y Las Armas -CAr_iE-)			

La mayor salida de animales, expresados en kilogramos de peso, se explica por el hecho que en estos planteos egresan más animales que en los sistemas más tradicionales

de cría en los que guardan terneras para reposición, y los toros permanecen todo el año en el predio. El concepto de “aumento de stock por guardarse más terneras para madres” pareciera no tener cabida, dado que directamente entrarían al sistema más vientres en la época de servicio, o con posterioridad, ya directamente preñados.

Relación entre los Balances prediales y Parámetros productivos.

1- Balance de Nitrógeno predial

En el Análisis de Correlación de Spearman se observa que los Balances de N predial (kg/ha/año) presentaron una correlación positiva, altamente significativa al 5%, con los Ingresos totales de N por hectárea ($r_s= 0,98$), no así con los egresos de N. Se observó correlación positiva entre ingresos y egresos de N totales ($r_s= 0,77$). Entre los parámetros de producción (Carga Animal y Producción de carne) se observó correlación positiva ($r_s= 0,76$), indicando una asociación significativa al 5% ($p= 0,00000088$) (ver Tabla III.b.4).

Tabla III.b.4. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances de N predial, ingreso y egreso de N, y parámetros de producción de carne para las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción.

	Ingreso N (kg N/ha/año)	Egreso N (kg N/ha/año)	Bal N predial (kg N/ha/año)	Prod. Carne (kg/ha/año)	Carga Animal (kg/ha)
Ingreso N (kg N/ha/año)	1	2,40E-05	8,70E-08	0,0023	6,30E-04
Egreso N (kg N/ha/año)	0,77	1	2,20E-04	5,00E-04	4,40E-05
Bal N predial (kg N/ha/año)	0,98	0,67	1	0,0048	0,002
Prod. Carne (kg/ha/año)	0,56	0,64	0,51	1	8,80E-07
Carga Animal (kg/ha)	0,58	0,67	0,53	0,76	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$.

En forma más ampliada se realizó, también, el mismo análisis de correlación entre los componentes del Balance de N y los Parámetros productivos, descriptivos de las UdAs:

- Componentes del Balance de N predial: ingreso de N proveniente de las lluvias, de la FBN, de los fertilizantes, de los suplementos alimenticios y de los animales, los

ingresos totales de N, los egresos totales de N y el balance de N predial, todos expresados en kg N/ha/año.

- Parámetros productivos, descriptivos de las UdAs: egreso de animales expresados en kg PV/ha/año, Producción de Carne en kg/ha/año, Carga Animal en Vi/ha y kg/ha, y proporción de los distintos recursos forrajeros: campo natural, pasturas implantadas y cultivos anuales, expresados en % de la superficie total.

El análisis de Correlación de Spearman entre el Balance de N predial, sus componentes y parámetros de producción de carne, para las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción de carne, figura en la Tabla AIII.1 del Anexo “Resultados”.

El ingreso de N por fertilizantes es el único componente del balance que presentó correlación significativa con el Balance de N ($r_s = 0,73$; $p = 0,0000032$) (Figura III.b. 7), con los ingresos y egresos totales de N ($r_s = 0,76$ y $0,75$, respectivamente).

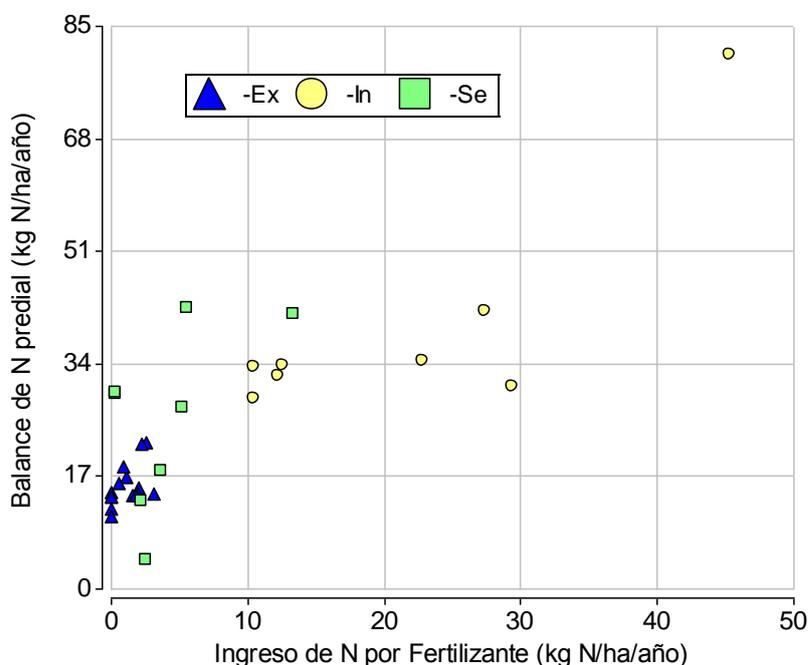


Figura III.b.7. Balance de N predial (kg N/ha/año) en función del Ingreso de N por Fertilizantes (kg N/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲ Cría extensiva n= 15; ■ Cría intensiva n= 8; ● Cría semiintensiva n= 8).

Graficado según grado de intensificación del manejo de la cría, se observa que los mayores ingresos de N por fertilizantes, y consecuentes mayores Balances de N prediales, se correspondieron con las crías más intensivas.

El ingreso de N por Fertilizantes correlaciona, también, con el % de cultivos anuales ($r_s = 0,76$) (Figura III.b.8) y con la Carga Animal, expresada en Vi/ha especialmente ($r_s = 0,76$) (Figura III.b.9).

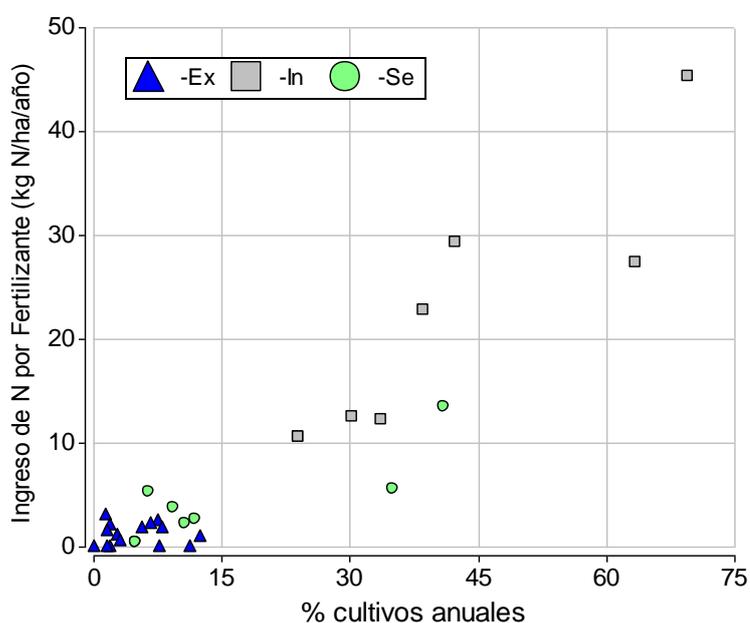


Figura III.b.8. Ingreso de N por Fertilizantes (kg N/ha/año) en función del % de cultivos anuales - agricultura y forrajeros- para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲ Cría extensiva n= 15; ■ Cría intensiva n= 8; ● Cría semiintensiva n= 8).

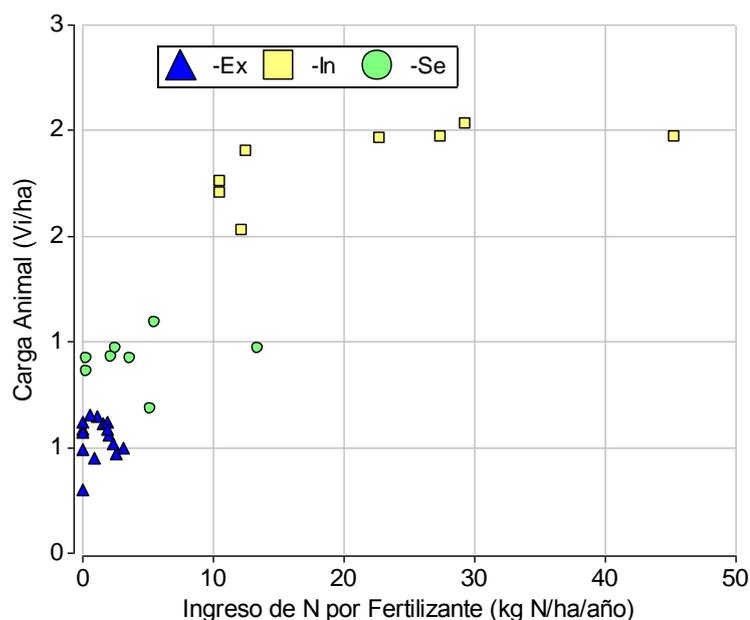


Figura III.b.9. Carga Animal (Vi/ha) en función del Ingreso de N por Fertilizantes (kg N/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲ Cría extensiva n= 15; ■ Cría intensiva n= 8; ● Cría semiintensiva n= 8).

El mayor uso de la tierra con agricultura y/o cultivos forrajeros anuales, y asociado a la aplicación de fertilizantes nitrogenados, apareció con las crías más intensificadas (Figura III.b.8), lo cual permitiría una carga animal más alta en los predios (Figura III.b.9), aprovechada, principalmente, con vientres útiles y productivos. Por eso, el coeficiente de correlación es mayor para la carga animal expresada en Vi/ha ($r_s= 0,76$) que en kg/ha ($r_s= 0,70$). Sin embargo, parecería haber un valor tope para la carga animal, alrededor de los 2 Vi/ha, que no pudo superarse a pesar de los incrementos en la fertilización.

En relación con la FBN, a pesar de tener la mayor participación en los ingresos totales de N (47%) (Figura III.b.2), el ingreso de N por dicha vía no mostró correlación significativa de importancia con ningún parámetro (Tabla AIII.1).

Como era previsible, hubo correlación positiva entre Carga animal y Producción de carne ($r_s= 0,76$ y $0,78$ para CA en kg/ha y en Vi/ha, respectivamente), y el egreso de

kilogramos de peso vivo a través de los vacunos correlacionó con la Producción de carne ($r_s= 0,81$) y con la Carga animal en Vi/ha ($r_s= 0,84$).

Visto las principales Correlaciones significativas, se realizó el **Análisis de Regresión Lineal simple (RLS)** entre los Ingresos de N totales (variable regresora) y los Balances de N prediales (variable dependiente), arrojando un R^2 (coeficiente de determinación) de 0,98 para las 31 UdAs (en el Anexo III de “Resultados” se muestra el desarrollo del análisis estadístico en el Cuadro AIII.1).

El modelo para sistemas extensivos resultó:

Bal N predial (kg N/ha/año) estimado = $-2,41 + 0,87 * \text{Ing.t N (kg/ha/año)}$;

$R^2= 0,98$

El ingreso total de N (X) en el modelo estimado $y = - 2,41 + 0,87 * X$ explicó el 98% de la variabilidad del Balance de N predial en la población de establecimientos extensivos de la pcia. de Buenos Aires. En la Figura III.b.10 se encuentra graficada dicha regresión lineal.

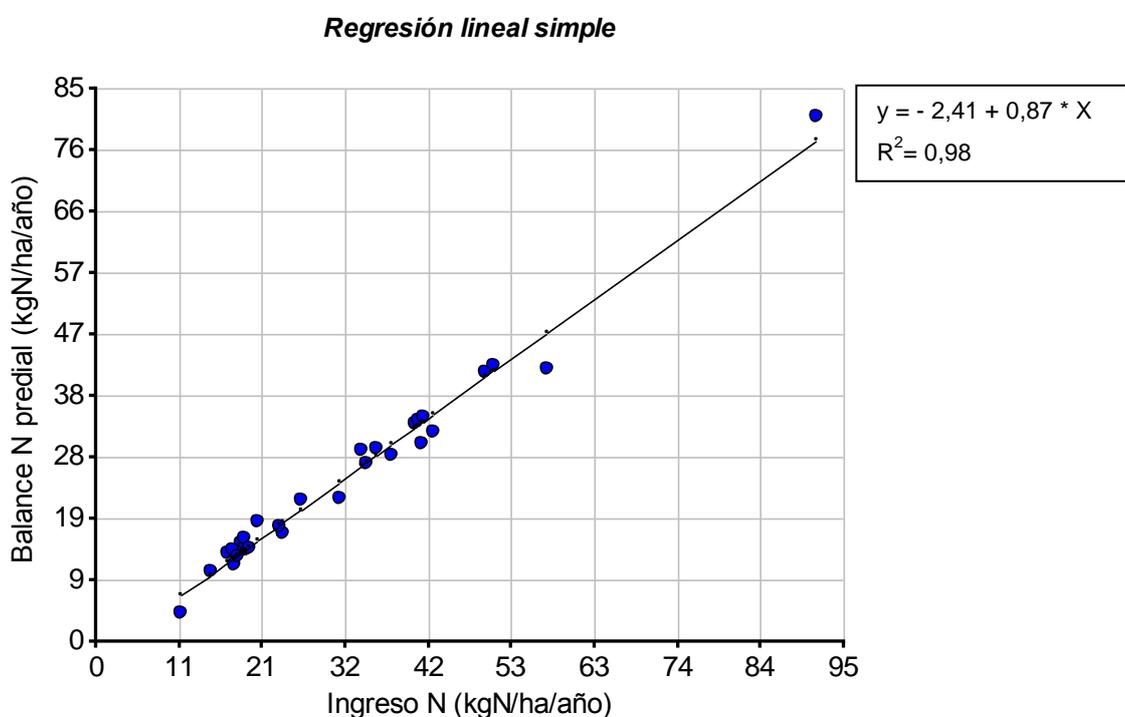


Figura III.b.10. Balance de N predial (kg N/ha/año) en función de los Ingresos totales de N (kg N/ha/año) para cada una de las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne.

Podemos observar que no hubo casos con Balances de N prediales negativos. Significa que el sistema no tuvo pérdida de este nutriente en ese año/ejercicio considerado.

La distribución de los Balances de N prediales en función de los Ingresos totales de las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la actividad cría (Extensiva, Semiintensiva e Intensiva), se observa en la Figura III.b.11. Se puede advertir que los sistemas extensivos con cría semiintensiva comparten posiciones con las UdAs con manejos de la cría, tanto extensivo como intensivo, y que las UdAs con cría extensiva no los comparte, en ningún caso, con las crías más intensificadas.

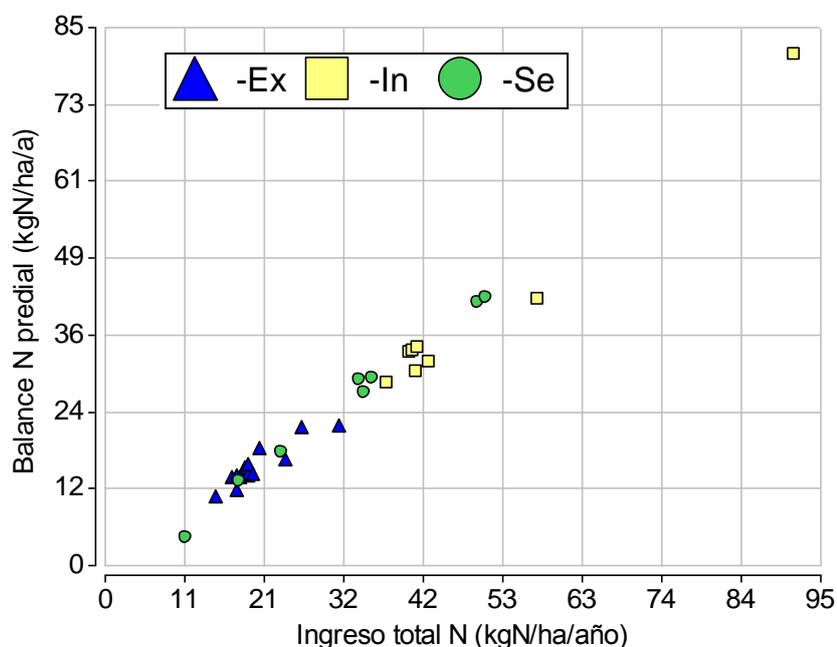


Figura III.b.11. Balance de N predial (kg N/ha/año) en función de los Ingresos totales de N (kg N/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲ Cría extensiva n= 15; ■ Cría intensiva n= 8; ● Cría semiintensiva n= 8).

Se realizó, también, el **Análisis de Regresión Lineal simple** entre los Ingresos de N por fertilizantes (variable regresora) y los Balances de N prediales (variable dependiente), arrojando un R^2 (coeficiente de determinación) menor, de 0,70 para las 31 UdAs.

El modelo para sistemas extensivos resultó:

$$\text{Bal N predial (kg N/ha/año) estimado} = 16 + 1,15 * \text{Fert N (kg/ha/año)}$$

$$R^2 = 0,70$$

Podemos observar según el modelo estimado $y = 16 + 1,15 * X$; que esta variable X “Ingreso de N por Fertilizantes”, que es cuantificable a través de los registros del predio y con grado de incertidumbre relativa estimada (en porcentaje de la media) de los más bajos - menor al 5%- (Mulier, et al., 2003), pudo explicar el 70% de la variabilidad del Balance de N predial en la población de establecimientos extensivos de la pcia. de Buenos Aires. *Si bien no resulta un valor alto de coeficiente de determinación, nos orienta a saber que el buen uso del fertilizante será crucial para los valores finales de los Balances de N prediales.*

2- Balance de Fósforo predial

En el Análisis de Correlación de Spearman se observa que los Balances de P predial (kg/ha/año) presentaron una correlación positiva, altamente significativa al 5%, con los Ingresos totales de P por hectárea ($r_s = 0,96$), no así con los egresos de P. Se observó correlación positiva entre ingresos y egresos de P totales ($r_s = 0,77$), aunque a un nivel menor que para el N. También, entre los egresos de P totales y los dos parámetros de producción -Producción de carne ($r_s = 0,75$) y Carga Animal ($r_s = 0,74$)-, a diferencia del N (Tabla III.b.5).

Tabla III.b.5. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances de P predial, ingreso y egreso de P, y parámetros de producción de carne para las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción.

	Ingreso P (kg P/ha/año)	Egreso P (kg P/ha/año)	Bal P predial (kg P/ha/año)	Prod. Carne (kg/ha/año)	Carga Animal (kg/ha)
Ingreso P (kg P/ha/año)	1	4,40E-07	1,50E-07	8,90E-04	7,10E-04
Egreso P (kg P/ha/año)	0,77	1	6,90E-05	1,00E-06	1,70E-06
Bal P predial (kg P/ha/año)	0,96	0,65	1	0,0011	0,01
Prod. Carne (kg/ha/año)	0,61	0,75	0,6	1	1,20E-06
Carga Animal (kg/ha)	0,58	0,74	0,49	0,76	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$.

En forma más ampliada se realizó, también, el mismo análisis de correlación entre los componentes del Balance de P y los Parámetros productivos, descriptivos de las UdAs:

- Componentes del Balance de P predial: ingreso de P proveniente de los fertilizantes, de los suplementos alimenticios y de los animales, los ingresos totales de P, los egresos totales de P y el balance de P predial, todos expresados en kg P/ha/año.
- Parámetros productivos, descriptivos de las UdAs: egreso de animales expresados en kg PV/ha/año, Producción de Carne en kg/ha/año, Carga Animal en Vi/ha y kg/ha, y proporción de los distintos recursos forrajeros: campo natural, pasturas implantadas y cultivos anuales, expresados en % de la superficie total.

El análisis de Correlación de Spearman con los coeficientes y probabilidades, entre el Balance de P predial, sus componentes y parámetros de producción de carne, para las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción figura en la Tabla AIII. 2 de Anexo “Resultados”. El Balance de P correlacionó positivamente con el % de cultivos anuales ($r_s= 0,79$) y con la Carga animal expresada, únicamente, en Vi/ha ($r_s= 0,75$); ambas correlaciones no se dieron con el nitrógeno. Nuevamente, la vía de ingreso a través de fertilizantes fue la única que mostró correlación altamente significativa con el Balance de P ($r_s= 0,91$; $p=2,00E-12$) (Figura III.b.12), con los ingresos y egresos totales de P ($r_s= 0,94$ y $0,75$, respectivamente), y también con el % cultivos anuales ($r_s= 0,86$) y la Carga animal en Vi/ha ($r_s= 0,82$). Graficado según grado de intensificación del manejo de la cría, se observa que los mayores ingresos de P por fertilizantes, y consecuentes mayores Balances de P prediales, se correspondieron con las crías más intensivas. Destaca la amplia proporción de Balances de P negativos (pérdida de P del sistema) pertenecientes a los manejos más extensivos (en Figura III.b.12, debajo de la línea horizontal correspondiente a Balance de P predial= 0 kg P/ha/año), incluso con algún ingreso de P por fertilizantes.

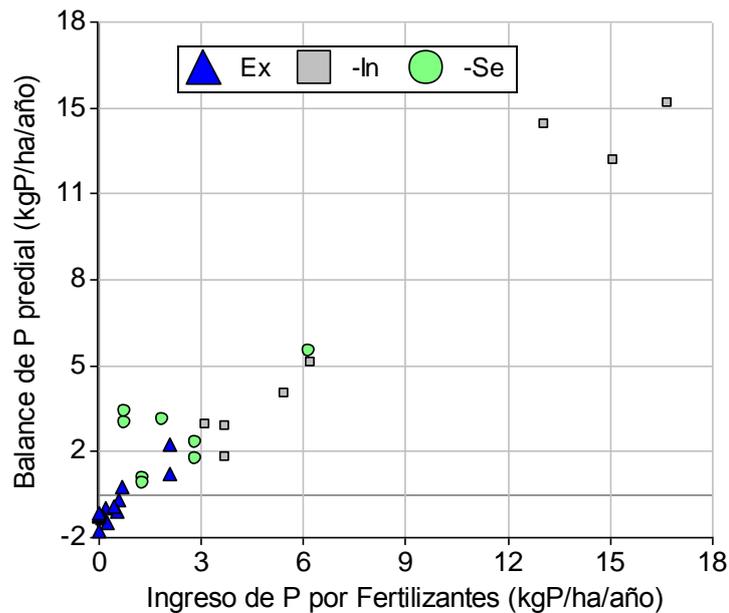
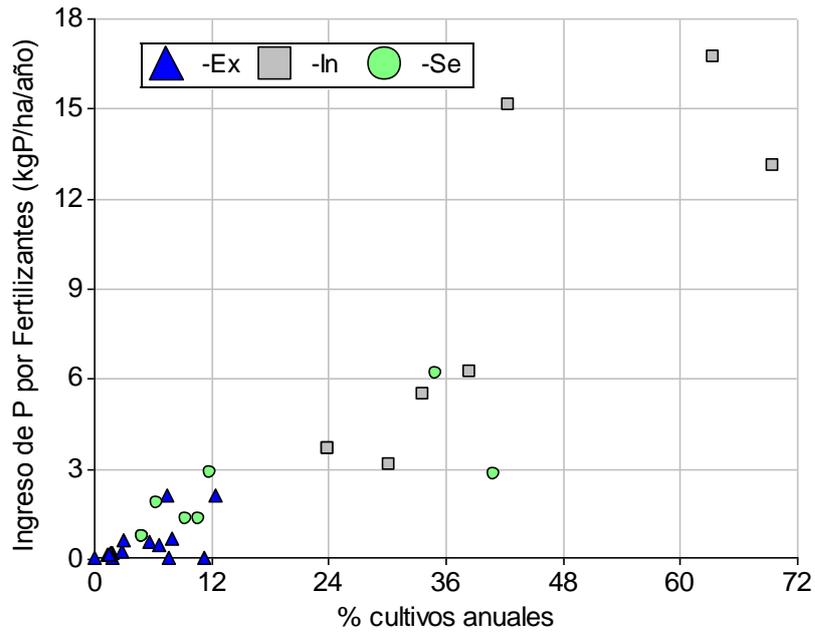


Figura III.b.12. Balance de P predial (kg N/ha/año) en función del Ingreso de P por Fertilizantes (kg P/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲ Cría extensiva n= 15; ■ Cría intensiva n= 8; ● Cría semiintensiva n= 8).

En las Figuras III.b.13, III.b.14, III.b.15 y III.b.16 se puede observar que a medida que aumentó la superficie destinada a cultivos anuales se incrementó el uso de fertilizantes fosforados (Figura III.b.13) y el Balance de P predial (Figura III.b.14), y que ese mayor uso de fertilizantes permitió un aumento en la Carga animal a nivel de vientres productivos (Figura III.b.15), pero no, necesariamente, un incremento de la Producción de carne (Figura III.b.16) estadísticamente significativa ($r_s = 0,68$, Tabla AIII.2 de Anexo “Resultados”). La Producción de carne referida a los ingresos de P totales arrojó una correlación, inclusive menor ($r_s = 0,61$).



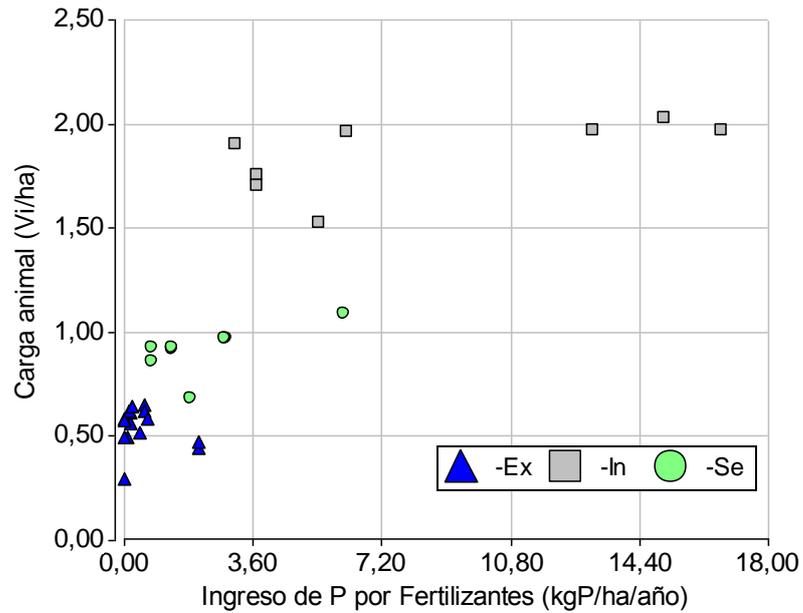


Figura III.b.15. Carga Animal (Vi/ha) en función del Ingreso de P por Fertilizantes (kg P/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲ Cría extensiva n= 15; ■ Cría intensiva n= 8; ● Cría semiintensiva n= 8).

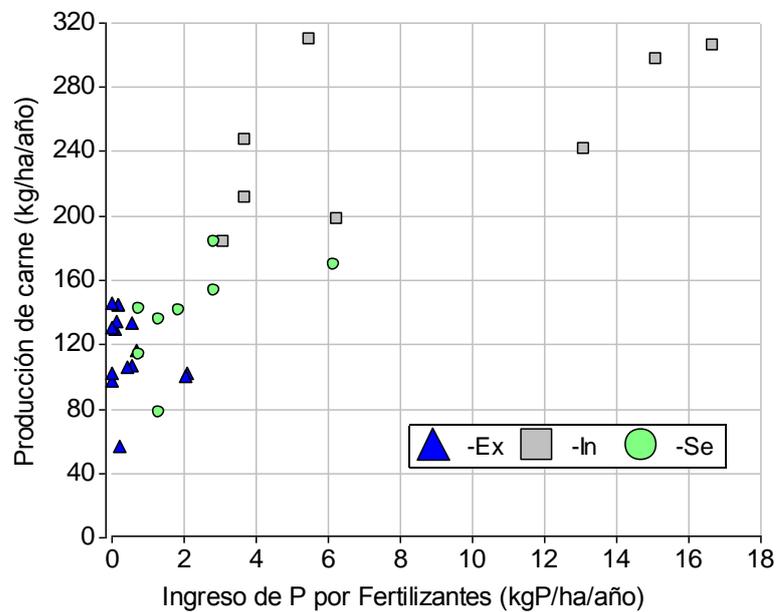


Figura III.b.16. Producción de carne (kg/ha/año) en función del Ingreso de P por Fertilizantes (kg P/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲ Cría extensiva n= 15; ■ Cría intensiva n= 8; ● Cría semiintensiva n= 8).

Visto las principales Correlaciones significativas, se realizó el **Análisis de Regresión Lineal simple** entre los Ingresos de P totales (variable regresora) y los Balances de P prediales (variable dependiente), arrojando un R^2 (coeficiente de determinación) de 0,99 para las 31 UdAs.

El modelo para sistema extensivo resultó:

Bal P predial (kg P/ha/año) estimado = $-1,09 + 0,86 * \text{Ing.t P (kg/ha/año)}$;

$R^2 = 0,99$

El ingreso total de P (X) en el modelo estimado $y = -1,09 + 0,86 * X$ explicó el 99% de la variabilidad del Balance de P predial en la población de establecimientos extensivos de la pcia. de Buenos Aires. En la Figura.III.b.17 se encuentra graficada dicha regresión lineal.

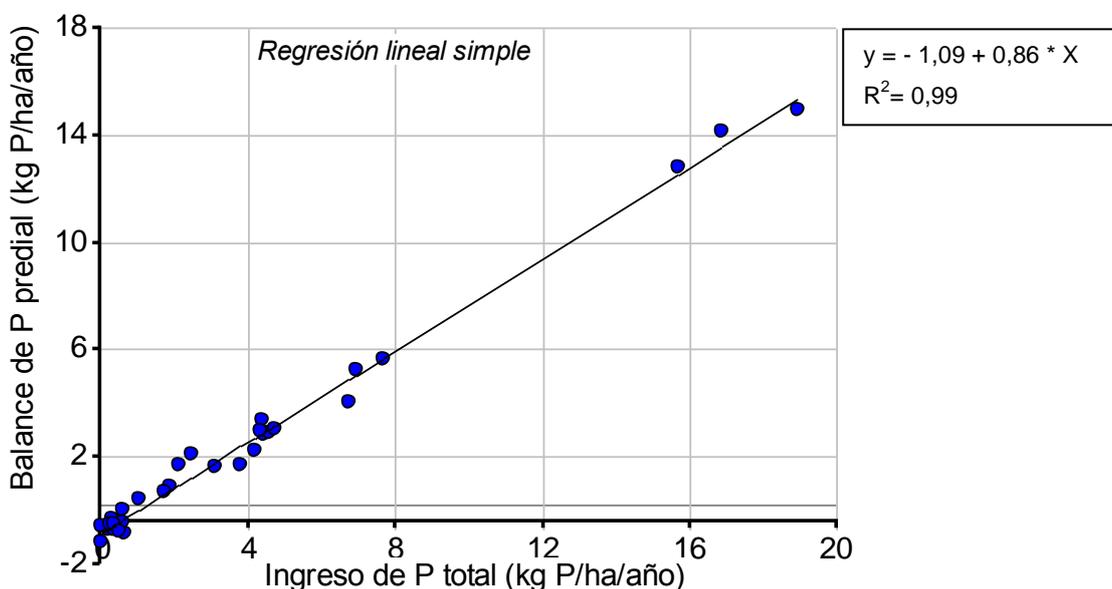


Figura III.b.17. Balance de P predial (kg P/ha/año) en función de los Ingresos totales de P (kg P/ha/año) para cada una de las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne.

Se puede observar que hay casos, aunque pocos, sin ingreso de P. Éstos y otros casos con ingresos de P menores a 1 kg P/ha/año arrojaron Balances de P prediales negativos, es decir, que el sistema tuvo pérdida de este nutriente en ese año/ejercicio considerado.

La distribución de los Balances de P prediales en función de los Ingresos totales de las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la actividad cría (Extensiva, Semiintensiva e Intensiva), se presenta en la Figura III.b.18. Se puede advertir un comportamiento diferente comparado con el nitrógeno. La mayoría de los sistemas extensivos con manejos de la cría en forma más extensiva presentaron Balances de P prediales negativos, mientras que los sistemas con manejos semi e intensivos tuvieron siempre Balances de P prediales positivos.

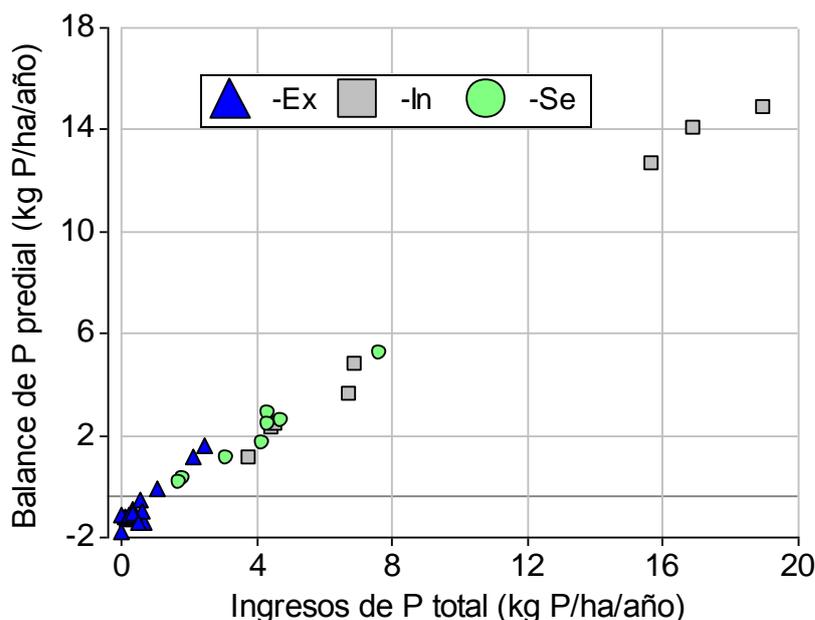


Figura III.b.18. Balance de P predial (kg P/ha/año) en función de los Ingresos totales de P (kg P/ha/año) para las 31 UdAs con sistema extensivo de producción de carne, clasificadas según grado de intensificación de la cría (▲ Cría extensiva n= 15; ■ Cría intensiva n= 8; ● Cría semiintensiva n= 8).

Se realizó, también, el **Análisis de Regresión Lineal simple** entre los Ingresos de P por fertilizantes (variable regresora) y los Balances de P prediales (variable dependiente),

dado que correlacionaron en forma significativa ($r_s = 0,91$), arrojando un R^2 (coeficiente de determinación) de 0,94 para las 31 UdAs. No se pudo determinar un modelo de Regresión Lineal Simple, dado que los residuos de los Balances de P (variable dependiente) no cumplieron con el supuesto de normalidad bajo el test de “Shapiro-Wilks” (modificado). En cambio, el **Análisis de Regresión Lineal simple** entre el % de cultivos anuales (variable regresora) y los Balances de P prediales (variable dependiente), que correlacionaron en forma significativa ($r_s = 0,79$), arrojó un R^2 (coeficiente de determinación) de 0,79 para las 31 UdAs, y bajo el test de Shapiro-Wilks, los residuos de los Balances de P presentaron normalidad $-W^* 0,95$; p (Unilateral D) = 0,3417-.

El modelo para sistema extensivo resultó:

Bal P predial (kg P/ha/año) estimado = $-1,23 + 0,21 * \% \text{ Cult.a}$;

$R^2 = 0,79$

Podemos observar según el modelo estimado $y = -1,23 + 0,21 * X$; que esta variable X “% de cultivos anuales”, que es cuantificable a través de los registros del predio, pudo explicar el 79% de la variabilidad del Balance de P predial en la población de establecimientos extensivos de la pcia. de Buenos Aires. *Si bien no resulta un valor alto de coeficiente de determinación, nos orienta a saber que el mayor uso de verdeos anuales (cultivos forrajeros) conlleva un mayor uso de fertilizantes fosforados (Figura III.b.13), al menos en la zona de estudio, lo cual implica mayores excedentes de P, evaluados a través de los Balances de P prediales.*

INDICADORES DE MANEJO Y USO DE NUTRIENTES

A partir de los Balances de Nitrógeno y de Fósforo, de sus componentes y de algunos de los parámetros de producción, se construyeron los distintos indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes.

La selección de los Indicadores para la caracterización de los sistemas extensivos de producción de carne tomó en cuenta tres aspectos diferentes:

1- Contemplar los aspectos, tanto ambiental como productivo. Debido a esto, es que aparecen indicadores que se refieren a una misma situación y/o componentes del sistema, pero abordados desde un punto de vista más comprensible a nivel de campo, fuera del ámbito académico científico. Por ejemplo, los referidos a kilogramos de peso vivo de los animales y, también, a kilogramos de nitrógeno y/o de fósforo de los animales.

2- Utilizar indicadores que abarquen los cuatro subgrupos indicados en Metodologías, referidos a:

- Balances de nutrientes
 - a- Sistémico/ambiental
 - b- Productivo/ambiental
 - c- Excreción ambiental
- Uso de Nutrientes
 - a -con énfasis ambiental
 - b -con énfasis productivo
- Transferencias de nutrientes
- Eficiencia de Uso por subsistema “rodeo”

3- Poseer la información correspondiente en la mayoría de las UdAs analizadas.

En relación con este tercer aspecto, para el subgrupo Eficiencia de Uso por subsistema “rodeo”, en las UdAs que no hubo ingreso de alimento desde el exterior (n= 20), el indicador “Ef. de Uso de Nutrientes del alimento externo por el rodeo” no pudo calcularse. Tampoco pudo hacerse el indicador “Ef. de Uso de Nutrientes del alimento total por el rodeo”, ya que no se contó con la valoración del forraje consumido (pastoreo directo y conservado), información que usualmente no se registra en los sistemas extensivos de producción de carne.

Para el subgrupo Transferencias de nutrientes, se hará una descripción sobre transferencias a compartimentos específicos para aquellas UdAs de Laprida de las que se pudo recopilar la información fehaciente y pertinente a los cálculos.

Debido a que la mayoría de las variables e indicadores no siguieron una distribución normal, se realizó la estadística descriptiva a partir de la Mediana como medida de posición central, los valores mínimos y máximos (que determinan el rango muestral), el Cuartil 1 -C1- o inferior (25%), el Cuartil 3 -C3- o superior (75%), el Percentil 15 -P15- (15%), el Percentil 85 -P85- (85%) y el MAD (Desviación absoluta de la mediana), que es la mediana de los desvíos absolutos respecto de la mediana (medida más robusta que la media). Los cuartiles y la mediana dividen a la muestra ordenada en cuatro partes igualmente pobladas. Entre los Cuartiles 1 y 3 se hallan, aproximadamente, el 50% central de los datos; entre los Percentiles 15 y 85, aproximadamente el 70% central de los datos.

Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno

Las Medidas Resumen de los distintos indicadores calculados se presentan en el Cuadro III.b.1, y los valores de los indicadores para cada una de las 31 UdAs analizadas en la Tabla AIII.3 del Anexo “Resultados”.

Cuadro III.b.1. Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno de las Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires (C1 y C3: cuartil 1 y 3; P15 y P85: percentil 15 y 85; MAD: Desviación absoluta de la mediana).

Subgrupo Indicadores		Indicador	n	Mediana	Mín	Máx	C1	C3	P15	P85	MAD
BALANCE DE NUTRIENTES	Sistémico/ambiental	Bal. Predial (kgN/ha/año)	31	18,31	4,38	80,75	13,96	32,10	13,64	34,45	6,49
	Productivo/ambiental	Bal-Prod-Eg (gN/kgPV-Eg)	23	122,55	18,19	219,48	79,24	135,72	75,08	137	33,21
		Bal-Prod-Pr (gN/kgPV-Pr)	23	143,45	23,78	334,16	103,71	208,64	101,6	250	40,93
		Eco-Ef (kgPV/kgN)	23	7,02	2,99	42,04	4,79	9,04	4	9,64	2,13
	Excreción ambiental	Bal/kgPV (gN/kgPV/d)	31	0,12	0,03	0,30	0,10	0,17	0,10	0,23	0,02
		Bal/cab (gN/Vi/d)	31	66,05	12,36	140,63	52,91	94,30	48,10	112	13,79
USO DE NUTRIENTES	Énfasis ambiental	leUN (%)	31	76,79	40,25	89,30	73,25	83,07	72,90	83,44	5,16
		CNu-I/E (kgN/kgN)	31	4,31	1,67	9,34	3,74	5,91	3,69	6,04	1,01
	Énfasis productivo	EUNexS (%)	31	23,21	10,95	59,75	16,98	26,75	16,56	27,10	5,16
		EUNexS-Pr (%)	31	15,20	6,36	45,69	10,60	19,37	8,91	20,42	4,22
		Bal-Nu-Eg (kgN/kgN-Eg)	31	3,31	0,67	8,34	2,74	4,91	2,69	5,04	1,01
		Bal-Nu-Pr (kgN/kgN-Pr)	31	5,09	0,88	12,38	3,91	7,73	3,80	9,26	1,35

Bal. Predial: balance por hectárea; **Bal/cab:** balance por vientre;

Bal/kgPV: balance por kilo de peso vivo; **Bal-Nu-Eg:** balance por Nutriente en producto Egresado;

Bal-Nu-Pr: balance por Nutriente en producto Producido;

Bal-Prod-Eg: balance por producto (kilo de peso vivo) Egresado

Bal-Prod-Pr: balance por producto (kilo de peso vivo) Producido

CNu-I/E: indicador de Consumo de Nutrientes; **Eco-Ef:** Ecoeficiencia

EUNexS: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema

EUNexS-Pr: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción

leUN: indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes

Desde un enfoque del sistema extensivo más desde el aspecto ambiental, podemos ver que:

- El **Balance de N predial** resultó siempre positivo, es decir, hubo excedente de N en el sistema: por cada hectárea de la superficie total de la unidad de estudio considerada,

sobraron, anualmente, 18,31 kg N. Si bien el rango muestral resultó amplio (80,75 - 4,38= 76,37 kg N/ha/año), el 50% de los datos se encuentra comprendido entre 13,96 (C1) y 32,10 (C2) kg N/ha/año, rango intercuartílico de 18 kg N, bastante semejante al rango interpercentil P15-P85.

- El indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes **leUN**, presentó una mediana de 76,79%, con rangos entre cuartiles y percentiles del 10% (aproximadamente entre 73 y 83%), indicando que del N total ingresado quedó sin utilizarse en producto egresado, por año, casi el 77%. Visto desde las unidades de N, el indicador de Consumo de Nutrientes **CNu-I/E** arrojó un valor de mediana de 4,31, por lo cual por cada kg de N que salió del sistema en forma de animales, grano, heno, tuvieron que haber ingresado 4,31 kg de N en forma de FBN, fertilizantes, precipitaciones, animales, alimentos.

- El indicador de Excreción ambiental nos indica cuánto N excedente del ingresado del exterior quedó, expresado por animal, ya sea por vientre productivo o por kilo de peso vivo según carga animal. Son valores muy bajos, pero nos muestra información sobre un capital importante dentro de la empresa ganadera (el bovino), además de indicarnos cuánto nutriente ingresado (N en este caso) se está dejando de utilizar por animal o kilogramos en stock. El indicador **Bal/kgPV** arrojó un valor de mediana de 0,12 g N/kg PV/d, mientras que el **Bal/cab** fue de 66,05 g N/Vi/d. Para este indicador, el rango entre P15 y P85 resultó más amplio.

Con un abordaje del sistema extensivo más desde el aspecto productivo, nos encontramos con que:

- El sistema extensivo utilizó el N ingresado para producir y sacar productos al exterior con una eficiencia del 23,21%, valor de la mediana del **EUNexS** (diferencia a 100% con el leUN), pero con una eficiencia del 15,20% -**EUNexS-Pr**- cuando solo consideramos la producción de los mismos. Esta situación muestra que los kilogramos de productos producidos en ese ejercicio/año (animales, principalmente) expresados en nitrógeno, fueron menores a los kilogramos de producto exportado del sistema, también expresados en

nitrógeno. Los rangos entre cuartiles y percentiles resultaron muy semejantes, alrededor del 10%. Si la cantidad de kilogramos producidos igualaran a la cantidad de kilogramos que egresan del sistema en ese ejercicio/año, los valores de ambos indicadores serían iguales. En general, los kilogramos de peso que egresan suelen ser mayores a los que se producen, dado que se descartan animales adultos (vacas y toros) que son reemplazados por otros que ingresan (éstos no se consideran “producción”).

- Los indicadores relacionados con los kilogramos de peso pudieron calcularse exclusivamente para las UdAs que fueron ganaderas (n= 23). Puesto el foco en la producción de carne, la Mediana del indicador de **Eco-Eficiencia** señala que por cada kg de N excedente no utilizado (balance predial) se produjeron 7,02 kg de peso vivo (o kg de carne, como usualmente se habla), con valores mínimos y máximos alejados entre sí, 2,99 y 42,04 kg PV/kg N, respectivamente; pero con cuartiles inferior y superior mucho más acotados, que muestran que el 50% de los datos de Eco-Ef están entre los 4,79 y 9 kg PV/kg N del balance predial, aumentando solo en 1 kg N para el rango entre P15 y P85. En cambio, si el foco está puesto en el uso del nitrógeno, el indicador **Bal-Prod-Pr** señala que por kilo de peso vivo producido sobraron, anualmente, 143,45 g N del ingresado del exterior al predio, mientras que por kilo de peso egresado, 122,55 g N **-Bal-Prod-Eg-**, lo cual significa, nuevamente, que del sistema salieron más kilogramos (animales) que los que se produjeron (cociente entre el valor del balance predial de N y la mayor cantidad de kilogramos de peso vivo que egresaron). El rango intercuartílico mayor para Bal-Prod-Pr (105 g N/kg PV-Pr) que para Bal-Prod-Eg (56,50 g N/kg PV-Eg) muestra que existe una dispersión superior en los kilogramos producidos con respecto a los que egresan, anualmente. A su vez, el rango entre percentiles fue mayor para Bal-Prod-Pr (148,50 g N/kg PV-Pr) y con poca diferencia para Bal-Prod-Eg (62,12 g N/kg PV-Eg).

- Los indicadores de Uso de nutrientes referidos al contenido de N de los productos, Bal-Nu-Eg y Bal-Nu-Pr muestran, obviamente, el mismo tipo de relación, pero considerando el N total producido y egresado, por lo cual incluye a las UdAs que tuvieron actividad

agrícola, además de las que fueron solo ganaderas (n= 31). La Mediana del **Bal-Nu-Eg** indica que por kilo de N total egresado en los productos sobraron 3,31 kg N que habían entrado al sistema durante ese año (balance), mientras que por kilo de N en producto total producido **-Bal-Nu-Pr-** (egresado o no) sobraron 5,09 kg N.

En relación con el indicador de Eficiencia de Uso de Nutrientes según el subsistema “rodeo”, pudo calcularse para las 11 UdAs que ingresaron alimento, aunque fuese en una muy pequeña cantidad. Los valores del indicador Eficiencia de uso de Nutriente externo por el Rodeo, **EUNaEx-R**, señalan la proporción de nitrógeno ingresado en alimentos desde el exterior que se “transformó” en nitrógeno contenido en los kilogramos de peso producidos por los animales. Dichos valores figuran en la Tabla AIII.3 de Anexo “Resultados”. En los sistemas con manejo de la cría extensivo, debido a que el ingreso de alimento desde el exterior fue muy poco arrojó valores muy altos, superando el 100% (toma en cuenta toda la producción de carne y solo el alimento ingresado, sin considerar el consumo de forraje producido en el propio sistema). Los valores más altos (máximo 4332,79%) correspondieron a las UdAs con manejo extensivo en Laprida que incorporaron alimento, únicamente para el destete precoz y/o recría de los terneros destetados en forma anticipada -heno, expeller de girasol, núcleo mineral-. Los menores valores se registraron en UdAs de Chascomús con manejo semiintensivo de la cría (EUNaEx-R entre 17 y 33%) que ingresaron heno de pasturas consociadas como alimento para las vacas, lo cual representó un ingreso mayor del nutriente, dado que el consumo total de dicha categoría fue superior.

Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y Parámetros productivos.

Se realizó el Análisis de Correlación de Spearman entre los Indicadores de Manejo y Uso de N, los ingresos y egresos de N totales e ingreso de N por fertilizantes, como componentes del balance que resultaron correlacionar con el Balance de N predial, y los

parámetros productivos Producción de carne, Carga animal y % de cultivos anuales, que mostraron correlaciones significativas entre ellos o con los ingresos de N por fertilizantes (ver Tabla AIII.4 de Anexo “Resultados”).

En el Análisis de Correlación presentado se observa que los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno no presentaron correlación significativa al 5% con ningún parámetro de producción de carne, ni con los ingresos y egresos de N por hectárea, ni con los ingreso de N por fertilizantes, a excepción del indicador Balance de N predial que sí correlacionó con los Ingresos totales de N ($r_s = 0,98$) y con Ingresos de N por fertilizantes ($r_s = 0,73$), tal como se explicitara previamente en este capítulo.

Entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno se presentaron las correlaciones esperables, acorde a los constituyentes propios de cada uno, ya sea en sentido positivo o negativo.

- Correlaciones con valor $r_s = 1$ (valor absoluto) referidos al nitrógeno/producto egresado

Las correlaciones positivas $r_s = 1$ se dieron entre leUN y CNU-I/E; leUN y Bal-Nu-Eg, por ende, entre CNU-I/E y Bal-Nu-Eg. Las correlaciones negativas $r_s = -1$ se dieron entre EUNexS e leUN; por ende, entre EUNexS y CNU-I/E y entre EUNexS y Bal-Nu-Eg. Encontramos, así, 2 indicadores de uso de nitrógeno con énfasis ambiental (leUN y CNU-I/E) que nos refieren una situación de manejo del nutriente bajo un enfoque porcentual o de kilogramos de N; y otros 2 indicadores con énfasis productivo (EUNexS y Bal-Nu-Eg) que nos refieren la situación, también, bajo el mismo enfoque, porcentual o de kilogramos de N.

- Correlaciones con valor r_s entre 1 y 0,98 (valor absoluto) referidos al nitrógeno/producto producido

Hubo correlación negativa $r_s = -1$ entre Eco-Ef y Bal-Nu-Pr. Las correlaciones positivas se dieron entre Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr ($r_s = 0,99$) y entre Eco-Ef y EUNexS-Pr ($r_s = 0,98$). Las correlaciones negativas se presentaron entre Eco-Ef y Bal-Prod-Pr ($r_s = -0,99$); entre EUNexS-Pr y Bal-Prod-Pr ($r_s = -0,99$) y entre EUNexS-Pr y Bal-Nu-Pr ($r_s = -0,98$). Por lo tanto, se verificaron altas correlaciones entre los indicadores que refieren el balance predial al nitrógeno del producto (animales expresados en kilogramos de nitrógeno) o directamente a los kilogramos de peso vivo, y también, alta correlación entre los indicadores que refieren la eficiencia de uso del nitrógeno por la producción, expresado, tanto en porcentaje (EUNexS-Pr) como por nitrógeno excedente por unidad de producto producido, sea en kilogramos de peso vivo o en kilogramos de nitrógeno (Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr).

- Correlaciones con valor r_s entre 0,75 y 0,86 (valor absoluto) referidos a la excreción ambiental

La excreción ambiental expresada como gramos N del balance / kilo de peso vivo correlacionó en forma positiva con Bal-Prod-Pr ($r_s = 0,86$); Bal-Nu-Pr ($r_s = 0,84$) y con el Balance de N predial ($r_s = 0,75$; $p = 0,0000013$). En forma negativa, correlacionó con Eco-Ef ($r_s = -0,85$) y con EUNexS-Pr ($r_s = -0,82$).

Observamos que el indicador Balance de N predial correlacionó, únicamente, con el indicador de Excreción ambiental.

Descripción de los sistemas Extensivos de producción de carne bovina a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno

La selección final de los indicadores se realizó tomando en consideración:

- 1- el objetivo de que puedan brindar información, tanto ambiental como productiva, abarcando la mayor cantidad posible de los 4 subgrupos indicados en

Metodologías, y abordados, a su vez, desde el punto de vista académico científico y también, desde otro más comprensible y fácil de interpretar a nivel de campo.

2- el objetivo de poder ser usados en los otros sistemas de producción de carne para que sirvan a la comparación.

3- los resultados del Análisis de Correlación de Spearman entre los indicadores y componentes del balance de nitrógeno; y las Medidas Resumen de los distintos indicadores.

Si la descripción del manejo del nitrógeno pretende ser más fácil de interpretar a nivel productivo, los indicadores más apropiados serían:

- Balance de N predial -Bal N- (kg/ha/año)
- Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema -EUNexS - (%)
- Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción -EUNexS-Pr- (%)
- Consumo de Nutrientes -CNu-I/E- (kg N/kg N)
- Eco-eficiencia productiva -Eco-Ef- (kg PV/kg N)
- Balance por kilo de peso vivo -Bal/kgPV- (g N/kg PV/d)

Si la descripción del manejo del nitrógeno pretende enfocarse en el manejo ambiental del nitrógeno, los indicadores más apropiados serían:

- Balance de N predial -Bal N- (kg/ha/año)
- Indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes -IeUN- (%)
- Consumo de Nutrientes -CNu-I/E- (kg N/kg N)
- Balance por kilo de pesos vivo -Bal/kgPV- (g N/kg PV/d)
- Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción -EUNexS-Pr- (%)
- Balance por Producto Producido -Bal-Prod-Pr- (g N/kg PV-Pr)
- Balance por Nutriente en producto Egresado -Bal-Nu-Eg- (kg N/kg N-Eg)
- Balance por Nutriente en producto Producido -Bal-Nu-Pr- (kg N/kg N-Pr)

- ✓ La descripción a nivel productivo se focaliza en la eficiencia de producción del sistema y en expresar indicadores en kilogramos de peso producidos.
- ✓ La descripción enfocada en el manejo ambiental del nutriente focaliza en los excedentes del mismo y en la posibilidad de transferencias internas del nutriente.
- ✓ La descripción completa abarca a todos los indicadores y descriptores involucrados.

Para la descripción de los sistemas de producción de carne extensivos se eligieron los valores que representan al Percentil 15 y al Percentil 85, debido a que el P15 es el menor valor que resulta ser mayor que el 15% de las observaciones, y el P85 es el menor valor que resulta ser mayor que el 85% de las mismas. Entre ambos se engloba el 70% central de las observaciones (valores de los indicadores), lo cual permite identificar rangos de variación de los indicadores, que a su vez, servirán para diferenciar los sistemas de producción de carne bovina (extensivos; extensivos con suplementación; intensivos en corrales de engorde) y compararlos entre sí.

Para esta muestra de sistemas extensivos de producción de carne, los límites para el 70 % central de las observaciones de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno (P15 y P85), resultaron bastante cercanos a los C1 y C3, los cuales engloban al 50% central, a pesar de que los percentiles 15 y 85 dejaron fuera entre el 26% y el 39% de los valores de los indicadores, mientras que los cuartiles 1 y 3 (25% y 75%, respectivamente) dejaron fuera del 43% al 45% de los valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno. Esto sucede debido a que el valor de C1 es cercano al del P15 y el de C3 al valor de P85 (comparación entre valores del Cuadro III.b.1 y todos los valores de la Tabla AIII.3 del Anexo “Resultados”).

En el Cuadro III.b.2 figuran los indicadores elegidos con sus respectivos rangos de valores, seleccionados a partir de los percentiles P15 y P85. Los valores presentados consideran sistemas extensivos de producción de carne bajo un manejo promedio zonal.

Cuadro III.b.2. Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y sus rangos de valores que describen a los sistemas extensivos de producción de carne bovina.

- **Balance de N predial:** 13,50 - 34 kg N/ha/año
- **leUN:** 73 - 83%
- **CNu-I/E:** 3,50 - 6 kg N/kg N
- **EUNexS:** 16,50 - 27%
- **EUNexS-Pr:** 9 - 20%
- **Bal-Nu-Eg:** 2,50 - 5 kg N/kg N-Eg
- **Bal-Nu-Pr:** 3,50 - 9 kg N/kg N-Pr

- **Eco-Ef:** 4 - 9,50 kg PV/kg N
- **Bal-Prod-Pr:** 101 - 250 g N/kg PV-Pr
- **Bal/kgPV:** 0,10 - 0,23 g N/kg PV/d

Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo

Las Medidas Resumen de los distintos indicadores calculados se presentan en el Cuadro III.b.3 y los valores de los indicadores para cada una de las 31 UdAs analizadas en la Tabla AIII.5 del Anexo "Resultados".

Cuadro III.b.3. Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo de las Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires (C1 y C3: cuartil 1 y 3; P15 y P85: percentil 15 y 85; MAD: Desviación absoluta de la mediana).

Subgrupo Indicadores		Indicador	n	Mediana	Mín	Máx	C1	C3	P15	P85	MAD
BALANCE DE NUTRIENTES	Sistémico/ambiental	Bal. Predial (kgP/ha/año)	31	1,40	-1,430	14,90	-0,78	2,85	-0,93	5,05	2,09
	Productivo/ambiental	Bal-Prod-Eg (gP/kgPV-Eg)	23	9,53	-7,01	35,31	-2,13	18,68	-4,89	22,15	9,15
		Bal-Prod-Pr (gP/kgPV-Pr)	23	12,47	-7,76	58,29	-2,24	25,49	-6,18	32,46	13,02
		Eco-Ef (kgPV/kgP)	17	54,73	17,16	291,30	35,88	80,99	24,14	131,5	25,47
	Excreción ambiental	Bal/kgPV (gP/kgPV/d)	19	0,01	0	0,05	0	0,03	0	0,04	0,01
		Bal/cab (gP/Vi/d)	19	7,05	0,85	20,74	3,88	11,51	1,97	17,16	4,46
USO DE NUTRIENTES	Énfasis ambiental	leUN (%)	19	60,40	16,88	83,26	45,01	72,87	35,34	78,52	12,47
		CNu-I/E (kgP/kgP)	30	1,72	0,01	5,97	0,37	3,20	0,22	3,69	1,38
	Énfasis productivo	EUNexS (%)	30	58,47	16,74	8350,50	31,20	272,85	27,13	360,90	32,77
		EUNexS-Pr (%)	30	37,88	10,14	9081,63	23,22	154,56	18,46	302,50	22,63
		Bal-Nu-Eg (kgP/kgP-Eg)	31	0,61	-1	4,97	-0,63	2,20	-0,78	2,69	1,24
		Bal-Nu-Pr (kgP/kgP-Pr)	31	1,07	-2,69	8,21	-0,91	2,73	-1,06	3,93	1,80

Bal. Predial: balance por hectárea; **Bal/cab:** balance por vientre;

Bal/kgPV: balance por kilo de peso vivo; **Bal-Nu-Eg:** balance por Nutriente en producto Egresado;

Bal-Nu-Pr: balance por Nutriente en producto producido;

Bal-Prod-Eg: balance por producto (kilo de peso vivo) Egresado

Bal-Prod-Pr: balance por producto (kilo de peso vivo) Producido

CNu-I/E: indicador de Consumo de Nutrientes; **Eco-Ef:** Ecoeficiencia

EUNexS: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema

EUNexS-Pr: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción

leUN: indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes

- **Balance de P predial.** Al no haber ingresos naturales de P a los sistemas, en las UdAs que no se utilizaron fertilizantes fosforados ni alimentos externos (o lo hicieron en muy baja proporción), se produjeron Balances de P prediales negativos (pérdida de P del sistema para ese ejercicio considerado). Esta situación se dio en UdAs de la localidad de Laprida,

con el manejo de la actividad de cría menos intensificado (12 UdAs con Balance de P negativos) (ver Tabla AIII.5 del Anexo “Resultados”). Estos valores negativos indican que el fósforo “no sobra”, sino que “falta”. No implica que los animales (y granos, en algunos casos) que egresaron tuvieron menos fósforo en su composición, sino que el sistema cedió P al producto vendido, saliendo, así, directamente del sistema; o que alguno de sus componentes o compartimentos lo transfirió a otro (por ejemplo, del compartimento suelo o alimento, al compartimento animal). El rango entre valor máximo y mínimo fue de 16,33 kg P/ha/año [14,90 kg P/ha/año - (-1,43 kg P/ha/año)]. El 50% central de los datos se encuentra entre los valores -0,78 kg P/ha/año (C1) y 2,85 kg P/ha/año (C3), mientras que el 70% central entre -0,93 kg P/ha/año (P15) y 5,05 kg P/ha/año (P85).

- Los Indicadores de excreción ambiental dependiente de los balances, en los casos de balances negativos, no tuvo sentido calcularlos, dado que no existió “fósforo excedente” para ser eliminado por los bovinos (**Bal/cab y Bal/kgPV**). En los casos con valores superiores a cero (positivos), calculados para 19 UdAs, igualmente la excreción diaria por vientre resultó baja, con un valor de mediana de 7,05 g P/Vi/día y de solo 0,01 g P/kg PV/día.

- El **leUN**, siguiendo un razonamiento semejante, tampoco se calculó en los casos de balances negativos, dado que por kilo ingresado de P no quedó excedente del mismo en el sistema [$leUN = \text{Balance de P (kg)} / \text{P ingresado (kg)} \times 100$]. En las 19 UdAs en las que se computó, el valor de los cuartiles fue de 45% para C1 y de 72,87% para C3 (el 50% central de los valores difiere hasta un 28%), mientras que la diferencia entre los valores de los percentiles llega hasta un 43%. La UdA de Laprida con Balance de P casi cero (0,18 kg P/ha/año), arrojó el valor mínimo de leUN (16,88%) (Tabla AIII. 5 de Anexo “Resultados”). Para los casos de Balances de P predial negativos en que no se calculó el leUN, otro indicador con énfasis ambiental, **CNu-I/E** [$\text{P ingresado (kg)} / \text{P egresado (kg)}$] es pasible de ser calculado. En esos casos, los valores estuvieron comprendidos entre 0 y 1, ya que los egresos de P siempre superaron a los ingresos. Para las 31 UdAs, la mediana fue de 1,61 kg P ingresado por cada 1 kg P que salió del sistema, en concordancia con el valor de

Balance de P predial que fue superior a 1 (1,40 kg P/ha/año). El rango entre P15 y P85 estuvo en 3,47 y entre C1 y C3 en 2,83 kg P/kg P.

Considerando un abordaje del sistema extensivo desde el aspecto productivo, encontramos que:

- Los Indicadores de Eficiencia de uso del P, **EUNexS** y **EUNexS-Pr**, reflejaron la cesión de P por el sistema (acumulado previamente) a los productos, al no haber ingresado P desde el exterior. Los valores de ambos indicadores superaron el 100%. Significa que usaron todo el P ingresado (100% de eficiencia) y además, tuvieron que recurrir a parte del P preexistente en el sistema. En el Cuadro III.b.3, donde figuran las Medidas Resumen, se observa que los cuartiles superiores de ambos indicadores fueron mayores al 100%, coincidente con los valores negativos de los Balances de P prediales y los valores de CNU-*I/E* entre 0 y 1 (información individual de los indicadores en Tabla AIII.5 de Anexo “Resultados”). Hubo un caso en que no pudieron calcularse debido a que no se registró ingreso de P desde el exterior, por lo cual no pudo medirse la eficiencia de uso de nutriente externo. El sistema extensivo utilizó el P ingresado para producir y sacar productos al exterior con una eficiencia del 58,47%, valor de la mediana del EUNexS, pero con una eficiencia menor cuando solo se consideró la producción de los mismos (EUNexS-Pr= 37,88%). Se repite la situación explicada para el nitrógeno, con la diferencia que el fósforo tiene una mayor eficiencia de uso.

- Los indicadores relacionados con los kilogramos de peso pudieron calcularse exclusivamente para las UdAs que fueron ganaderas (n= 23). El indicador de **Eco-Eficiencia** pudo calcularse para las UdAs ganaderas y que tuvieron un Balance de P predial positivo (n= 17). En los casos de balance negativo no se calculó, debido a que no aplica al concepto de “eco-eficiencia” decir por cada kilo de P perdido cuántos kilogramos de peso se produjeron. El valor de la Mediana para las 17 UdAs con Balance de P predial positivo señala que por cada kg de P excedente, no utilizado, se produjeron 54,73 kg de peso vivo,

con valores mínimos y máximos muy alejados entre sí, 17,16 y 291,30 kg PV/kg P, respectivamente; pero con un rango intercuartílico de 45 kg PV/kg P y entre percentiles de 107,36 kg PV/kg P. El indicador **Bal-Prod-Pr** señala que por kilo de peso vivo producido sobraron, anualmente, 12,47 g P del ingresado del exterior al predio, mientras que por kilo de peso egresado, 9,53 g P **-Bal-Prod-Eg-** (valores de las medianas), lo cual significa, nuevamente al igual que con el nitrógeno, que del sistema salieron más kilogramos (animales) que los que se produjeron (cociente entre el valor del balance predial de P y la mayor cantidad de kilogramos de peso vivo que egresaron). Los valores del cuartil inferior resultaron negativos para ambos indicadores, indicando que para producir y/o vender un kilo de peso vivo, el sistema tuvo que ceder P (transferencia desde alguno de los componentes del sistema).

- Los indicadores de Uso de nutrientes referidos al contenido de P de los productos, Bal-Nu-Eg y Bal-Nu-Pr muestran, obviamente, el mismo tipo de relación, pero considerando el P total producido y egresado, por lo cual incluye a las UdAs que tuvieron actividad agrícola, además de las que fueron solo ganaderas (n= 31). La Mediana para **Bal-Nu-Eg** fue 0,61 kg P/kg P-Eg en producto total egresado y para **Bal-Nu-Pr** 1,07 kg P/kg P-Pr en producto total producido. Los valores del cuartil inferior resultaron negativos para ambos indicadores, indicando que para producir y/o vender un kilo de P, el sistema tuvo que ceder P (transferencia desde alguno de los componentes del sistema). Por ejemplo, el valor mínimo de Bal-Nu-Eg fue de -2,69 kg P/ kg P-Eg, lo cual señala que por cada kilo de P que salió de ese sistema, el sistema extensivo de producción cedió 2,69 kg P.

En relación con el indicador de Eficiencia de Uso de Nutrientes según el subsistema “rodeo”, pudo calcularse para las 11 UdAs que ingresaron alimento, aunque fuese en una muy pequeña cantidad. Los valores del indicador **EUNaEx-R** señalan la proporción que representa el fósforo contenido en los kilogramos de peso producidos (animales) del fósforo ingresado en alimentos desde el exterior (ver Tabla AIII.5 de Anexo “Resultados”). Para el fósforo se repitió el comportamiento del nitrógeno. En los sistemas con manejo de la cría en

forma extensiva, debido a que el ingreso de alimento desde el exterior fue muy poco arrojó valores muy altos, superando el 100% (toma en cuenta toda la producción de carne y solo el alimento ingresado, sin considerar el consumo de forraje producido en el propio sistema). Los valores más altos que superaron el 100% (máximo 7028,16%) correspondieron a las UdAs con manejo extensivo de la cría en Laprida que incorporaron alimento para el destete precoz y/o recría de los terneros destetados en forma anticipada -heno, expeller de girasol, núcleo mineral-. Los menores valores del indicador se registraron en UdAs de Chascomús con manejo semiintensivo de la cría (EUNaEx-R entre 23 y 44%) que ingresaron heno de pasturas consociadas como alimento para las vacas.

Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y Parámetros productivos.

Se realizó el Análisis de Correlación de Spearman entre los Indicadores de Manejo y Uso de P, los ingresos y egresos de P totales e ingreso de P por fertilizantes, como componentes del balance que resultaron correlacionar con el Balance de P predial, y los parámetros productivos Producción de carne, Carga animal y % de cultivos anuales, que mostraron correlaciones significativas entre ellos o con los ingresos de P por fertilizantes (ver Tabla AIII.6 de Anexo “Resultados”).

En el Análisis de Correlación se observa que los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo no presentaron correlación significativa al 5% con la Producción de Carne, la Carga Animal, ni con los egresos totales de P.

- con el **Ingreso de P por fertilizantes** correlacionaron significativamente, en forma positiva, el Balance de P predial, el CNU-I/E, el Bal-Nu-Eg y Bal-Nu-Pr, y en forma negativa, el EUNexS y EUNexS-Pr, todos con valores absolutos de r_s entre 0,85 y 0,89.

- con el **Ingreso total de P** correlacionaron significativamente, en forma positiva, el Balance de P predial, el CNU-I/E, el Bal-Nu-Eg y Bal-Nu-Pr, el Bal-Prod-Pr y con la excreción

de P expresada como Bal/kg PV. En forma negativa, con el EUNexS y EUNexS-Pr. Para el Ingreso total de P todos correlacionaron con valores absolutos de r_s entre 0,90 y 0,95.

- con el **% de cultivos anuales** correlacionó significativamente el Balance de P predial ($r_s = 0,77$).

Entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo se presentaron las correlaciones esperables, acorde a los constituyentes propios de cada uno, ya sea en sentido positivo o negativo.

- Correlaciones del Balance predial

El Balance de P predial, a diferencia del Balance de N predial, correlacionó en forma significativa con todos los indicadores de Manejo y Uso de Fósforo, con valores absolutos de r_s entre 0,83 y 0,97, a excepción de Eco-Ef, con el cual no presentó correlación significativa. En forma positiva con leUN, CNU-I/E, Bal-Nu-Pr, Bal-Nu-Eg, Bal-Prod-Pr y Bal/kgPV, y en forma negativa con EUNexS y EUNexS-Pr.

- Correlaciones con valor $r_s = 1$ (valor absoluto) referidos al fósforo/producto egresado

Los indicadores correlacionaron entre sí igual que para el nitrógeno. Las correlaciones positivas $r_s = 1$ se dieron entre leUN y CNU-I/E; leUN y Bal-Nu-Eg, por ende, entre CNU-I/E y Bal-Nu-Eg. Las correlaciones negativas $r_s = -1$ se dieron entre EUNexS e leUN; por ende, entre EUNexS y CNU-I/E y entre EUNexS y Bal-Nu-Eg. Encontramos, así, dos indicadores de uso de fósforo con énfasis ambiental (leUN y CNU-I/E) que nos refieren una situación de manejo del nutriente bajo un enfoque porcentual o de kilogramos de P; y otros dos indicadores con énfasis productivo (EUNexS y Bal-Nu-Eg) que nos refieren la situación, también, bajo el mismo enfoque, porcentual o de kilogramos de P, siendo igual que para el nitrógeno.

- Correlaciones con valor r_s entre 1 y 0,92 (valor absoluto) referidos al fósforo/producto producido

Las correlaciones positivas se dieron entre Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr ($r_s= 1$). Las correlaciones negativas se presentaron entre EUNexS-Pr y Bal-Prod-Pr ($r_s= -0,97$) y entre EUNexS-Pr y Bal-Nu-Pr ($r_s= -0,92$). Por lo tanto, se verificaron altas correlaciones entre los indicadores que refieren el Balance de P predial al fósforo del producto (animales) o directamente a los kilogramos de peso vivo; y también, alta correlación entre los indicadores que refieren la eficiencia de uso del fósforo por la producción, expresado tanto en porcentaje (EUNexS-Pr) como por fósforo excedente por unidad de producto producido, sea en kilogramos de peso vivo o en kilogramos de fósforo (Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr).

No hubo correlación significativa entre Eco-Ef y cualquier otro indicador.

- Correlaciones con valor r_s entre 0,80 y 0,92 (valor absoluto) referidos a la excreción ambiental

La excreción ambiental expresada como gramos P del balance / kilo de peso vivo correlacionó en forma positiva con Bal-Prod-Pr ($r_s= 0,84$); Bal-Nu-Pr ($r_s= 0,80$) y con el Balance de P predial ($r_s= 0,92$). En forma negativa correlacionó con EUNexS-Pr ($r_s= -0,83$).

Descripción de los sistemas extensivos de producción de carne bovina a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo

La selección final de los indicadores se realizó tomando en consideración los mismos presupuestos que para el nitrógeno.

Si la descripción del manejo del fósforo pretende ser más fácil de interpretar a nivel productivo, los indicadores más apropiados serían:

- Balance de P predial -Bal P- (kg/ha/año)
- Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema -EUNexS - (%)
- Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción -EUNexS-Pr- (%)
- Consumo de Nutrientes -CNU-I/E- (kg P/kg P)
- Eco-eficiencia productiva -Eco-Ef- (kg PV/kg P)
- Balance por kilo de peso vivo -Bal/kgPV- (g P/kg PV/d)

Si la descripción pretende enfocarse en el manejo ambiental del fósforo, los indicadores más apropiados serían:

- Balance de P predial -Bal P- (kg/ha/año)
- Indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes -IeUN- (%)
- Consumo de Nutrientes -CNU-I/E- (kg P/kg P)
- Balance por kilo de pesos vivo -Bal/kgPV- (g P/kg PV/d)
- Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción -EUNexS-Pr- (%)
- Balance por Producto Producido -Bal-Prod-Pr- (g P/kg PV-Pr)
- Balance por Nutriente en producto Egresado -Bal-Nu-Eg- (kg P/kg P-Eg)
- Balance por Nutriente en producto Producido -Bal-Nu-Pr- (kg P/kg P-Pr)

- ✓ La descripción a nivel productivo se focaliza en la eficiencia de producción del sistema y en expresar indicadores en kilogramos de peso producidos. No se toma en cuenta el indicador de Eco-Eficiencia, dado que para los casos de balances de P negativos no se calcula. En su lugar, se utiliza el indicador Bal-Prod-Pr.
- ✓ La descripción enfocada en el manejo ambiental del nutriente focaliza en los excedentes y posible depleción del mismo; y en la posibilidad de transferencias internas del nutriente.

- ✓ La descripción completa abarca a todos los indicadores y descriptores involucrados.

Con igual criterio que para el nitrógeno se eligieron los valores que representan al Percentil 15 y al Percentil 85 (70% central de las observaciones).

Para esta muestra de sistemas Extensivos de producción de carne, el rango entre los percentiles P15 y P85 resultó mayor al intercuartílico, por lo cual el 70 % central de las observaciones incluyó una cantidad mayor de valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo que el 50% central. Los percentiles 15 y 85 dejaron fuera entre el 16% y el 26% de los valores de los indicadores, mientras que los cuartiles 1 y 3 (25% y 75%, respectivamente) dejaron fuera entre el 32% y el 47% de los valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo (comparación entre valores del Cuadro III.b.3 y todos los valores de la Tabla AIII.5 del Anexo “Resultados”).

En el Cuadro III.b.4 figuran los indicadores elegidos con sus respectivos rangos de valores, seleccionados a partir de los percentiles P15 (15%) y P85 (85%). Los valores presentados consideran sistemas extensivos de producción de carne bajo un manejo promedio zonal.

Cuadro III.b.4. Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y sus rangos de valores que describen a los sistemas extensivos de producción de carne bovina.

- **Balance de P predial:** -0,90 a 5 kg P/ha/año
- **leUN:** 35 - 78%
- **CNu-I/E:** 0,20 - 3,70 kg P/kg P
- **EUNexS:** 27 - 360%
- **EUNexS-Pr:** 18 - 300%
- **Bal-Nu-Eg:** -0,80 a 2,70 kg P/kg P-Eg
- **Bal-Nu-Pr:** -1 a 4 kg P/kg P-Pr

- **Bal-Prod-Pr:** -6 a 32 g P/kg PV-Pr
- **Bal/kgPV:** 0 - 0,04 g P/kg PV/d

DISTRIBUCIÓN DE NUTRIENTES Y TRANSFERENCIAS

Este tópico se analizó en la Unidad de Estudio de la localidad de Laprida en la cual hubo transferencias de nutrientes de algunos ejercicios a otros, provenientes de las propias producciones del establecimiento. No siempre lo producido (bovinos, granos, heno) salió del predio en el ejercicio considerado, lo que determinó que quedara producto almacenado o en stock, -que fueron generados pero no vendidos-, provocando movimientos de nutrientes entre componentes del sistema. Los movimientos de granos y de animales entre los ejercicios comprendidos entre los años 2011 y 2014 de dicha Unidad de Estudio se muestran en el Cuadro III.b.5.

Los valores de “Producido en Stock” surgen de restar a los kilogramos totales producidos de determinado producto en un ejercicio (kg de peso vivo de bovinos, kg de grano de cebada, etc.) los kilogramos que se vendieron (egreso) y aquellos kilogramos de grano que consumió el ganado y los que fueron usados para siembra (ambos ítems no son considerados en la fórmula del cálculo de los Balances prediales).

Con respecto a los animales, se observa que para cada ejercicio los kilogramos de vacunos vendidos (egreso) fueron siempre menores a los producidos, propiciando un aumento de stock en cabezas y/o en kilogramos de peso, con almacenamiento de N y P en el componente animal (aumento de la dotación media anual). Es así, que no se puede considerar “producción de carne” y “ventas o egresos de carne” como sinónimos para los cálculos de los indicadores de Manejo y Uso de nutrientes.

Cuadro III.b.5. Producción total de kilogramos de peso vivo de vacunos, soja, cebada y sorgo, consumo por el ganado, consumo por agricultura para siembra posterior, venta y producción que permaneció en stock, expresados en kilogramos de producto por año, para cuatro Unidades de Análisis del sistema extensivo con actividad agrícola en menos del 8% de la superficie total, en la localidad de Laprida.

GRANOS	CLapE12-m (10-11)	CLapE13-m (11-12)	CLapE14-m (12-13)	CLapE15-m (13-14)
SOJA	kg /año	kg / año	kg / año	kg / año
Producción	0	195.479	32.459	0
Consumo por ganado	0	0	0	0
Consumo por agricultura	0	0	0	0
Venta	0	18048	178120 (177431+ 689 kg)	31770 (del ejercicio anterior)
Producido en Stock	0	177.431	31.770	0
CEBADA				
Producción	249.912	138.000	186.690	130.345
Consumo por ganado	198.630	11.000 (del ejercicio anterior)	0	9000
Consumo por agricultura	8.970	0	10.032 (del ejercicio anterior)	11.100
Venta	0	0	102.759 (del ejercicio anterior)	36.860
Producido en Stock	42.312	138.000	186.960	130.345
SORGO				
Producción	226.000	0	28.000	148.192
Consumo por ganado	0	166.000 (del ejercicio anterior)	40.000 (del ejercicio 10-11)	21.000 (del ejercicio anterior)
Consumo por agricultura	0	0	0	0
Venta	0	0	0	0
Producido en Stock	226.000	0	28.000	148.192
ANIMALES				
Producción	169.987	167.140	172.362	193.818
Venta	140.215	139.852	126.915	150.381
Producido en Stock	29.772	27.288	45.447	43.437

En los casos en que parte del grano cosechado, o su totalidad, quedó en el predio para ser usado en otro ejercicio, permaneció hasta entonces almacenado en el componente “alimento” del sistema o en el “agricultura” (para consumo del ganado o para siembra posterior, respectivamente). Analizando uno de ellos, por ejemplo la cebada, vemos que de la producción anual del ciclo 10-11, parte fue consumido por el ganado en el mismo ejercicio (terneros destetados en forma precoz) y otra parte, 8.970 kg, fue utilizada para sembrar cebada nuevamente, quedando almacenado en stock 42.312 kg del total producido. Por lo

tanto, tampoco es correcto considerar a la producción de cebada como sinónimo de consumo o de egreso. A su vez, en el ciclo siguiente (11-12) el ganado consumió 11.000 kg de cebada de los producidos en stock del ejercicio anterior. De esta forma, se produjeron transferencias de nutrientes desde el componente “alimento” que tenía la cebada almacenada, al componente “animal”. En el Balance de nutrientes predial del ejercicio 11-12 (UdA CLapE13-m) no aparecen como ingreso los 11.000 kg de cebada aportando N y P, ya que estaban en el propio predio.

El desglose mostrado en este Cuadro III.b.5 se realizó para ejemplificar que los sistemas que presentan agricultura, y que a su vez destinan parte de lo cosechado a alimento de sus propios animales, originan movimientos internos de nutrientes que no quedan evidenciados o registrados a través de los indicadores a escala predial y anual. A su vez, la información de dicho cuadro se utilizó como base para generar los Cuadros III.b.6.1 y III.b.6.2 en el que figuran la producción de carne y el egreso de animales, expresados en kilogramos de peso vivo y de nitrógeno y fósforo, la producción de granos (para semilla y para alimento del ganado) que quedó en distintos compartimentos o componentes del sistema en stock (producido en ese ejercicio pero que no se consumió) y de rollos para alimento (en kilogramos tal cual y kilogramos de N y P), y todos sus egresos.

Cuadro III.b.6.1. Producción del ejercicio que permaneció en stock (Prod. Stock) y egreso de animales, granos y rollos, expresados en kilogramos de producto por año, y de nitrógeno y fósforo por año, para dos Unidades de Análisis del sistema extensivo con actividad agrícola en menos del 8% de la superficie total, en la localidad de Laprida (CLapE12-m y CLapE13-m).

Producción	Situación		CLapE12-m (10 - 11)			CLapE13-m (11 - 12)		
			kg /año	kg N/año	kg P/año	kg /año	kg N/año	kg P/año
Animales	Prod. Stock		29.772	804	211	27.288	737	194
	Egreso		140.215	3.786	996	139.852	3.776	993
Granos	Prod. en Stock	Sorgo	226.000	4.520	904	0	0	0
		cebada	42.312	880	199	138.000	2.870	649
		Soja	0	0	0	177.431	10.309	1.207
	Egreso	cebada	0	0	0	0	0	0
Soja		0	0	0	18.048	1.049	123	
Rollos	Prod. Stock		91.620	1.377	152	37.050	445	56
	Egreso		0	0	0	0	0	0
Totales	Prod. Stock		---	7.581	1.467	---	14.361	2.104
	Egreso		---	3.786	996	---	4.825	1.116

Cuadro III.b.6.2. Producción del ejercicio que permaneció en stock (Prod. Stock) y egreso de animales, granos y rollos, expresados en kilogramos de producto por año, y de nitrógeno y fósforo por año, para dos Unidades de Análisis del sistema extensivo con actividad agrícola en menos del 8% de la superficie total, en la localidad de Laprida (CLapE14-m y CLapE15-m).

Producción	Situación		CLapE14-m (12 - 13)			CLapE15-m (13 - 14)		
			kg /año	kg N/año	kg P/año	kg /año	kg N/año	kg P/año
Animales	Prod. Stock		45.447	1.227	323	43.437	1.173	308
	Egreso		126.915	3.427	901	150.381	4.060	1.068
Granos	Prod. en Stock	Sorgo	28.000	560	112	148.192	2.964	593
		cebada	186.960	3.889	879	130.345	2.711	613
		Soja	31.770	1.846	216	0	0	0
	Egreso	cebada	102.759	2.137	483	36.860	767	173
Soja		178.120	10.349	1.211	31.770	1.846	216	
Rollos	Prod. Stock		0	0	0	0	0	0
	Egreso		0	0	0	0	0	0
Totales	Prod. Stock		---	7.522	1.529	---	6.848	1.514
	Egreso		---	15.913	2.595	---	6.673	1.457

En el Cuadro III.b.6.1 se puede observar que la producción en kilogramos de N y de P que quedó en stock fue mayor a los kilogramos que egresaron del predio para los ejercicios 10-11 y 11-12, y en el el Cuadro III.b.6.2 se observa, para el ejercicio 12-13 (UdA CLapE14-m), una inversión de lo ocurrido anteriormente, superando los egresos de N y de P a lo retenido en stock. Para el ejercicio 13-14, los valores resultaron bastante similares, especialmente en el caso del nitrógeno.

Los distintos compartimentos o componentes del sistema (animales, alimento y agricultura -semillas-) almacenan en stock estos kilogramos de N y P, a los que puede recurrir la producción agropecuaria cuando los ingresos de N y P son escasos o nulos. En los sistemas extensivos se verifica más a menudo esta táctica para el nutriente fósforo que para el nitrógeno, evidenciado por los Balances de P prediales negativos. Quiere decir que salió del sistema más P del que entró en ese año, como consecuencia de que el sistema cedió parte del P almacenado en alguno/s de sus compartimentos a los productos egresados, por ejemplo, grano del compartimento “alimento” para consumo del ganado, semillas del compartimento “agricultura” para sembrar un nuevo cultivo, etc. Por lo tanto, en los egresos de los Balances puede haber productos (animales, grano) producidos en años anteriores.

En la UdA CLapE12-m (10-11), por ejemplo, de la producción de carne de ese ejercicio quedaron almacenados 29.772 kg de animales vacunos, los que incrementaron el stock de cabezas. Esto produjo un aumento de stock de N en 804 kg y de P en 211 kg. La producción de sorgo quedó almacenada en su totalidad, equivalente a 4520 kg N y 904 kg P, y de la producción total de cebada, quedaron almacenados en stock, 880 kg N y 199 kg P.

El movimiento de nutrientes para el componente animal en la UdA CLapE12-m (10-11) se representa en la Figura III.b.19.

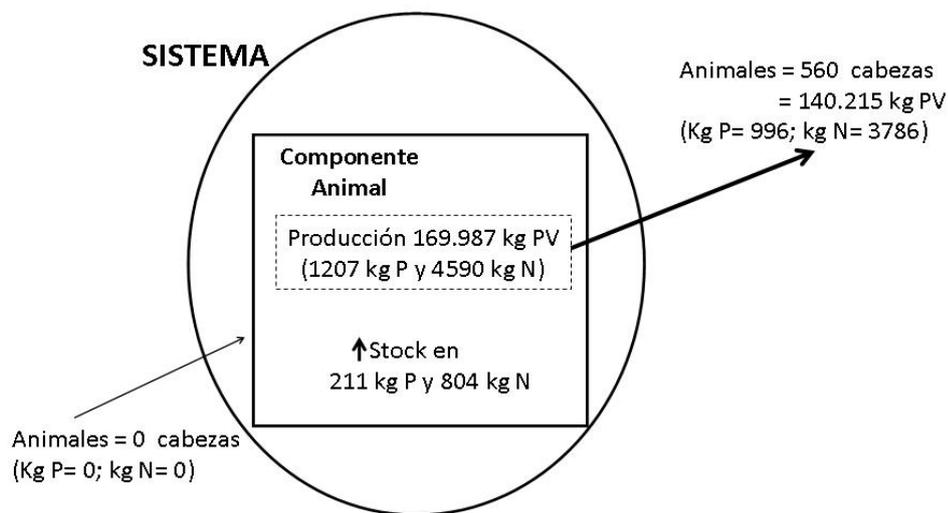


Figura III.b.19. Movimiento y stock acumulado de nitrógeno y fósforo para el componente animal en la UdA CLapE12-m (ejercicio 2010-2011).

Por todo lo visto hasta el momento, relacionar el Balance predial únicamente con el nutriente egresado, no resulta equivalente a referirlo a lo producido. Por eso, el planteamiento de algunos indicadores en forma diferenciada, referidos a los kilogramos de nutrientes producidos y a los kilogramos de nutrientes egresados.

Transferencias de nutrientes e Indicadores dependientes de los Balances

Los indicadores dependientes de los Balances de N prediales para las tres UdAs del sistema extensivo de la localidad de Laprida que tuvieron una Eficiencia de Uso del nitrógeno externo por la producción (EUNexS-Pr) superior a la Eficiencia de Uso en el sistema (EUNexS) se presentan en la Tabla III.b.6.

Tabla III.b.6. Balances prediales e Indicadores de Uso de Nitrógeno dependientes de los balances, para tres Unidades de Análisis del sistema extensivo, en la localidad de Laprida.

Indicadores	Unidades de Análisis		
	CLapE2 (00-01)	CLapE9 (07-08)	CLapE12-m (10-11)
Bal. Predial (kg N/ha/año)	15,14	13,64	18,31
EUNexS-Pr (%)	21,02	20,71	13,28
EUNexS (%)	18,05	19,05	10,95
Bal-Nu-Eg (kg N/kg N-Eg)	4,54	4,25	8,13
Bal-Nu-Pr (kg N/kg N-Pr)	3,90	3,91	6,71
Dif-Bal-Nu (kg N/kg N)	0,64	0,34	1,42

Bal. Predial: Balance por hectárea

EUNexS-Pr: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción

EUNexS: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema

Bal-Nu-Eg: balance por Nutriente en producto Egresado

Bal-Nu-Pr: balance por Nutriente en producto Producido

Dif-Bal-Nu: diferencia entre Balances por Nutriente

CLapE12-m: UdA con actividad agrícola en menos del 8% de la superficie total.

Estas situaciones de mayor Eficiencia de uso de N externo por la producción total ($EUNexS-Pr\% > EUNexS\%$), implica que quedó parte del producto producido en ese año/ejercicio sin egresar del sistema; por lo tanto, los valores de Balance de N predial expresados por kilo de nutriente egresado son mayores que expresados por nutriente producido ($Bal-Nu-Eg > Bal-Nu-Pr$), lo cual hace que las diferencias entre ambos indicadores sean mayores a cero ($Dif-Bal-Nu > 0$). Significa que estos kilogramos de N de Balance (excedentes) no salieron, en realidad, sino que resultaron almacenados en stock en uno o más compartimentos del sistema.

Por ejemplo, en CLapE2, UdA con actividad ganadera solamente, de cada 4,54 kg N sobrante por kilo de N egresado estarían acumulados en el compartimento animal 0,64 kg N (13,80%), valor del indicador Dif-Bal-Nu, y no eliminados o perdidos en el sistema. En los

otros dos casos, para CLapE9 estarían almacenados un 8% en el compartimento animal, y para CLapE12-m un 17,50% en los compartimentos “animal” y “alimento”. Consecuentemente, debería considerarse válido no tomar estos kilogramos de N -surgidos de la diferencia y expresados por el indicador Dif-Bal-Nu- como “pérdida” del sistema productivo al ambiente, sino transferidos al stock de animales y/o al de grano almacenado.

Por consiguiente, para evaluar el manejo predial del nutriente, alcanzaría con los indicadores referidos a nutriente egresado (Bal-Nu-Eg y EUNexS), pero para evaluar las transferencias y ubicaciones en los distintos compartimentos del sistema, es necesario evaluarlos en conjunto con los indicadores de nutrientes referidos a la producción (Bal-Nu-Pr y EUNexS-Pr).

DISCUSIÓN

Con respecto a los **Balances de Nutrientes**, el rango de valores para los Balances prediales de N (4,38 a 80,75 kg N/ha/año) y de P (-1,43 a 14,90 kg P/ha/año) obtenidos en estos sistemas extensivos de producción de carne bovina tiene concordancia con los trabajos para la región Pampeana que se explicitarán a continuación. La aclaración que cabe hacer es que, en algunos casos, los predios no están diferenciados en ganaderos extensivos, semiintensivos o mixtos con agricultura, por lo cual, los sistemas de los que provienen los valores de Balance no coinciden, exactamente, con los estudiados en esta sección. En planteos de cría vacuna en pastizales naturales gramíneos de la provincia de Buenos Aires (Pila, Cuenca del Salado) con bajas cargas (0,5 vacas/ha) sin fertilización, calcularon un Balance de N de 3 kg N/ha/año y pérdida de P con un Balance de -0,40 kg P/ha/año (García et al., 2002). En relación con el nitrógeno, resulta coincidente con el valor más bajo de Balance de N de los sistemas extensivos en Chascomús (4,38 kg N/ha/año), sin fertilización, en el cual el aporte por lluvia y baja suplementación alcanzó a compensar las salidas del N vía animales en pie. En cuanto al P, balances negativos en los sistemas extensivos sin fertilización resultan semejantes a los calculados en UdAs de Laprida. En otros estudios en Chascomús, también sobre campos naturales de gramíneas con pastoreos rotativos con cargas más elevadas, calcularon Balances de P negativos (-2,20 kg P/ha/año) - sin fertilización-, y positivos (12,50 kg P/ha/año) - fertilizados con dosis 16 kg P/ha- (Rubio et al., 1997; García et al., 2002). Balances de P de las UdAs de la localidad de Las Armas con manejo de la cría más intensivo resultan comparables al balance con fertilización fosforada debido, probablemente, a que aplicaron fertilizante fosforado en dosis entre 13,10 y 16,70 kg P/ha/año. Para los años 2002/2003, con metodología del AgroEcoIndex® se obtuvieron valores de Balances de N prediales, en su mayoría positivos, con una media de $21,82 \pm 28,65$ kg N/ha/año con rango de -76,62 a 102,87 kg N/ha/año, y de Balances de P prediales, negativos en su mayoría, con una media de $-8,50 \pm 7,99$ kg P/ha/año y rango de -31,80 a 13,40 kg P/ha/año (Viglizzo et al., 2006). Estos rangos incluyen sistemas

agropecuarios desde completamente ganaderos hasta 100% agrícolas, y probablemente a esto se deba la mayor amplitud de los rangos de Balances. En otro trabajo posterior del mismo autor en la misma región, especificado para sistemas ganaderos con 0% de cultivos anuales, el valor medio para Balance de N predial fue de 3,50 kg N/ha/año y para Balance de P predial de -1,40 kg P/ha/año (Viglizzo, 2007). En este caso, estuvieron más cercanos a las UdAs de la localidad de Laprida (menor % de cultivos anuales), especialmente los Balances de fósforo. En región Pampeana, dividida por ecorregiones, Frank (2007) estudió 200 establecimientos agropecuarios a los que aplicó el AgroEcolIndex®, obteniendo en la Pampa Deprimida, para 23 predios, una media de 47,50 kg N/ha/año y de 3,38 kg P/ha/año. En esta ecorregión se encuentran las UdAs de Chascomús y de Las Armas que arrojaron valores entre 13 y 80 kg N/ha/año (a excepción de una UdA con 4,38 kg N/ha/año) y entre 0,47 y 14,09 kg P/ha/año, rangos de valores que contienen a la media obtenida por Frank (2007). Finalmente, para el período 2001/2005, Frank & Viglizzo (2010) estimaron para la región Pampeana valores medios de 12,91 kg N/ha/año de Balance de N predial y de -4,29 kg P/ha/año de Balance de P predial, resultando los de las 31 UdAs con valores de mediana superiores en 6 y 4 kg, respectivamente. La diferencia de valores se puede deber a que el área de trabajo de esta tesis está circunscripta a provincia de Buenos Aires solamente. Estos autores han estimado, siempre, valores superiores de Balance de N que de Balance de P, al igual que en este trabajo de tesis.

Otro estudio sobre sistemas extensivos agropecuarios en la zona semiárida central de la Argentina (provincia de San Luis), mayoritariamente con ganadería de carne, arrojó valores dentro del rango presentado en este estudio: $14,13 \pm 14,04$ kg N/ha/año y $-1,30 \pm 3,70$ kg P/ha/año (Gil et al., 2009). Los valores de los Balances de las 31 UdAs fueron algo superiores, posiblemente porque en el estudio de San Luis un solo predio utilizó fosfato di amónico como fertilizante, mientras que en las UdAs de la provincia de Buenos Aires hubo ingreso de N y P por fertilizante en varias de ellas, y además, en relación con los Balances de N, por los mayores ingresos de nitrógeno provenientes de FBN para las UdAs de esta tesis.

Encontrar estudios en el exterior sobre sistemas con características parecidas resulta muy complicado. Para comparar, y considerando que los sistemas ganaderos de producción orgánica son extensivos y con muy baja suplementación, se los tomaron en cuenta para la discusión. El Reino Unido ha llevado adelante investigación en este tipo de sistemas de producción orgánica y en el ciclado de nutrientes, presentando trabajos con valores dispares. Así, para un sistema de carne bovina y ovina reportaron valores de 21,30 kg N/ha/año y 0,40 kg P/ha/año, para Balances de N y P prediales, respectivamente (Goulding et al., 2000), semejantes a balances de predios extensivos de esta tesis. En otras dos granjas de producción de carne mixtas, reportaron Balances de N de 100 y 42 kg N/ha/año, con aplicación de estiércol como fertilizante y valores de deposición de N atmosférica altos (40 kg N/ha/año) y Balances de P predial de 6 kg P/ha/año -aplicación de roca fosfórica como fertilizante- (Berry et al., 2003). Estos ingresos pueden ser los causantes de los valores más elevados, comparados con los calculados para las UdAs de Buenos Aires. Una revisión sobre balances de nutrientes en Europa, sobre cinco predios ganaderos de carne puros ubicados en el Reino Unido, arrojó una media de Balance de N predial de $112 \text{ kg} \pm 26 \text{ kg N/ha/año}$ y de Balance de P predial de $-1,80 \pm 1,40 \text{ kg P/ha/año}$ (Watson et al., 2002). Los valores negativos del Balance de P resultaron consistentes, dado que no reportaron aplicación de estiércol ni de roca fosfórica, concordando con valores calculados en esta tesis, mientras que para el nitrógeno, el rango de valores de esta tesis resultó menor al de la revisión de Watson et al. (2002), el cual estuvo entre 18,40 y 164 kg N/ha/año. Los valores altos que superaron a los de Buenos Aires podrían deberse a la fijación biológica de N y/o a la deposición de N atmosférica (para Reino Unido reportaron un valor de 30 kg N/ha/año por esta vía de ingreso). En Suecia, sobre un establecimiento de 2.460 ha, calcularon un Balance de N de 22 kg N/ha/año (habiendo descontado las pérdidas de N por denitrificación y emisiones), y luego de introducir mejoras de manejo para disminuir los excesos de N al medio lograron un Balance de 14 kg N/ha/año (Dahlin et al., 2005), valores, ambos, igualmente comparables a los de los sistemas extensivos de Buenos Aires.

A pesar de esta variedad de valores estamos en el rango reportado por otros países, teniendo en cuenta las particularidades explicitadas.

Con respecto a los **Indicadores de de Uso de Nutrientes**, para los sistemas extensivos de producción de carne hay pocos trabajos publicados (tanto a nivel internacional como nacional), posiblemente por no considerarlos prioritarios en el tema de la posibilidad de riesgo de contaminación a partir de nitrógeno y de fósforo. En cambio, sí hacen referencia, en algunos casos, a la eficiencia de uso del nutriente ingresado desde el exterior. Para los sistemas de producción lechera hay una mayor cantidad de trabajos publicados en referencia a la intensificación y riesgo de contaminación. *En las comparaciones siguientes se debe tener en cuenta que la producción de leche es más eficiente en el uso de los nutrientes que la producción de carne bovina, a igualdad de condiciones productivas.*

El indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes, **leUN**, para el nitrógeno, en los sistemas extensivos de producción de carne en este trabajo, presentó una mediana de 76,79% con un rango entre percentiles del 10% (entre 72,90 y 83,4%). Para el fósforo, para los casos con balance predial positivo, el leUN estuvo entre 35% (P15) y 78,50% (P85). Al no encontrar trabajos que utilicen este indicador en producción de carne, teniendo en cuenta las salvedades del caso, se hará una comparación con un estudio en tambos con producción lechera de base pastoril, pero semiintensivos, de la Cuenca de Abasto de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Sobre 17 predios lecheros calcularon valores de leUN para nitrógeno entre 65 y 84%, y para fósforo, entre 73 y 85% (Herrero et al., 2006d). Comparado con los sistemas extensivos de cría, desde la perspectiva de la sustentabilidad ambiental hubo casos en que quedó en el sistema mayor proporción del nutriente ingresado, especialmente para el fósforo. Si bien los sistemas lecheros son de mayor productividad (y egreso de nutrientes/ha/año), los ingresos de P por alimentos externos y por fertilizantes resultaron casi el 50%, cada ítem, del ingreso total y no fueron utilizados con una eficiencia tal como para evitar los excesos de P en el ambiente. Para el nitrógeno, posiblemente los

menores valores de leUN estén relacionados con el ajuste de proteína de las dietas a los requerimientos de las vacas en ordeño y a que el ingreso de N por los alimentos superó al ingreso ocurrido por FBN y fertilizantes.

El indicador de Eficiencia de Uso del Nutriente externo en el Sistema, **EUNexS**, para el nitrógeno ingresado desde el exterior para producir y vender productos, fue del 23,21% (valor de la mediana), con un rango entre percentiles entre 16,56 y 27,10%, y la mediana para el Consumo de Nutrientes, **CNu-I/E**, fue de 4,31 (rango entre percentiles entre 3,69 y 6,04). Para el fósforo, una mediana para el EUNexS del 58,47% y rango entre percentiles entre 27,13 y 360,90%, y mediana para el CNu-I/E de 1,61 con rango entre percentiles entre 0,22 y 3,69.

Desde este punto de vista, con la información del trabajo de Dahlin et al. (2005) sobre un establecimiento ganadero de carne en Suecia, se pudo estimar una Eficiencia de uso del Nitrógeno externo en el Sistema del 34%, y del 38,7% luego de haber aplicado medidas para disminuir el exceso de nitrógeno; con valores de CNu-I/E de 2,90 y 2,60, respectivamente. El menor aprovechamiento del N por las 31 UdAs analizadas puede deberse a que en este único trabajo en Suecia utilizaron suplementación alimenticia y fertilización y consideraron como egreso heno de sus pasturas, y en la versión mejorada realizaron recría y engorde de los terneros y terneras que no guardaron como reposición. Estas características hicieron que el sistema tuviera un mejor aprovechamiento del N ingresado. En Reino Unido, para las dos granjas ganaderas orgánicas del trabajo de Berry et al. (2003), con la información presentada se calcularon las eficiencias de uso y el consumo de nutrientes de N y P, arrojando para fósforo valores de EUNexS de 71 y 76% y valores de CNu-I/E de 1,40 y 1,30 (Balances de P similares para ambas granjas); y para nitrógeno, EUNexS de 47 y 73% y CNu-I/E de 2,10 y 0,73, respectivamente, teniendo la segunda granja un valor para el Balance de N casi de la mitad con respecto a la primera. Si bien los Balances de N prediales para las unidades extensivas de Buenos Aires fueron menores, también lo fueron los valores de Eficiencia de uso del Nitrógeno externo en el

Sistema y mayores los de C_{Nu}-I/E, posiblemente, en parte, porque las granjas de Reino Unido incluyeron venta de granos. Para el fósforo, en cambio, los valores de los indicadores se encuentran en el rango de nuestro estudio, el cual es mucho más amplio que para el nitrógeno. Para el sistema de producción orgánica de carne bovina y ovina presentado por Goulding et al. (2000), con la información se pudo calcular las Eficiencias de uso de N externo en 13,6% y el C_{Nu}-I/E en 7,30, valores que entran dentro del rango de nuestro estudio, cercano a los de las UdAs menos eficientes en el uso del nitrógeno; y la Eficiencia de uso de P en el Sistema en 150% y su C_{Nu}-I/E en 0,66, valores dentro del rango entre percentiles. Para cinco granjas de producción de carne orgánica, Watson et al. (2002) registraron una Eficiencia de uso de nitrógeno externo del 20% (10 al 20%) y de uso del fósforo externo de 280% (100 a 700%), dado que todos los predios presentaron Balances de P negativos. Los valores calculados en esta tesis resultaron coincidentes, probablemente porque en aquellas granjas no aplicaron estiércol ni roca fosfórica. Además, denota la cesión del fósforo desde el sistema a los productos vendidos, al igual que en algunos casos de la localidad de Laprida.

En Uruguay, para un modelo de tambo extensivo basado en campos naturales y una baja proporción de cultivos anuales, estimaron una Eficiencia de uso de N externo del 62% y para el P del 40% (La Manna et al., 2008). El valor máximo en esta tesis para sistemas extensivos, para nitrógeno, estuvo en un 2% por debajo (EUNexS 59,75%), y posiblemente se deba a que en dicho trabajo uruguayo no consideraron nitrógeno ingresado por fijación biológica para el cálculo del Balance de nitrógeno. En relación con el fósforo, el rango de valores de eficiencia de esta tesis comprende al estimado en Uruguay, resultando compatibles por la baja suplementación.

No se han encontrado trabajos en sistemas extensivos de producción de carne que mencionen un indicador de Eficiencia de uso de nutriente externo por la Producción - **EUNexS-Pr-**, por lo cual se hará la comparación con un trabajo en Noruega, de producción lechera bajo sistema extensivo (Steinshamn et al., 2004). En este trabajo calcularon los

balances prediales y un indicador muy parecido al EUNexS-Pr. Además, a partir de la información original del trabajo se pudieron calcular el EUNexS para nitrógeno y para fósforo, con el fin de poder relacionarlos con el indicador anterior. Para nitrógeno, la media del Balance predial fue 41 kg N/ha/año (entre 35 y 48 kg N/ha/año), la del EUNexS 31,20% (entre 30,30 y 39%) y la del EUNexS-Pr 30% (entre 27 y 33%); y para fósforo, Balance predial promedio de 0,60 kg P/ha/año (entre -0,60 y 1,70 P/ha/año), EUNexS 92% (entre 82 y 107%) y EUNexS-Pr 85% (entre 67 y 122%). Para el nitrógeno, los rangos muestrales de las UdAs extensivas comprenden los valores de los tres indicadores, aunque si consideramos solo los valores del P85, se constata que este tipo de producción (lechería) supera en eficiencia de uso del N externo a los planteos extensivos de carne, como sería lógico de esperar. En cambio, para el fósforo, los rangos entre Percentiles, e incluso entre C1 y C2, comprenden los valores de los indicadores de Steinshamn et al. (2004) debido, posiblemente, a la gran amplitud encontrada en nuestros sistemas extensivos al haber, también, Balances de P negativos. Puede deberse a que, aunque sea un predio lechero orgánico, ambos trabajos comparten valores de carga animal media (0,8 unidades⁵/ha para el lechero orgánico) y muy baja suplementación. En cuanto a la relación entre los indicadores EUNexS y EUNexS-Pr, en los sistemas extensivos de producción de carne, en la mayoría de los casos la Eficiencia de uso del nutriente externo por la Producción resultó menor que la Eficiencia de uso del nutriente en el Sistema, indicando que quedó nitrógeno y fósforo acumulado en el compartimento animal del sistema. En el trabajo de Steinshamn et al. (2004), las diferencias en los cambios de stock de bovinos (vacas lecheras y vaquillonas de reemplazo) ocasionaron que estos indicadores presentaran un comportamiento semejante al explicitado previamente.

Con respecto a los **indicadores que relacionan al balance con los kilogramos de producto producido y/o egresado**, ocurre lo mismo que fuera mencionado en el párrafo anterior. En estos casos no ha sido posible derivar dichos indicadores a partir de la

⁵ **Unidad:** unidad ganadera europea Hace referencia a requerimientos energéticos promedios de una vaca lechera de 650 kg en pastoreo, con producción anual de 3000 kg de leche.

información de los trabajos de Watson et al., 2002; Berry et al., 2003 y Dahlin, et al., 2005, debido a que no presentan información respecto a la producción propiamente dicha, tanto ganadera (producción de carne y carga animal) como agrícola. Por lo tanto, se hará una discusión con algún trabajo de producción de leche.

El indicador Balance por kilo de peso vivo producido, **Bal-Prod-Pr**, para nitrógeno, señala que por kilo producido sobraron, anualmente, 143,45 g N, mientras que por kilo de peso egresado, **Bal-Prod-Eg**, 122,55 g N. Para fósforo, el valor del indicador **Bal-Prod-Pr** fue 12,47 g P/kg PV-Pr, mientras que el **Bal-Prod-Eg** fue 9,53 g P/kg PV-Eg (valores de las medianas para todos los indicadores). En el trabajo de 17 predios lecheros estudiados por Herrero et al. (2006d), la producción y el egreso de leche fue el mismo, y calcularon que sobraron, en promedio, $15,26 \pm 7,75$ g N/ L de leche y $3,32 \pm 1,61$ g P/ L leche, y en un estudio en Australia sobre 41 predios de producción lechera, Gourley et al. (2012) calcularon una media de 17 g N/ L leche (9,10 a 45 g N/ L) y de 2 g P/ L leche (-0,6 a 17 g P/ L). Los mayores valores registrados de Balance por kilo de peso vivo producido y/o egresado (Bal-Prod-Pr y Bal-Prod-Eg) resultan compatibles con la menor eficiencia de uso de nitrógeno y fósforo por la producción de carne bovina comparada con la producción lechera.

Para el indicador de Eco-Eficiencia, **Eco-Ef**, el valor de la mediana para N fue de 7,02 kg de peso vivo por kg N de balance predial, con valores para P15 y P85 de 4 y 9,6 kg PV/kg N de balance predial, respectivamente. Para producción de leche, Nevens et al. (2006) presentaron un rango amplio para los años 2000/2001, de 20 - 60 litros de leche/ kg N de balance, con valores de "eco-eficiencia" para tambos de alta productividad entre 60 y 110 litros/ kg N de balance. No se han encontrado trabajos que refieran kilogramos de carne producida por kg de N-P de balance.

Queda mucho terreno por explorar para estos Indicadores de Manejo y Uso de nutrientes relacionando la sustentabilidad ambiental con la producción de carne.

Finalmente, en relación con el indicador de Excreción ambiental, el **Bal/cab** para nitrógeno arrojó un valor de mediana de 66,05 g N/Vi/d y para **Bal/kgPV** de 0,12 g N/kg PV/d; mientras que para el fósforo, para los casos con balances positivos arrojó una excreción diaria por vientre baja, con un valor de mediana de 7,05 g P/Vi/d, siendo solamente de 0,01 g P/kg PV/d. No habiendo encontrado estudios comparables en producción de carne en sistemas extensivos, se trabajaron los datos de Balance de nutrientes anual por animal en sistemas lecheros con suplementación sobre base forrajera (Spears et al., 2003a-b), obteniéndose una excreción de 369 g N/vaca/día y de 42 g P/vaca/día. En el trabajo de tambos base pastoril, semiintensivos, de la Cuenca de Abasto de la provincia de Buenos Aires, con la información presentada -Balance predial en toneladas anuales y la carga animal en vacas totales- se pudo estimar una excreción de 268 g N/vaca/día y de 55 g P/vaca/día (Herrero et al., 2006d). Podemos observar que en los sistemas extensivos de carne bovina la eliminación diaria de los nutrientes ingresados del exterior es mucho más baja que en los predios lecheros, a pesar de ser la producción lechera más eficiente en el uso del nitrógeno y fósforo ingresado. Esto es debido a que la entrada de insumos con estos nutrientes desde el exterior al sistema es mucho menor en los sistemas extensivos comparados con los de producción lechera, que para sostener su productividad deben ingresar suplementos alimenticios y/o fertilizantes para la producción forrajera.

En síntesis, los Balances prediales de N en los sistemas extensivos resultaron positivos (aunque no se haya registrado ingreso de alimentos o fertilizantes) debido al aporte de N por lluvia y por FBN. En cambio, como para el P no existió ingreso por esas vías, los Balances prediales de P negativos (cesión del nutriente al producto egresado) ocurrieron en la mayoría de los planteos con manejo extensivo de la actividad de cría. El valor más alto del rango del indicador de Consumo de Nutriente para P que describe al sistema extensivo (3,7 kg P/kg P) resultó ser semejante al menor valor del rango de dicho indicador para N (3,5 kg N/kg N). Visto desde esta óptica resultó ser más eficiente el uso del P por el sistema, ya que

sobró mucho menos P del que ingresó desde afuera comparado con el N, pero a costa de utilización de P preexistente. Los distintos compartimentos o componentes del sistema (animales, alimento y agricultura -semillas-) almacenan en stock kilogramos de N y P a los que puede recurrir la producción agropecuaria cuando los ingresos de dichos nutrientes son escasos o nulos. En los sistemas extensivos se verificó más a menudo esta táctica para el fósforo que para el nitrógeno, evidenciado por los Balances de P prediales negativos y correspondientes indicadores que involucren al mismo (Bal-Prod-Eg; Bal-Prod-Pr; Bal-Nu-Eg; Bal-Nu-Pr), y por los valores de Eficiencia de uso del Nutriente externo en el Sistema (EUNexS) y por la Producción (EUNexS-Pr) superiores al 100%.

Con respecto a la excreción del N y P que fuera incorporado al sistema desde el exterior, los valores por kilo de peso vivo resultaron insignificantes para el P y muy bajos para el N, y llevados a excreción diaria por vientre (o vaca, en términos generales) no implicarían una incorporación importante al predio, ya sea en forma relativamente homogénea ante pastoreos del tipo más continuo (como en los manejos extensivos), o más concentrada en los pastoreos rotativos de los sistemas con manejo más intensificado de la cría.

Para evaluar el manejo de nutrientes a nivel predial alcanzaría con los indicadores referidos a nutriente egresado (Bal-Nu-Eg y EUNexS), pero para evaluar las transferencias y ubicaciones en los distintos compartimentos del sistema es necesario evaluarlos en conjunto con los indicadores de nutrientes referidos a la producción (Bal-Nu-Pr y EUNexS-Pr), dado que los stock de animales pueden incrementarse o decrecer para distintos ejercicios o años. Si se incrementa el stock, esos kilogramos de peso producidos (N y P) no se venden, aumentando entonces, el valor del Balance de nutrientes, el cual enmascararía parte del N y P que quedó almacenado como producto (animales) en el sistema.

CAPÍTULO III.c

Sistemas semiintensivos

SISTEMAS SEMIINTENSIVOS DE PRODUCCIÓN DE CARNE

RESULTADOS

En esta sección de resultados se presentarán los correspondientes a los sistemas Semiintensivos de producción de carne de los partidos de Balcarce y de Chascomús. En Balcarce se analizaron 12 unidades de estudio entre los años 1996 y 1999 (12 UdAs) y en Chascomús una unidad de estudio entre los años 2004 y 2008 (cinco UdAs). La actividad productiva preponderante fue la invernada bovina sobre pasturas implantadas en base a leguminosas como alfalfa (*Medicago sativa*) y tréboles (*Trifolium sp.*), complementado con cultivos anuales de invierno para el ganado (avena y raigrás) con diferente grado de suplementación alimenticia.

DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS DE NITRÓGENO Y DE FÓSFORO A LAS UNIDADES DE ANÁLISIS

Se presentan los resultados del comportamiento de N y P en función de los ingresos totales y según fuentes de origen.

Los ingresos de nitrógeno a las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina se muestran en la Figura III.c.1 y la proporción de cada uno en el ingreso total en la Figura III.c.2.

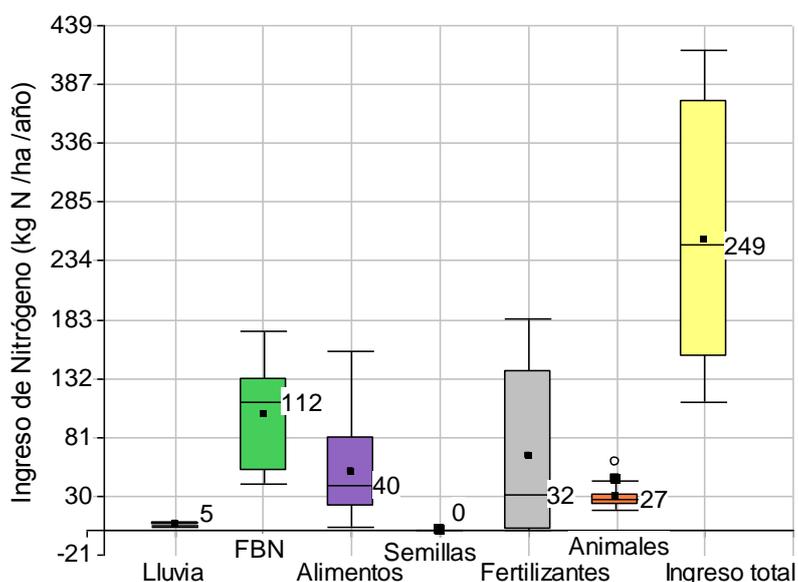


Figura III.c.1. Ingresos de nitrógeno a las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17) según fuentes de origen, expresados en kg N/ha/año.

El ingreso total de N estuvo en un rango entre 112,70 y 417,65 kg N/ha/año, con un valor de mediana de 248,73 kg N/ha/año para las 17 UdAs, correspondiendo el valor más alto a la localidad de Balcarce y el más bajo a la localidad de Chascomús.

Ingreso de Nitrógeno

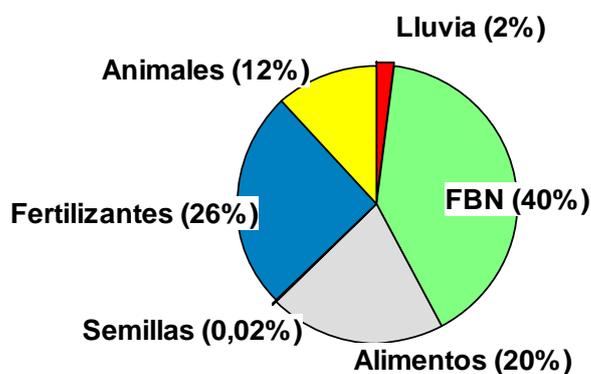


Figura III.c.2. Proporción de nitrógeno en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17) según fuentes de origen.

Como se aprecia en las Figuras III.c.1 y III.c.2, el mayor aporte de N correspondió a la FBN, con un valor de mediana de 112,36 kg N/ha/año, significando un 40%, con valores mínimo y máximo de 40,72 y 173,31 kg N/ha/año, correspondiendo a la localidad de Chascomús y de Balcarce, respectivamente. En segundo lugar los fertilizantes, con una mediana de 31,77 kg N/ha/año, representando un 26% del total, con valores mínimo y máximo de 0 y 184 kg N/ha/año, ambos en planteos de Balcarce. El aporte de N por alimentos ocupó el tercer lugar, con una mediana de 39,54 kg N/ha/año, un valor mínimo de 3,82 kg N/ha/año y máximo de 156,08 kg N/ha/año, correspondiendo a Chascomús y a Balcarce, respectivamente. Los ingresos de N proveniente de los vacunos estuvieron en cuarto lugar, en un rango entre 18,36 y 58,85 kg N/ha/año, ambos en Balcarce, con un valor de mediana de 26,83 kg N/ha/año. Los ingresos de N por precipitaciones estuvieron entre 3,84 y 7,13 kg N/ha/año, representando el 2% del total de N ingresado, y por semillas de cultivos anuales el ingreso estuvo en un rango entre 0 y 0,55 kg N/ha/año, para una mediana de 0 kg N/ha/año. Como cultivo anual de invierno se implantó avena en solo dos UdAs de Balcarce, y raigrás anual en todas las UdAs de Chascomús.

Los ingresos de fósforo a las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina según las distintas fuentes de origen se muestran en la Figura III.c.3 y la proporción de cada uno en el ingreso total en la Figura III.c.4.

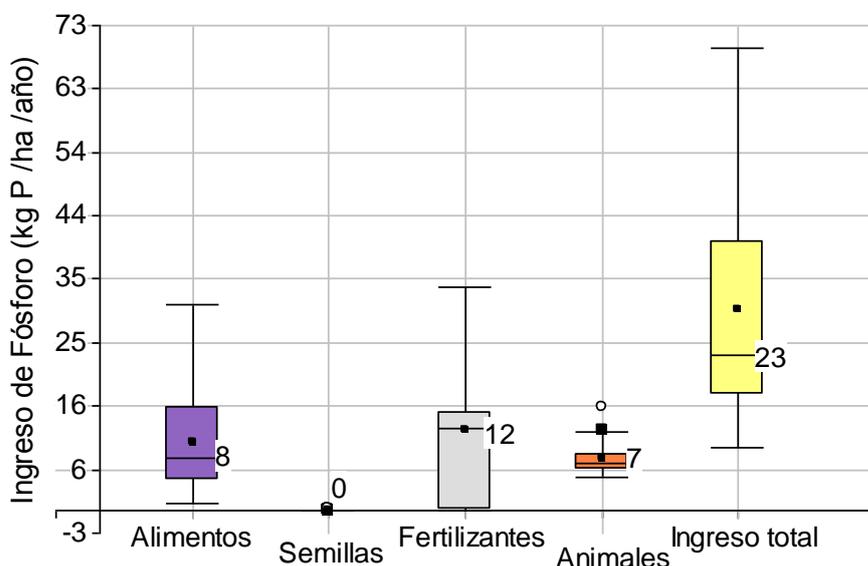


Figura III.c.3. Ingresos de fósforo a las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17) según fuentes de origen, expresados en kg P/ha/año.

El ingreso total de P estuvo en un rango entre 9,31 y 69,12 kg P/ha/año, ambos en la localidad de Balcarce, con un valor de mediana de 23,18 kg P/ha/año para las 17 UdAs.

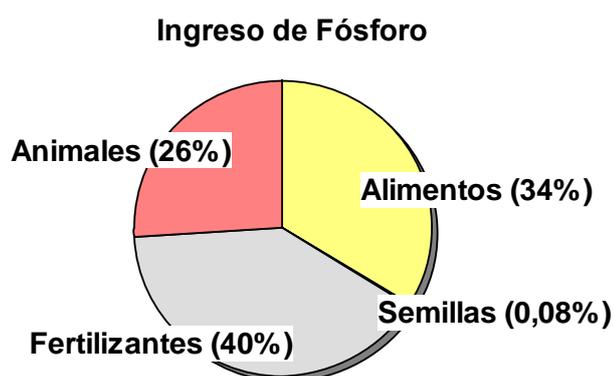


Figura III.c.4. Proporción de fósforo en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17) según fuentes de origen.

En las Figuras III.c.3 y III.c.4 se aprecia que el mayor aporte de P correspondió a los fertilizantes, con un valor de mediana de 12,27 kg P/ha/año, representando un 40%, con valor mínimo de 0 y máximo de 33,39 kg P/ha/año. El aporte de P por los suplementos

alimenticios estuvo en un rango entre 0,87 y 30,65 kg P/ha/año para las 17 UdAs, con un valor de mediana de 7,84 kg P/ha/año, ocupando el segundo lugar (34% de los ingresos) y por los vacunos entre 4,83 y 15,44 kg P/ha/año, representando el 26% de las entradas. Finalmente, por semillas de cultivos anuales, el ingreso de P estuvo entre 0 y 0,22 kg P/ha/año.

BALANCE DE NUTRIENTES A NIVEL PREDIAL Y PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CARNE

Los valores de las Medianas de los ingresos, egresos y Balances prediales de N y P (kg/ha/año) para las 17 UdAs con sistemas semiintensivos se presentan en las Figuras III.c.5 y III.c.6.

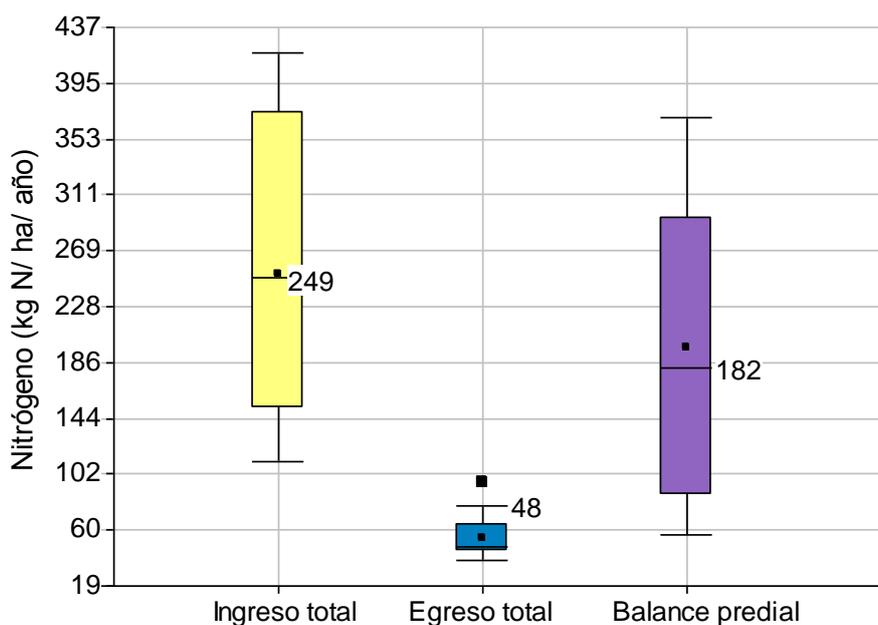


Figura III.c.5. Ingresos y egresos totales de N y Balance de N predial para las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17).

Los valores mínimo y máximo para el ingreso total de N estuvieron en 112,17 y 417,65 kg N/ha/año, para el egreso total en 37,65 y 96,89 kg N/ha/año, y para el Balance de N predial, en 56,68 y 369,33 N/ha/año, respectivamente (Figuras III.c.5).

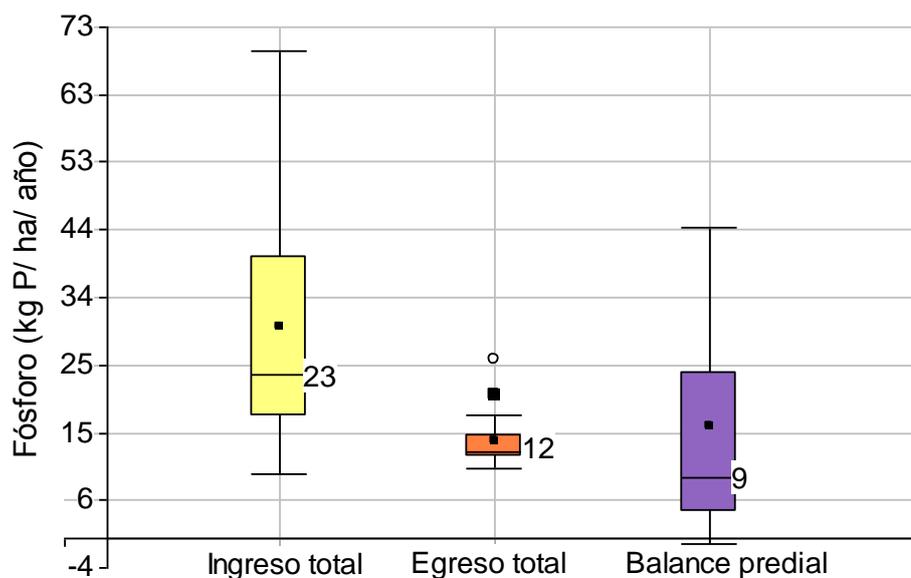


Figura III.c.6. Ingresos y egresos totales de P y Balance de P predial para las Unidades de Análisis de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (n= 17).

Los valores mínimo y máximo para el ingreso total de P estuvieron en 9,31 y 69,12 kg P/ha/año, para el egreso total en 9,90 y 25,48 kg P/ha/año, y para el Balance de P predial, en -0,59 y 44,14 kg P/ha/año, respectivamente (Figuras III.c.6).

Las unidades de estudio de Balcarce, por estar dentro de la Estación Experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, permitió que se pudiera analizar información proveniente de distintos manejos para sistemas semiintensivos, diferenciados principalmente, por la aplicación o no de fertilizantes nitrogenados y/o fosforados, y además, calcular indicadores relacionados con la alimentación, dado el registro de mayor cantidad de información. Las UdAs de Chascomús, por otro lado, presentaron menor variación en el manejo, por no ser unidades de experimentación propiamente dichas.

Los ingresos de nutrientes por hectárea presentaron un rango más amplio entre el valor mínimo y el máximo para las UdAs de Balcarce, comparado con las de Chascomús, no así los egresos, lo cual llevó a un rango más extenso (y mayor variabilidad) para sus valores de Balances prediales de N y P (Tablas III.c.1 y III.c.2) y de sus Indicadores de Manejo y

Uso de nutrientes dependientes de los balances. Los rangos de valores para los parámetros productivos, tal como consta en el Cuadro II.3 del Capítulo II de Metodologías, resultaron de mayor amplitud en Balcarce.

Tabla III.c.1. Balance de nitrógeno, ingresos y egresos totales de nitrógeno (kg N/ha/año) para las Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina de Balcarce y de Chascomús (Med; Mín : Máx).

Unidades de Análisis	Balance N (kg N/ha/año)	Ingreso N (kg N/ha/año)	Egreso N (kg N/ha/año)
Balcarce (n= 12)	260,9 (126,7 : 369,3)	310,6 (164,4 : 417,7)	49,4 (37,7 : 96,9)
Chascomús (n= 5)	70,5 (56,7 : 86,1)	119,4 (112,2 : 150,9)	48,4 (44,5 : 66,7)

Tabla III.c.2. Balance de fósforo, ingresos y egresos totales de fósforo (kg P/ha/año) para las Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina de Balcarce y de Chascomús (Med; Mín : Máx).

Unidades de Análisis	Balance P (kg P/ha/año)	Ingreso P (kg P/ha/año)	Egreso P (kg P/ha/año)
Balcarce (n= 12)	13,9 (-0,6 : 44,1)	30,1 (9,3 : 69,1)	13 (9,9 : 25,5)
Chascomús (n= 5)	8,8 (7,4 : 13,4)	23,2 (19,0 : 28,1)	11,9 (10,6 : 15,5)

Relación entre los Balances prediales y Parámetros productivos.

1- Balance de Nitrógeno predial

En el Análisis de Correlación de Spearman destacan la correlación positiva, altamente significativa al 5%, de los Balances de N predial (kg N/ha/año) con los Ingresos totales de N por hectárea ($r_s = 0,97$) y con la Producción de Carne ($r_s = 0,74$); además, los ingresos de N totales correlacionaron con los parámetros productivos. Hubo correlación

positiva entre los parámetros de producción, Carga Animal y Producción de carne, altamente significativa ($r_s= 0,93$; $p= 0,000000088$) (Tabla III.c. 3).

Tabla III.c.3. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance de nitrógeno predial, ingreso y egreso de nitrógeno, y parámetros de producción de carne para las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción de carne.

	Ingreso N (kg N/ha/año)	Egreso N (kg N/ha/año)	Bal N predial (kg N/ha/año)	Prod. Carne (kg/ha/año)	Carga. Animal (kg/ha)
Ingreso N (kg N/ha/año)	1	0,46	9,90E-05	0,00170	4,50E-04
Egreso N (kg N/ha/año)	0,19	1	0,88	0,13	0,04
Bal N predial (kg N/ha/año)	0,97	0,04	1	0,0033	0,0032
Prod. Carne (kg/ha/año)	0,78	0,38	0,74	1	8,80E-08
Carga Animal (kg/ha)	0,76	0,51	0,67	0,93	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$.

En forma más ampliada se realizó, también, el mismo análisis de correlación entre los componentes del Balance de N predial y los Parámetros productivos, descriptivos de las UdAs.

- Componentes del Balance de N predial: ingreso de N proveniente de las lluvias, de la FBN, de los fertilizantes, de los suplementos alimenticios y de los animales, los ingresos totales de N, los egresos totales de N y el Balance de N predial, todos expresados en kg N/ha/año.
- Parámetros productivos, descriptivos de las UdAs: egreso de animales expresados en kg PV/ha/año, Producción de Carne en kg/ha/año, Carga Animal en kg/ha, y proporción de los recursos forrajeros pasturas implantadas y cultivos anuales, expresados en % de la superficie total.

El análisis de Correlación de Spearman entre el Balance de N predial, sus componentes y parámetros de producción de carne, para las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción de carne, figuran en la Tabla AIII.7 del Anexo “Resultados”.

En todas las UdAs hubo ingreso de N a partir de la FBN por las pasturas y por ingreso de suplementos alimenticios. Dado que la única fuente de ingreso diferencial fue la de fertilizantes, en las figuras se han distinguido tres grupos: las UdAs de Balcarce que no fertilizaron con N (Balcarce sinF; n= 5), las de Balcarce que sí fertilizaron con N (Balcarce conF; n= 7) y las de Chascomús, todas con aplicación de fertilizantes nitrogenados (Chascomús conF; n= 5).

El Balance de N predial presentó una correlación positiva significativa con los ingresos de N a través de la FBN ($r_s = 0,85$; $p = 0,000014$) (Figura III.c.7), y a través de fertilizantes y de alimentos con igual coeficiente ($r_s = 0,65$), bajo para ambos, pero con significancias distintas, $p = 0,0049$ y $p = 0,01$, respectivamente (Figuras III.c.8 y III.c.9).

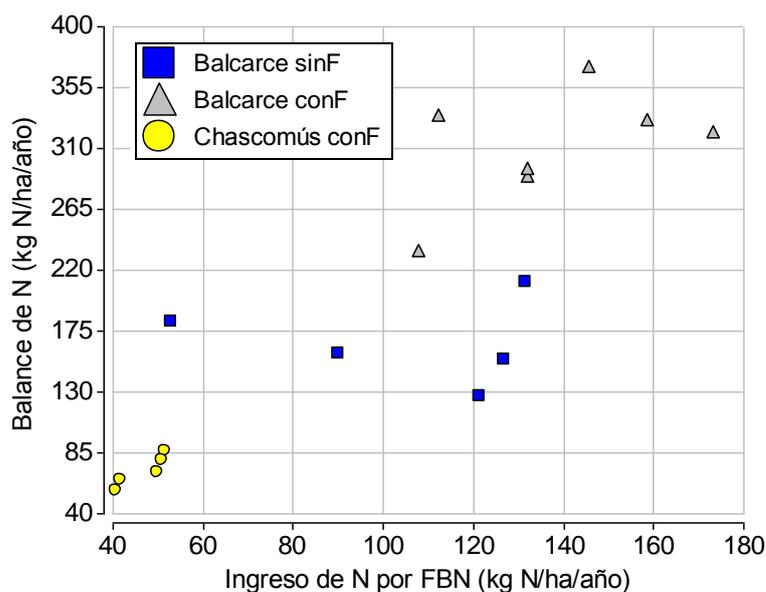


Figura III.c.7. Balance de N predial (kg N/ha/año) en función del Ingreso de N por Fijación biológica (FBN) (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).

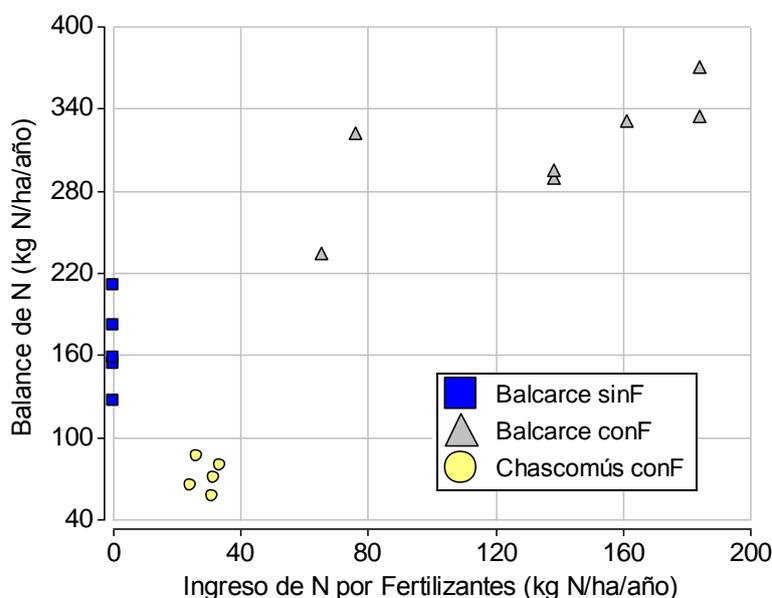


Figura III.c.8. Balance de N predial (kg N/ha/año) en función del Ingreso de N por Fertilizantes (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).

Las UdAs de Balcarce con fertilización con N, en términos generales han mostrado mayor aporte calculado por FBN que las no fertilizadas, aunque no ha habido correlación significativa entre ingreso de N por fertilizantes con los valores de FBN (Figura III.c.7), aunque sí han presentado, en todos los casos, Balances de N prediales superiores a los de Balcarce sin fertilizar (Figura III.c.7 y III.c.8). Las UdAs de Chascomús han fertilizado con menores dosis de kg N/ha/año, han tenido menor aporte por FBN y los menores Balances de N predial.

En relación con los suplementos alimenticios, aquellas UdAs de Balcarce que han ingresado las mayores cantidades de N por esta vía no presentaron los Balances de N prediales más altos (Figura III.c.9).

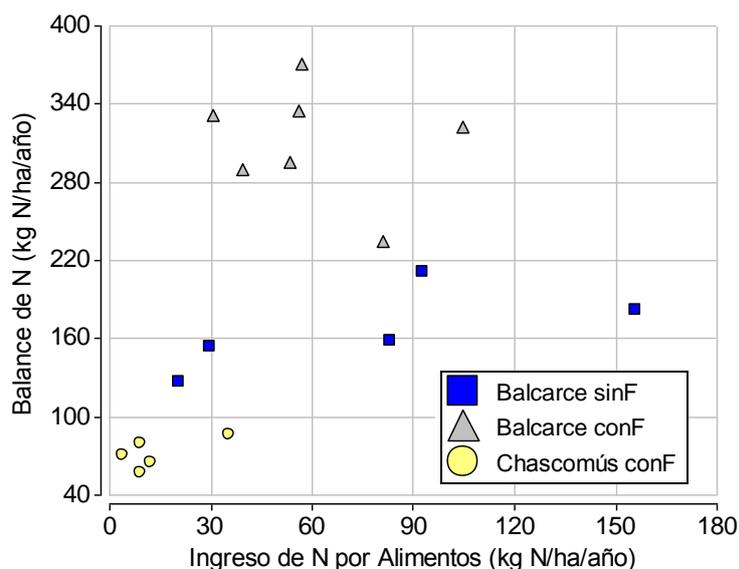


Figura III.c.9. Balance de N predial (kg N/ha/año) en función del Ingreso de N por Alimentos externos (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).

Como fuente de ingreso de N, los alimentos resultaron correlacionar con la Producción de Carne con un mayor coeficiente y significancia ($r_s = 0,74$; $p = 0,0032$) (Figura III.c.10) que la FBN ($r_s = 0,58$; $p = 0,01$).

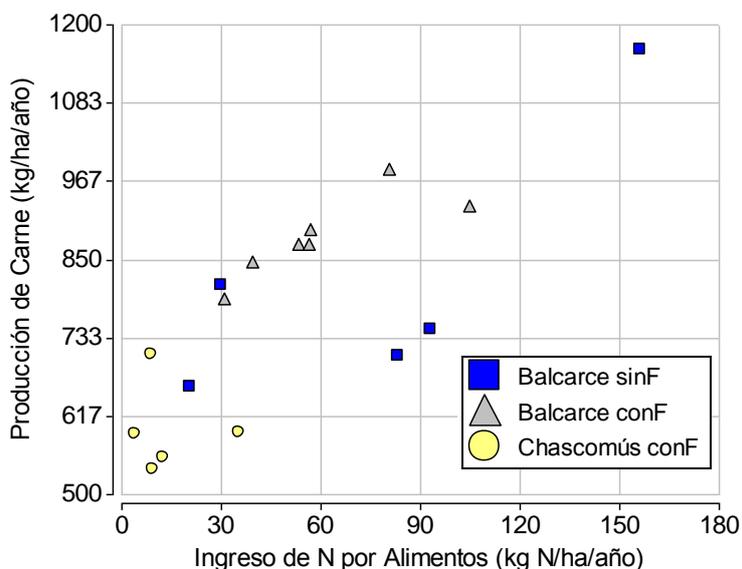


Figura III.c.10. Producción de Carne (kg/ha/año) en función del ingreso de N por alimentos (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).

Es importante destacar que la Producción de Carne no correlacionó en forma significativa con el ingreso de N a través de los fertilizantes aplicados en las pasturas y forrajes anuales (Figura III.c.11).

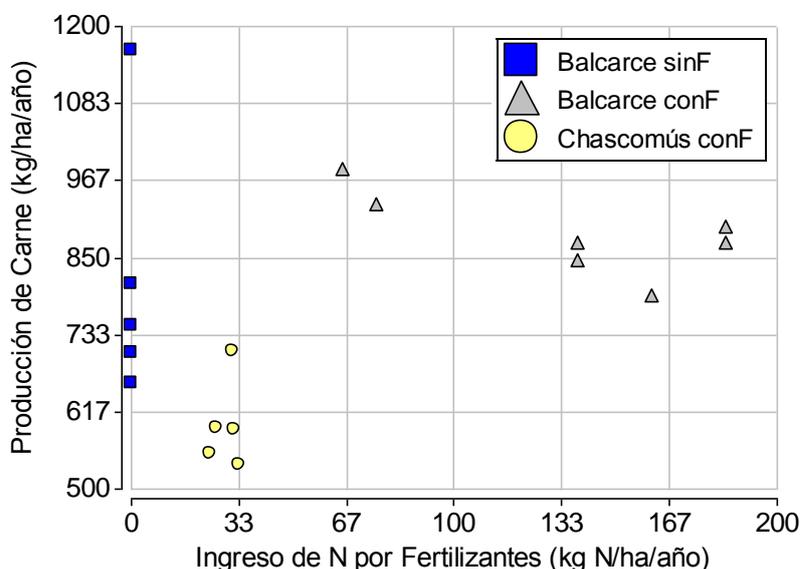


Figura III.c.11. Producción de Carne (kg/ha/año) en función del ingreso de N por fertilizantes (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).

Según los gráficos se puede observar que las dosis crecientes de N por fertilizantes no llevaron a mayores producciones de carne por hectárea, aunque sí los ingresos de N a través de los alimentos, dado que hay una transformación más directa del N del alimento a carne. En cambio, para los fertilizantes existe un paso más en la transformación (suelo-planta y planta-animal), lo cual genera mayores pérdidas al sistema hasta llegar al producto final, la carne.

En relación con los parámetros de producción, el Balance de N predial correlacionó positivamente con la Producción de Carne ($r_s = 0,74$; $p = 0,0033$) (Figura III.c.12).

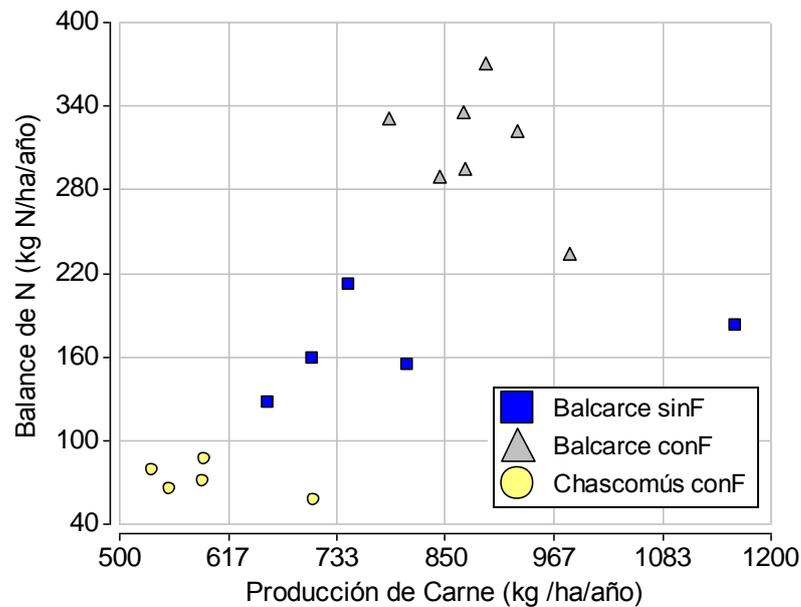


Figura III.c.12. Balance de N predial (kg N/ha/año) en función de la Producción de Carne (kg /ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).

Las situaciones planteadas parecieran indicar que a mayor ingreso de suplementos alimenticios mayores Balances de N prediales pero con una mayor Producción de Carne por hectárea, mientras que a mayor utilización de fertilizantes nitrogenados mayores Balances de N prediales, pero sin una consiguiente mayor Producción de Carne por hectárea. Desde el punto de vista ambiental pareciera que convendría, con los manejos de fertilizaciones, pastoreos y suplementación utilizados, aumentar la producción de carne a partir de suplementación con alimentos.

Como era de suponer, hubo correlación positiva entre Carga animal y Producción de Carne ($r_s= 0,93$); y el egreso de kilogramos de peso vivo a través de los vacunos correlacionó con la Producción de Carne ($r_s= 0,86$) y con la Carga animal ($r_s= 0,91$).

Visto las principales Correlaciones significativas, se realizó el **Análisis de Regresión Lineal simple** para las 17 UdAs, entre: a) los Ingresos de N totales (variable regresora) y los Balances de N prediales (variable dependiente), y b) entre los ingresos de N por FBN y los Balances de N prediales. El análisis arrojó para a) un R^2 (coeficiente de determinación) de 0,98 y para b) $R^2 = 0,71$, pero en ambos casos, la variable Residuos de los Balances de N prediales no tuvo una distribución normal, por lo cual, al no cumplirse el requisito de normalidad, no se realizó el Modelo de Regresión Lineal Simple correspondiente. La relación entre los Balances de N prediales y los ingresos totales de N se presenta en la Figura III.c.13.

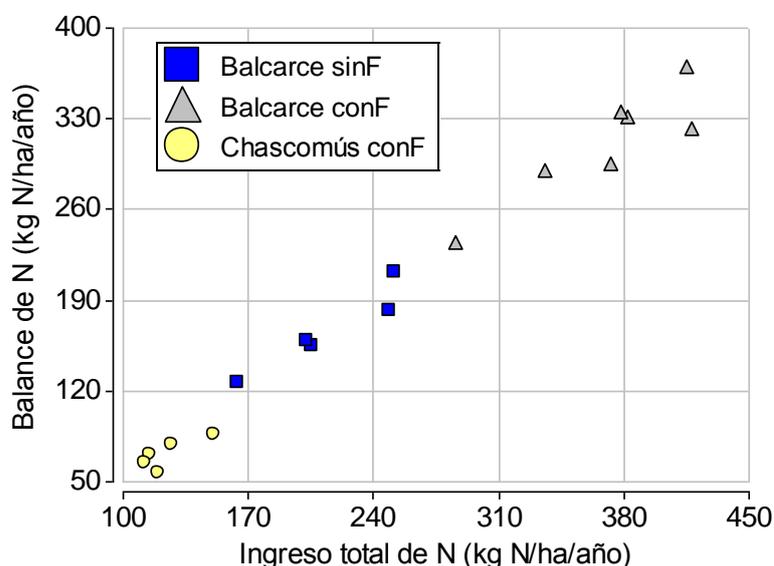


Figura III.c.13. Balance de N predial (kg N/ha/año) en función del ingreso total de N (kg N/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) nitrogenados (■ Balcarce sinF n= 5; ▲ Balcarce conF n= 7; ● Chascomús conF n= 5).

Si bien no se pudo modelar la relación entre los ingresos totales de N y los Balances de N prediales, en la Figura III.c.13 se puede observar que a medida que se incrementan los ingresos de N aumentan los valores de los Balances de N. Además, que en la localidad de Balcarce, aquellas UdAs que aplicaron fertilizantes nitrogenados tuvieron ingresos totales mayores que aquellas que no aplicaron y consecuentes mayores Balances de N prediales.

2- Balance de Fósforo predial

En el Análisis de Correlación entre los componentes del Balance de P predial y los parámetros de producción de carne, se obtuvo correlación positiva, altamente significativa al 5%, entre los Balances de P predial (kg P/ha/año) y los Ingresos totales de P por hectárea ($r_s= 0,96$); y entre los egresos de P (kg P/ha/año) y la Carga animal ($r_s= 0,67$; $p= 0,0032$). A diferencia del nitrógeno no hubo correlación significativa del Balance de P predial con la Producción de Carne, ni de los ingresos de P con los parámetros de producción (Tabla III.c.4).

Tabla III.c.4. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance de fósforo predial, ingreso y egreso de fósforo, y parámetros de producción de carne para las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción de carne.

	Ingreso P (kg P/ha/año)	Egreso P (kg P/ha/año)	Bal P predial (kg P/ha/año)	Prod. Carne (kg/ha/año)	Carga Animal (kg/ha)
Ingreso P (kg P/ha/año)	1	0,38	1,30E-04	0,33	0,58
Egreso P (kg P/ha/año)	0,23	1	0,9	0,02	0,0032
Bal P predial (kg P/ha/año)	0,96	0,03	1	0,54	0,95
Prod. Carne (kg/ha/año)	0,24	0,58	0,15	1	8,80E-08
Carga Animal (kg/ha)	0,14	0,67	0,02	0,93	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$.

En forma más ampliada, al igual que con el nitrógeno, se realizó el mismo análisis de correlación entre los componentes del Balance de P predial y los Parámetros productivos, descriptivos de las UdAs.

- Componentes del Balance de P predial: ingreso de P proveniente de los fertilizantes, de los suplementos alimenticios y de los animales, los ingresos totales de P, los egresos totales de P y el Balance de P predial, todos expresados en kg P/ha/año.
- Parámetros productivos, descriptivos de las UdAs: egreso de animales expresados en kg PV/ha/año, Producción de Carne en kg/ha/año, Carga Animal en kg/ha, y proporción de los recursos forrajeros pasturas implantadas y cultivos anuales, expresados en % de la superficie total.

En la Tabla AIII.8 de Anexo “Resultados” figura el análisis de Correlación de Spearman con los coeficientes y probabilidades, entre el Balance de P predial, sus componentes y parámetros de producción de carne, para las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción de carne.

En todas las UdAs hubo ingreso de P por ingreso de suplementos alimenticios. Dado que la única fuente de ingreso diferencial fue la de fertilizantes, en las figuras se han distinguido tres grupos (igual que para el nitrógeno): las UdAs de Balcarce que no fertilizaron con P (Balcarce sinF; n= 7), las de Balcarce que sí fertilizaron con P (Balcarce conF; n= 5) y las de Chascomús, todas con aplicación de fertilizantes fosforados (Chascomús conF; n= 5).

El Balance de P predial correlacionó positivamente con el ingreso de P a través de fertilizantes ($r_s= 0,86$; $p= 0,0000081$) (Figura III.c. 14), y en menor medida, con el ingreso de P a través de los alimentos ($r_s= 0,58$; $p= 0,02$). Se puede observar, que salvo una UdA de Balcarce sin fertilizar (que tuvo un Balance de P predial de 23 kg P/ha/año), todas las UdAs fertilizadas con P presentaron Balances prediales superiores a los de las UdAs sin fertilizar (Figura III.c.14).

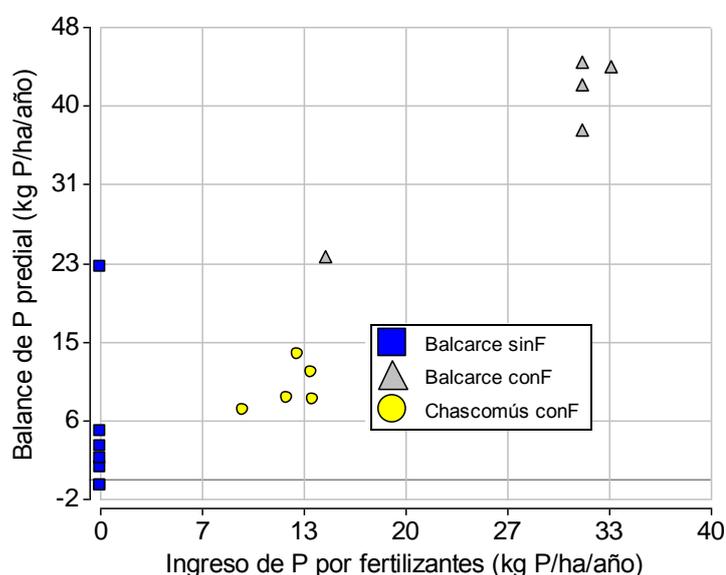


Figura III.c.14. Balance de P predial (kg P/ha/año) en función del ingreso de P a través de fertilizantes (kg P/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) fosforados (■ Balcarce sinF n= 7; ▲ Balcarce conF n= 5; ● Chascomús conF n= 5).

Por otro lado, el único ingreso de P que correlacionó con la Producción de Carne fue a través de los alimentos ($r_s= 0,76$; $p= 0,0025$) (Figura III.c.15), pesar de que los fertilizantes conformaron la fuente de mayor ingreso (40%) (Figuras III.c.3 y III.c.4). No hubo correlación, tampoco, entre los Balances de P prediales y la Producción de Carne por hectárea (Figura III.c.16), como sí ocurrió con el nitrógeno (Figura III.c.12).

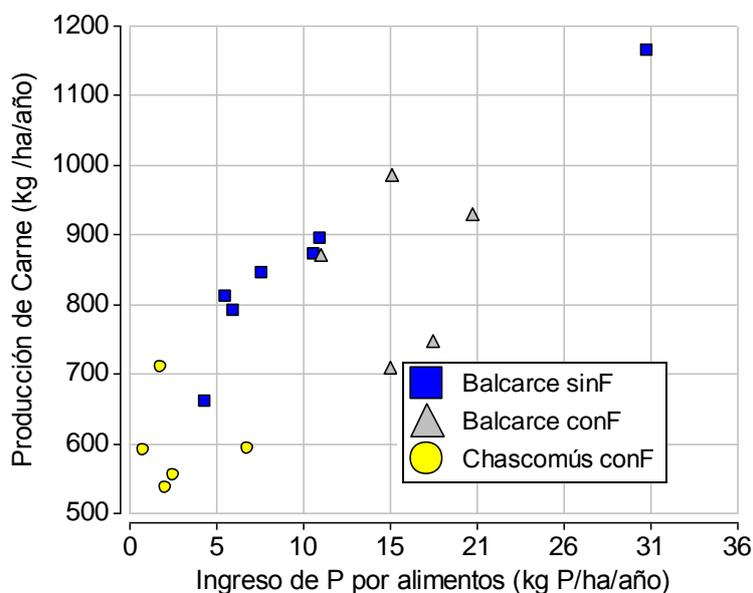


Figura III.c.15. Producción de Carne (kg /ha/año) en función del ingreso de P a través de alimentos externos (kg P/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) fosforados (■ Balcarce sinF n= 7; ▲ Balcarce conF n= 5; ● Chascomús conF n= 5).

En la localidad de Balcarce se pudieron obtener valores semejantes de Producción de Carne por hectárea, ya sea con o sin aplicación de fertilizantes fosforados (Figuras III.c.16 y III.c.17). Los ingresos de P en las UdAs fertilizadas no se tradujeron, en comparación, en mayores producciones de carne (Figura III.c.17), pero sí en mayores excedentes de P en los sistemas (expresados por el Balance de P predial) (Figura III.c.16). A la inversa, en las UdAs no fertilizadas (con ingreso de P por alimentos), la falta de ingreso de P al suelo no se tradujo en menores producciones de carne, pero sí, en varios casos, en valores de Balance de P cercanos a cero (déficit de P en el sistema), lo cual prende una luz de alerta.

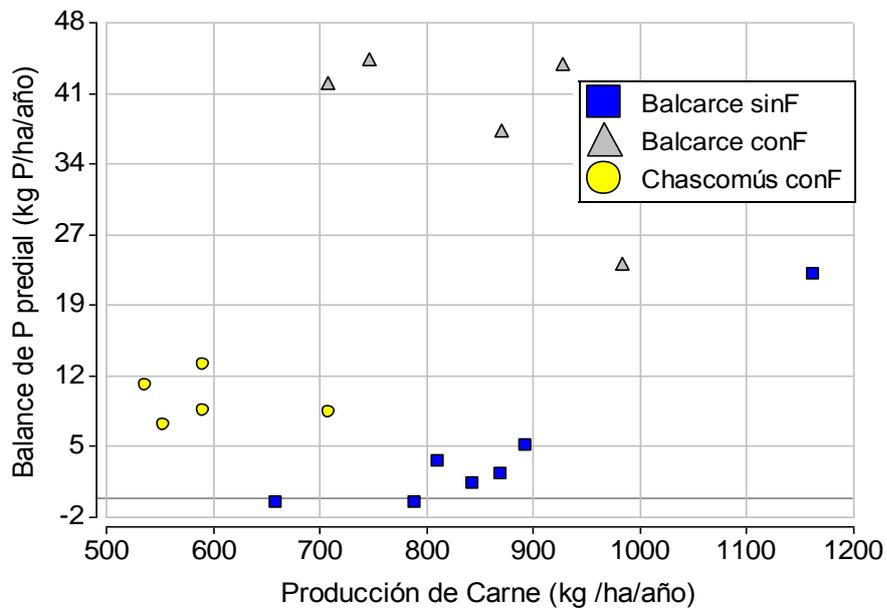


Figura III.c.16. Balance de P predial (kg P/ha/año) en función de la Producción de Carne (kg /ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) fosforados (■ Balcarce sinF n= 7; ▲ Balcarce conF n= 5; ● Chascomús conF n= 5).

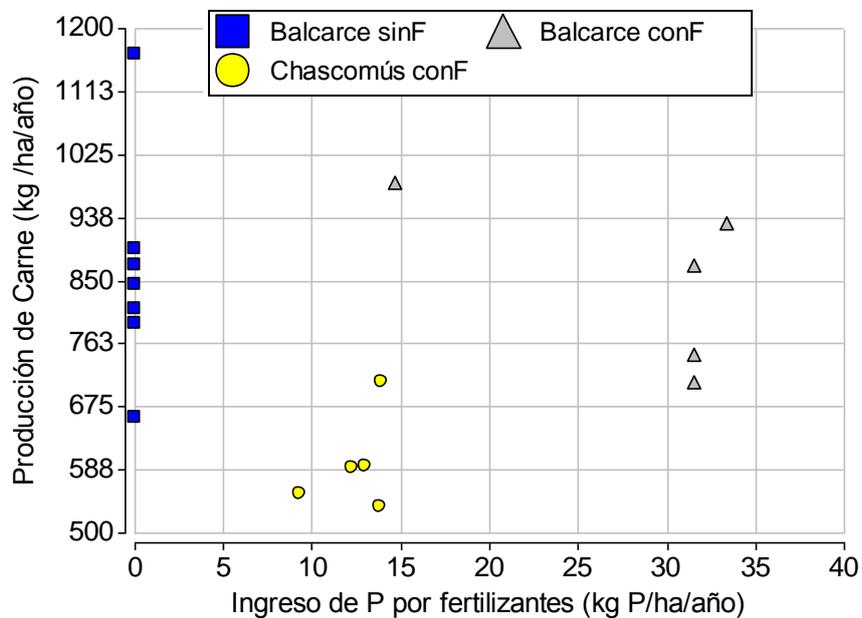


Figura III.c.17. Producción de Carne (kg /ha/año) en función del ingreso de P a través de fertilizantes (kg P/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) fosforados (■ Balcarce sinF n= 7; ▲ Balcarce conF n= 5; ● Chascomús conF n= 5).

En forma similar al N, el ingreso de P por alimentos externos compensaría el fósforo necesario para la productividad animal, la cual es una transformación directa del nutriente del alimento a carne, en cambio, para los fertilizantes existe un paso más en la transformación (suelo-planta y planta-animal), lo cual genera mayores pérdidas al sistema hasta llegar al producto final, la carne.

Visto las principales Correlaciones significativas, se realizó el **Análisis de Regresión Lineal simple** entre: a) los Ingresos de P totales (variable regresora) y los Balances de P prediales (variable dependiente) y b) los ingresos de P por fertilizantes y los Balances de P prediales. Para b) arrojó un R^2 (coeficiente de determinación) de 0,82, pero no pudo hacerse el Modelo de Regresión Lineal Simple, mientras que para a) con un R^2 de 0,95 para las 17 UdAs, se pudo realizar el Modelo de Regresión siguiente:

El modelo para sistemas semiintensivos resultó

BalP predial (kg P/ha/año) estimado = $-11,06 + 0,90 * \text{Ing.t P (kg/ha/año)}$;

$R^2 = 0,95$

El ingreso total de P (X) en el modelo estimado $y = -11,06 + 0,90 * X$ explicó el 95% de la variabilidad del Balance de P predial en la población de establecimientos semiintensivos de la pcia. de Buenos Aires. En la Figura III.c.18 se encuentra graficada dicha regresión lineal.

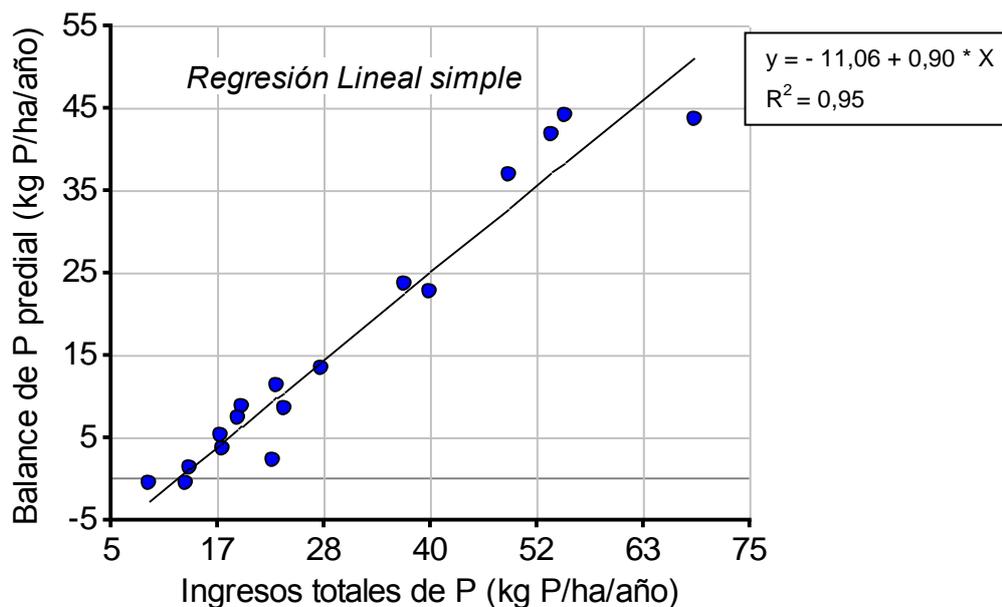


Figura III.c.18. Balance de P predial (kg P/ha/año) en función de los Ingresos totales de P (kg P/ha/año) para cada una de las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne.

La distribución de los Balances de P prediales en función de los Ingresos totales a las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes fosforados se observa en la Figura III.c.19.

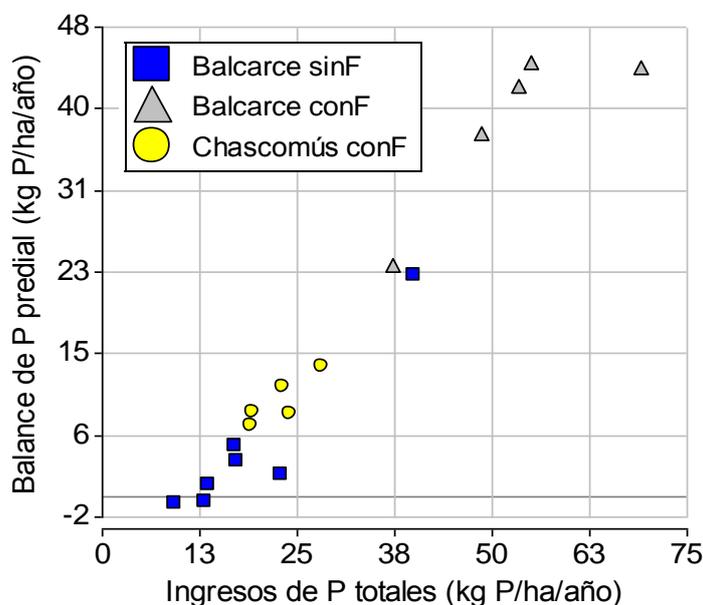


Figura III.c.19. Balance de P predial (kg P/ha/año) en función del ingreso total de P (kg P/ha/año) para las 17 UdAs con sistema semiintensivo de producción de carne, clasificadas según localidad y utilización de fertilizantes (F) fosforados (■ Balcarce sinF n= 7; ▲ Balcarce conF n= 5; ● Chascomús conF n= 5).

Comparaciones entre el Fósforo y el Nitrógeno

Se puede advertir un comportamiento diferente del fósforo comparado con el nitrógeno. Por un lado, dos UdAs de Balcarce sin uso de fertilizante fosforado tuvieron Balance de P predial negativo (todos los Balances de N prediales resultaron positivos, es decir, sin pérdida del nutriente desde el sistema), y por otro, las UdAs de la localidad de Chascomús (que fertilizaron con fósforo) presentaron valores de Balances de P entre los valores de las UdAs de Balcarce diferenciadas por el uso o no de fertilizantes fosforados. En la Figura III.c.19 se observa que, salvo un caso, las UdAs de Balcarce sin fertilizar con fósforo presentaron menores ingresos totales de P y consecuentes menores Balances de P prediales comparadas con las UdAs restantes que fertilizaron con fósforo. En cambio, para el nitrógeno (Figura III.c.13), el grupo de las UdAs de Balcarce sin uso de fertilizantes nitrogenados estuvo ubicado entre el grupo de Balcarce y el de Chascomús en los cuales todas las UdAs aplicaron fertilizante nitrogenado, considerando los ingresos totales de N y sus respectivos Balance de N prediales. Estas situaciones distintas entre los dos nutrientes podría mostrar la menor injerencia de los fertilizantes nitrogenados en los ingresos totales y valores de Balance predial, en virtud de que existen más vías de ingreso para el nitrógeno que para el fósforo.

INDICADORES DE MANEJO Y USO DE NUTRIENTES

A partir de los Balances de Nitrógeno y de Fósforo, de sus componentes y de algunos de los parámetros de producción, se construyeron los distintos indicadores explicitados en el capítulo de Metodologías y aplicados en el Capítulo III.b de Sistemas Extensivos.

Para este caso, el de los sistemas Semiintensivos de producción de carne, se consideraron iguales aspectos. Se contemplaron los aspectos ambientales y productivos a partir de utilizar los Balances de nutrientes con los enfoques Sistémico/ambiental,

Productivo/ambiental y de Excreción ambiental; los indicadores de Uso de Nutrientes con énfasis ambiental y productivo y los indicadores de Eficiencia de Uso por subsistema “rodeo”. También se tuvo en cuenta disponer de la información correspondiente en la mayoría de las UdAs analizadas.

Debido a que la mayoría de las variables e indicadores no siguieron una distribución normal, se realizó la estadística descriptiva a partir de la Mediana como medida de posición central, los valores mínimos y máximos (que determinan el rango muestral), el Cuartil 1 -C1- o inferior (25%), el Cuartil 3 -C3- o superior (75%), el Percentil 15 -P15- (15%), el Percentil 85 -P85- (85%) y el MAD (Desviación absoluta de la mediana). Como se explicitara previamente, los cuartiles y la mediana dividen a la muestra ordenada en cuatro partes igualmente pobladas. Entre los Cuartiles 1 y 3 se hallan, aproximadamente, el 50% central de los datos; entre los Percentiles 15 y 85, aproximadamente el 70% central de los mismos.

Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno

Las Medidas Resumen de los distintos indicadores calculados están presentadas en el Cuadro III.c.1 y los valores de los Indicadores para cada una de las 17 UdAs analizadas, se encuentran en la Tabla AIII.9 del Anexo “Resultados”.

Considerando el enfoque del sistema semiintensivo más desde el aspecto ambiental, podemos ver que:

- El **Balance de N predial** resultó siempre positivo, es decir, hubo excedente de N en el sistema: por cada hectárea total de la unidad de estudio considerada, sobraron, anualmente, 182,22 kg N. El rango muestral entre los valores mínimo y máximo resultó amplio (312,65 kg N/ha/año), al igual que el intercuartílico (208,24 kg N/ha/año), y más aún entre percentiles (260,40 kg N/ha/año).

Cuadro III.c.1. Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno de las Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires (C1 y C3: cuartil 1 y 3; P15 y P85: percentil 15 y 85; MAD: Desviación absoluta de la mediana).

Subgrupo Indicadores		Indicador	n	Mediana	Mín	Máx	C1	C3	P15	P85	MAD
BALANCE DE NUTRIENTES	Sistémico/ambiental	Bal. Predial (kgN/ha/año)	17	182,22	56,68	369,33	86,09	294,33	70,50	331	106,3
	Productivo/ambiental	Bal-Prod-Eg (gN/kgPV-Eg)	17	90,88	38,14	219,64	72,71	138,76	59,89	170	29,46
		Bal-Prod-Pr (gN/kgPV-Pr)	17	223,64	74,25	417,99	147	341,64	119,3	384	104,31
		Eco-Ef (kgPV/kgN)	17	4,47	2,39	13,40	2,93	6,80	2,6	8,38	1,87
	Excreción ambiental	Bal/kgPV (gN/kgPV/d)	17	0,57	0,20	1,22	0,32	0,78	0,28	0,98	0,25
		Bal/cab (gN/cab/d)	17	149,44	51,25	329,51	89,84	206,09	71,35	257	59,6
USO DE NUTRIENTES	Énfasis ambiental	leUN (%)	17	77,10	44,12	89,05	61,95	83,71	57,81	86,31	8,86
		CNu-I/E (kgN/kgN)	17	4,37	1,79	9,13	2,63	6,14	2,37	7,30	1,77
	Énfasis productivo	EUNexS (%)	17	22,90	10,95	55,88	16,29	38,05	13,69	42,19	8,86
		EUNexS-Pr (%)	17	9,42	5,58	15,96	6,31	11,38	6	13,34	3,11
		Bal-Nu-Eg (kgN/kgN-Eg)	17	3,37	0,79	8,13	1,63	5,14	1,37	6,30	1,77
		Bal-Nu-Pr (kgN/kgN-Pr)	17	8,28	2,76	15,48	5,44	12,65	4,42	14,22	3,86
	Subsist. Rodeo	EUNaEx-R %	17	41,37	3,05	133,8	25,44	76,78	21,7	86,58	21,20

Bal. Predial: balance por hectárea; **Bal/cab:** balance por cabeza;

Bal/kgPV: balance por kilo de peso vivo; **Bal-Nu-Eg:** balance por Nutriente en producto Egresado;

Bal-Nu-Pr: balance por Nutriente en producto Producido;

Bal-Prod-Eg: balance por producto (kilo de peso vivo) Egresado

Bal-Prod-Pr: balance por producto (kilo de peso vivo) Producido

CNu-I/E: indicador de Consumo de Nutrientes; **Eco-Ef:** Ecoeficiencia

EUNexS: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema

EUNexS-Pr: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción

EUNaEx-R: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo por el Rodeo

leUN: indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes

- El indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes **leUN**, presentó una mediana de 77,10% con un rango intercuartílico de casi 22%, mostrando planteos con ineficiencias en el

uso del N que rondaron en el 83% y otros, más eficientes, alrededor del 60%. Visto desde las unidades de N, el indicador de Consumo de Nutrientes **CNu-I/E** arrojó un valor de mediana de 4,37, por lo cual por cada kg de N que salió del sistema en forma de animales y heno, tuvieron que haber ingresado 4,37 kg de N a través de FBN, fertilizantes, precipitaciones, animales y suplementos alimenticios, con un valor máximo superior en 5 veces al mínimo, pero con un rango entre percentiles menor, donde el valor del P85 supera en solo 3 veces al valor del P15 (7,30 y 2,37 kg N/kg N, respectivamente).

- La cantidad de N excedente (calculado a través del balance) por cabeza o por kilo de peso vivo según carga animal, además de indicar la excreción ambiental, revela cuánto nitrógeno ingresado se dejó de utilizar por animal o kilogramos en stock. El indicador **Bal/cab** arrojó un valor de mediana de casi 150 g N/cab/d para todas categorías jóvenes, tanto machos castrados como hembras, con peso vivo medio mínimo de 228 kg y máximo de 312 kg, llegando a un valor máximo de excreción de casi 330 g N/cab/d. Para sortear el inconveniente de los distintos pesos vivos, se calculó la excreción por kilo de peso vivo. Así, el indicador **Bal/kgPV** tuvo un valor de mediana de 0,57 g N/kg PV/d, el cual permite estimar la excreción por animal, según su peso vivo, en forma un poco más ajustada, llegando a un máximo del doble, 1,22 g N/kg PV/d.

Con un abordaje del sistema semiintensivo más desde el aspecto productivo, nos encontramos con que:

- El sistema semiintensivo utilizó el N ingresado para producir y sacar productos al exterior, con una eficiencia del 22,90%, valor de la mediana del **EUNexS** (diferencia a 100% con el leUN), pero con una eficiencia del 9,42% **-EUNexS-Pr-** cuando solo consideramos la producción de los mismos. Esta situación muestra que los kilogramos de N en los productos producidos en ese ejercicio/año fueron menores a los kilogramos de N totales exportados del sistema. Esto es así, debido a que al egresar, los animales tienen incorporados los kilogramos de peso producidos más los kilogramos de peso con los que iniciaron el engorde. Si la misma cantidad de kilogramos de productos producidos (bovinos/heno) en ese

ejercicio/año saliesen del sistema, los valores de ambos indicadores serían iguales. La diferencia entre el valor mínimo y máximo para el EUNexS fue mucho más importante que para EUNexS-Pr, repitiéndose entre los valores de los cuartiles y de los percentiles. *Estas diferencias estarían señalando mayores discrepancias en el manejo de los egresos de sus productos que en la eficiencia de producción propiamente dicha, en relación con la utilización del nitrógeno externo, la cual está regida biológicamente en forma mucho más estrecha.*

- Dentro de los indicadores relacionados con los kilogramos de peso vivo, la mediana del indicador de **Eco-Eficiencia** arrojó que se produjeron 4,47 kg de peso vivo por cada kg de N excedente no utilizado (balance predial), con un rango intercuartílico más acotado para el 50% de los datos (3,87 kg PV/kg N), comparado con el rango entre mínimo y máximo (11,01 kg PV/kg N). En cambio, puesto el foco en el uso del nitrógeno, el indicador Balance por producto Producido **-Bal-Prod-Pr-** mostró que sobraron anualmente, 223,64 g N por kilo de peso vivo producido, mientras que por kilo de peso egresado, 90,88 g N **-Bal-Prod-Eg-**, lo cual significa que del sistema salieron más kilogramos (animales) que los que se produjeron, con un rango entre cuartiles y entre percentiles de menor amplitud al considerar los egresos.

- Los indicadores de Uso de nutrientes referidos al contenido de N de los productos, Bal-Nu-Eg y Bal-Nu-Pr mostraron el mismo tipo de relación que los indicadores previamente mencionados, pero considerando el N total producido y egresado. La Mediana para Balance por Nutriente en producto Egresado **-Bal-Nu-Eg-** fue 3,37 kg N /kg N-Eg en producto total egresado y para **Bal-Nu-Pr** 8,28 kg N /kg N-Pr en producto total producido.

- El indicador de Eficiencia de Uso del alimento externo por el subsistema “rodeo”, **EUNaEx-R** se calculó para todas las UdAs, ya que todas ingresaron alimento desde el exterior. El valor de la mediana expresa que el 41% del nitrógeno contenido en los kilogramos de peso producidos (animales) provino del nitrógeno ingresado con los alimentos externos, con valores extremos cercanos al 3,05% y al 133,83%, ambos en las unidades de análisis de Chascomús, IChS3 y IChS1, respectivamente, revelando distintas estrategias

alimenticias: para la eficiencia del 3,05%, ingreso de grano de sorgo en alrededor de 422 kg/cabeza promedio (la mayor cantidad de grano ingresada) y para la eficiencia del 133,83%, ingreso de grano de maíz en aproximadamente 82 kg/cabeza promedio (la menor cantidad de grano ingresada). En las UdAs de Balcarce fertilizadas con urea, los valores del EUNaEx-R estuvieron entre 33 y 82%, rango más acotado comparado con las de Chascomús (ver Tabla AIII.9 de Anexo “Resultados”). En las UdAs no fertilizadas (Balcarce) destacó el valor de eficiencia en IBalS5, con EUNaEx-R de 92,80%, comparado con las otras de su grupo que estuvieron entre 20 y 25%, posiblemente debido a que fueron los animales más livianos invernados y con menor ingreso de alimento desde el exterior, a base de silaje de maíz y una cantidad casi insignificante de expeler de girasol.

Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y Parámetros productivos.

Se realizó el Análisis de Correlación de Spearman entre los Indicadores de Manejo y Uso de N, los ingresos y egresos de N totales, los ingresos de N por FBN, fertilizantes y alimentos como componentes del balance que resultaron correlacionar con el Balance de N predial, y los parámetros productivos Producción de carne y Carga animal, que mostraron correlaciones significativas entre ellos o con los ingresos de N (ver Tabla AIII.11 de Anexo “Resultados”).

En el Análisis de Correlación se observa que los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno no presentaron correlación significativa al 5% con ningún parámetro de producción de carne, ni con los egresos de N por hectárea, ni con los ingreso de N por alimentos ni fertilizantes, a excepción del indicador Balance de N predial que sí correlacionó con la Producción de Carne ($r_s = 0,74$), tal como se explicitara previamente en este capítulo. Entre los componentes del balance de N se observó:

- Con los **Ingresos de N por FBN** correlacionaron positivamente el Balance de N predial ($r_s = 0,85$) y ambos, Bal-Nu-Pr y Bal-Prod-Pr, ($r_s = 0,90$). En forma negativa, EUNexS-Pr ($r_s = -0,89$) y Eco-Eficiencia ($r_s = -0,90$).

- Con los **Ingresos totales de N** correlacionaron todos los indicadores con $r_s \geq 0,81$ (valor absoluto), a excepción del Bal/kgPV. En forma positiva, el Balance de N, leUN, CNU-I/E, Bal-Nu-Eg, Bal-Nu-Pr y Bal-Prod-Pr. En forma negativa, EUNexS, EUNexS-Pr y Eco-Ef.

Los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno correlacionaron todos entre sí acorde a los constituyentes propios de cada uno, ya sea en sentido positivo o negativo, con valores de coeficiente de correlación de Spearman entre 0,82 y 1.

- Correlaciones del Balance predial

El Balance de N predial correlacionó con todos los indicadores con valores absolutos de r_s entre 0,82 y 0,97. En forma positiva con leUN, CNU-I/E, Bal-Nu-Pr, Bal-Nu-Eg, Bal-Prod-Pr y Bal/kgPV. En forma negativa con EUNexS, EUNexS-Pr y Eco-Ef.

- Correlaciones con valor $r_s = 1$ (valor absoluto) referidos al nitrógeno/producto egresado

Se obtuvieron el mismo tipo de correlaciones que en los sistemas Extensivos. Las correlaciones positivas $r_s = 1$ se dieron entre leUN y CNU-I/E; leUN y Bal-Nu-Eg, por ende, entre CNU-I/E y Bal-Nu-Eg. Las correlaciones negativas $r_s = -1$ se dieron entre EUNexS e leUN; por ende, entre EUNexS y CNU-I/E y entre EUNexS y Bal-Nu-Eg. Encontramos, así, 2 indicadores de uso de nitrógeno con énfasis ambiental (leUN y CNU-I/E) que nos refieren una situación de manejo del nutriente bajo un enfoque porcentual o de kilogramos de N; y otros 2 indicadores con énfasis productivo (EUNexS y Bal-Nu-Eg) que nos refieren la situación, también, bajo el mismo enfoque, porcentual o de kilogramos de N.

- Correlaciones con valor r_s entre 1 y 0,96 (valor absoluto) referidos al nitrógeno/producto producido

Las correlaciones positivas se dieron entre Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr ($r_s= 1$) y entre Eco-Ef y EUNexS-Pr ($r_s= 0,96$). Hubo correlación negativa $r_s= -1$ de Eco-Ef con Bal-Nu-Pr y con Bal-Prod-Pr; y de EUNexS-Pr con Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr ($r_s= -0,96$). Por lo tanto, se verificaron altas correlaciones entre los indicadores que refieren el balance predial al nitrógeno del producto (animales expresados en kilogramos) o directamente a los kilogramos de peso vivo, y también, alta correlación entre los indicadores que refieren la eficiencia de uso del nitrógeno por la producción, expresado tanto como porcentaje (EUNexS-Pr) como por nitrógeno excedente por unidad de producto producido, sea en kilogramos de peso vivo o en kilogramos de nitrógeno (Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr).

- Correlaciones con valor r_s entre 0,80 y 0,93 (valor absoluto) referidos a la excreción ambiental

La excreción ambiental expresada como gramos N del balance / kilo de peso vivo en stock correlacionó con todos los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno. En forma positiva con el Balance de N predial, leUN, CNu-I/E, Bal-Nu-Eg, Bal-Nu-Pr y Bal-Prod-Pr; en forma negativa con correlacionó con EUNexS, EUNexS-Pr y Eco-Ef.

- Correlaciones referidas al subsistema Rodeo

El indicador EUNaEx-R correlacionó, solamente, con el ingreso de N por alimentos en forma negativa ($r_s= -0,735$; $p= 0,003$).

Descripción de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (extensivos con suplementación) a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno

La selección final de los indicadores se realizó tomando en consideración los mismos aspectos que para los sistemas Extensivos. Es decir, que puedan brindar información, tanto ambiental como productiva, abarcando indicadores de los 4 subgrupos indicados en Metodologías, y abordados, a su vez, desde el punto de vista académico científico y productivo a nivel de campo, contemplando que sirvan para la comparación con los otros tipos de sistemas. Por otro lado, considerar los resultados del Análisis de Correlación de Spearman entre los indicadores y componentes del balance de nitrógeno; y las Medidas Resumen de los distintos indicadores.

<p>Si la descripción del manejo del nitrógeno pretende ser más fácil de interpretar a <u>nivel productivo</u>, los indicadores más apropiados serían:</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Balance de N predial -Bal N- (kg/ha/año) ▪ Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema -EUNexS - (%) ▪ Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción -EUNexS-Pr- (%) ▪ Consumo de Nutrientes -CNU-I/E- (kg N/kg N) ▪ Eco-eficiencia productiva -Eco-Ef- (kg PV/kg N) ▪ Balance por kilo de peso vivo -Bal/kgPV- (g N/kg PV/d) ▪ Eficiencia de Uso del Nutriente del alimento externo por el Rodeo -EUNaEx-R-(%)

<p>Si la descripción del manejo del nitrógeno pretende enfocarse <u>en el manejo ambiental del nitrógeno</u>, los indicadores más apropiados serían:</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Balance de N predial -Bal N- (kg/ha/año) ▪ Indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes -leUN- (%) ▪ Consumo de Nutrientes -CNU-I/E- (kg N/kg N) ▪ Balance por kilo de pesos vivo -Bal/kgPV- (g N/kg PV/d) ▪ Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción -EUNexS-Pr- (%) ▪ Balance por Producto Producido -Bal-Prod-Pr- (g N/kg PV-Pr) ▪ Balance por Nutriente en producto Egresado -Bal-Nu-Eg- (kg N/kg P-Eg) ▪ Balance por Nutriente en producto Producido -Bal-Nu-Pr- (kg N/kg N-Pr)

- ✓ La descripción a nivel productivo se focalizó en la eficiencia de producción del sistema y en expresar indicadores en kilogramos de peso producidos.
- ✓ La descripción orientada en el manejo ambiental del nutriente focalizó en los excedentes del mismo y en la posibilidad de incorporar otras salidas del sistema, además de los vacunos.
- ✓ La descripción completa abarca a todos los indicadores y descriptores involucrados.

Para la descripción de los sistemas de producción de carne semiintensivos se eligieron los valores que representan al Percentil 15 y al Percentil 85, debido a que el P15 es el menor valor que resulta ser mayor que el 15% de los datos, y el P85 es el menor valor que resulta ser mayor que el 85% de los datos, englobando, entre ambos, el 70% central de las observaciones (valores de los indicadores). Esto permitió identificar rangos de variación de los indicadores, que a su vez, sirvieron para diferenciar los sistemas de producción de carne bovina (extensivos; extensivos con suplementación -semiintensivos-; intensivos en corrales de engorde) y compararlos entre sí.

Para esta muestra de sistemas semiintensivos de producción de carne, el rango entre los percentiles P15 y P85 resultó mayor al intercuartílico, por lo cual el 70 % central de las observaciones incluyó una cantidad mayor de valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno que el 50% central. Los percentiles 15 y 85 dejaron fuera el 23,5% de los valores de los indicadores, mientras que los cuartiles 1 y 3 (25% y 75%, respectivamente) dejaron fuera el 47% de los valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno (comparación entre valores del Cuadro III.c.1 y el total de valores de la Tabla AIII. 9 del Anexo “Resultados”).

En el Cuadro III.c.2 figuran los indicadores elegidos con sus respectivos rangos de valores, seleccionados a partir de los percentiles P15 (15%) y P85 (85%). Los valores presentados consideran sistemas semiintensivos de producción de carne bajo un manejo promedio zonal.

Cuadro III.c.2. Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y sus rangos de valores que describen a los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina.

- **Balance de N predial:** 70 - 330 kg N/ha/año
- **leUN:** 58 - 86%
- **CNu-I/E:** 2,40 - 7 kg N/kg N
- **EUNexS:** 14 - 42%
- **EUNexS-Pr:** 6 - 13%
- **Bal-Nu-Eg:** 1,40 - 6 kg N/kg N-Eg
- **Bal-Nu-Pr:** 4,40 - 14 kg N/kg N-Pr

- **Eco-Ef:** 2,50 - 8 kg PV/kg N
- **Bal-Prod-Pr:** 120 - 385 g N/kg PV-Pr
- **Bal/kgPV:** 0,28 - 0,98 g N/kg PV/d
- **EUNaEx-R:** 21 - 87 %

Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo

Las Medidas Resumen de los distintos indicadores calculados para el fósforo están presentadas en el Cuadro III.c.3, y los valores de los indicadores para cada una de las 17 UdAs analizadas, se encuentran en la Tabla AIII.10 del Anexo "Resultados".

Cuadro III.c.3. Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo de las Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires (C1 y C3: cuartil 1 y 3; P15 y P85: percentil 15 y 85; MAD: Desviación absoluta de la mediana).

Subgrupo Indicadores		Indicador	n	Mediana	Mín	Máx	C1	C3	P15	P85	MAD
BALANCE DE NUTRIENTES	Sistémico/ambiental	Bal. Predial (kgP/ha/año)	17	8,76	-0,59	44,14	3,67	23,55	1,32	41,76	7,44
	Productivo/ambiental	Bal-Prod-Eg (gP/kgPV-Eg)	17	8,22	-0,42	29,02	1,92	12,15	0,76	22,42	5,15
		Bal-Prod-Pr (gP/kgPV-Pr)	17	14,83	-0,89	59,15	4,53	23,96	1,57	47,03	10,30
		Eco-Ef (kgPV/kgP)	15	51,48	16,91	638,23	23,55	173,31	21,26	220,63	30,22
	Excreción ambiental	Bal/kgPV (gP/kgPV/d)	15	0,04	0	0,20	0,01	0,06	0,01	0,14	0,02
		Bal/cab (gP/cab/d)	15	11,16	0,89	54,43	3,59	16,38	3,17	36,44	5,22
USO DE NUTRIENTES	Énfasis ambiental	leUN (%)	15	47,56	9,65	80,34	30,16	63,14	21,29	75,95	15,58
		CNu-I/E (kgP/kgP)	17	1,83	0,94	5,09	1,27	2,71	1,11	4,16	0,72
	Énfasis productivo	EUNexS (%)	17	54,76	19,66	106,31	36,88	78,71	24,05	90,35	17,90
		EUNexS-Pr (%)	17	20,67	9,39	50,27	14,94	33,36	9,64	42,22	7,97
		Bal-Nu-Eg (kgP/kgP-Eg)	17	0,83	-0,06	4,09	0,27	1,71	0,11	3,16	0,72
		Bal-Nu-Pr (kgP/kgP-Pr)	17	2,09	-0,13	8,33	0,64	3,37	0,22	6,62	1,45
	Subsist. Rodeo	EUNaEx-R %	17	54,48	4,01	155,03	35,3	95,1	29,55	107,99	27,47

Bal. Predial: balance por hectárea; **Bal/cab:** balance por cabeza;

Bal/kgPV: balance por kilo de peso vivo; **Bal-Nu-Eg:** balance por Nutriente en producto Egresado;

Bal-Nu-Pr: balance por Nutriente en producto Producido;

Bal-Prod-Eg: balance por producto (kilo de peso vivo) Egresado

Bal-Prod-Pr: balance por producto (kilo de peso vivo) Producido

CNu-I/E: indicador de Consumo de Nutrientes; **Eco-Ef:** Ecoeficiencia

EUNexS: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema

EUNexS-Pr: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción

EUNaEx-R: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente externo por el Rodeo

leUN: indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes

- **Balance de P predial.** En todas las UdAs hubo ingreso de P a través de suplementos alimenticios, a pesar de lo cual se presentaron Balances de P prediales

negativos en dos casos en los que no se utilizó fertilizante fosforado, reflejado por el valor mínimo de -0,59 kg P/ha/año (ver Tabla AIII. 10 del Anexo “Resultados”). El rango intercuartílico dejó fuera el 47% de los valores de las observaciones, mientras que el rango entre P15 y P85, 1,32 y 41,76 kg P/ha/año, respectivamente, dejó solo el 23,50% (4 UdAs de las 17 analizadas).

- Los Indicadores de excreción ambiental dependiente de los balances (**Bal/cab y Bal/kgPV**), en los 15 casos de balances positivos con valores superiores a cero, arrojaron una mediana de 11,16 g P/cab/d y 0,04 g P/kg PV/d, con un rango entre P15 y P85 entre 0,01 y 0,14 g P/kg PV/d. Cabe la misma aclaración que para el nitrógeno, con respecto a que permite estimar la excreción por animal, según su peso vivo, en forma un poco más ajustada, llegando a un máximo de 0,20 g P/kg PV/d.

- El **leUN**, calculado en los casos de balances positivos (15 UdAs), con una mediana de 47,56%, tuvo un rango entre el cuartil C1 y el C3 del 33% (30,16% - 63,14%), mientras que la diferencia entre los valores de los percentiles 15 y 85 llegó al 55%. La UdA de Balcarce sin aplicación de fertilizante fosforado con el Balance de P predial positivo más bajo (1,32 kg P/ha/año), arrojó el valor mínimo de leUN (9,65%). Para los 2 casos de Balances de P predial negativos en que no se calculó el leUN, los valores del indicador con énfasis ambiental **CNu-I/E** (P ingresado -kg- / P egresado -kg-) fueron de 0,94 y 0,96. Para las 17 UdAs, la mediana del CNu-I/E fue de 1,83 kg P ingresado por cada 1 kg P que salió del sistema. El rango entre P15 y P85 estuvo en 3,05 y entre C1 y C3, más acotado, en 1,44 kg P/kg P.

Considerando un abordaje del sistema semiintensivo desde una perspectiva más productiva, nos encontramos con que:

- El sistema semiintensivo utilizó el P ingresado para producir y sacar productos al exterior, con una eficiencia del 54,76%, valor de la mediana del **EUNexS**, y P85 de 90,35%, pero con una eficiencia menor cuando solo se consideró la producción de los mismos, con

una mediana del **EUNexS-Pr** de 20,67% y P85 de 42,22%. Ambos percentiles 85 correspondieron a UdAs de Balcarce sin aplicación de fertilizante fosforado (ver Tabla AIII. 10 de Anexo “Resultados”). Esta situación de $EUNexS-Pr < EUNexS$ muestra que los kilogramos de P contenido en los productos producidos en un ejercicio/año fueron menores a los kilogramos de P totales exportados del sistema.

- El valor de la Mediana del indicador de **Eco-Eficiencia** para las 15 UdAs con Balance de P predial positivo señala que por cada kg de P excedente, no utilizado, se produjeron 51,48 kg de peso vivo, con valores mínimo y máximo muy alejados entre sí, 16,91 y 638,23 kg PV/kg P, respectivamente; pero con un rango intercuartílico y entre percentiles mucho más acotados, con un C3 de 173,31 kg PV/kg P y P85 de 220,63 kg PV/kg P. El indicador **Bal-Prod-Pr** señala que por kilo de peso vivo producido sobraron, anualmente, 14,83 g P, mientras que por kilo de peso egresado, 8,22 g P -**Bal-Prod-Eg**- (valores de las medianas), mostrando que del sistema salieron más kilogramos (animales) que los que se produjeron. Los valores mínimos de ambos indicadores resultaron negativos, correspondiendo a la misma UdA con Balance de P predial negativo, indicando que en esos casos el sistema semiintensivo cedió fósforo para poder producir y/o egresar un kilo de peso de bovino.

- Los indicadores de Uso de nutrientes referidos al contenido de P de los productos, **Bal-Nu-Eg** y **Bal-Nu-Pr** mostraron, axiomáticamente, el mismo tipo de relación, pero considerando el P total producido y egresado. La Mediana para **Bal-Nu-Eg** fue 0,83 kg P/kg P-Eg en producto total egresado y para **Bal-Nu-Pr** 2,09 kg P/kg P-Pr en producto total producido.

- El indicador de Eficiencia de Uso del alimento externo por el subsistema “rodeo”, **EUNaEx-R** se calculó para todas las UdAs, ya que todas ingresaron alimento desde el exterior. El valor de la mediana expresa que el 54% del fósforo contenido en los kilogramos de peso producidos (animales) provino del fósforo ingresado con los alimentos externos, con valores extremos de 4% y 155%, ambos en las unidades de análisis de Chascomús, IChS3 y IChS1, respectivamente, referidas previamente para el nitrógeno, revelando las distintas

estrategias alimenticias. En las UdAs de Balcarce con fertilizante fosforado, los valores del EUNaEx-R estuvieron entre 29,55 y 52%, rango mucho más acotado comparado con aquellas que no fertilizaron y con las de Chascomús, dado principalmente por el valor superior ya referenciado (155%). Este grupo de Balcarce que usó fertilizantes ingresó menos fósforo a través de los alimentos, lo cual, a producciones de carne por hectárea parecidas a las del grupo de Balcarce sin fertilización, arrojó que el rodeo utilizara el P del alimento externo con mayor eficiencia. Por otro lado, las UdAs de Chascomús ingresaron P a través de fertilizantes, pero en cantidades mucho más bajas que las usadas en las UdAs del grupo de Balcarce con fertilización. A pesar de esto, su ingreso de fósforo por alimentos desde el exterior fue bajo, y aunque lograron producciones de carne por hectárea inferiores a las obtenidas en todas las UdAs de la localidad de Balcarce, a excepción de la UdA IChS3, todas tuvieron valores altos para el indicador EUNaEx-R (ver información en Tabla AIII.10 de Anexo “Resultados”).

Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de fósforo y Parámetros productivos.

Se realizó el Análisis de Correlación de Spearman entre los Indicadores de Manejo y Uso de P, los ingresos y egresos de P totales e ingreso de P por fertilizantes y alimentos como componentes del balance que resultaron correlacionar con el Balance de P predial, y los parámetros productivos Producción de carne y Carga animal, que mostraron correlaciones significativas entre ellos o con los ingresos de P por alimentos (ver Tabla AIII.12 de Anexo “Resultados”).

En el Análisis de Correlación se observa que los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo no presentaron correlación significativa al 5% con la Producción de Carne, la Carga Animal, ni con los egresos totales de P. Entre los componentes del balance de P se observó:

- Con el **Ingreso de P por fertilizantes** correlacionaron significativamente, en forma positiva, el Balance de P predial, el IeUN, el CNu-I/E, el Bal-Prod-Pr, el Bal-Nu-Eg, Bal-Nu-

Pr y Bal/kgPV; y en forma negativa, el EUNexS, EUNexS-Pr y Eco-Ef, todos con valores absolutos de r_s entre 0,83 y 0,91.

- Con el **Ingreso total de P** correlacionaron significativamente, en forma positiva y negativa los mismos indicadores que para los fertilizantes, pero con valores absolutos de r_s entre 0,90 y 0,96.

Los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo correlacionaron todos entre sí, acorde a los constituyentes propios de cada uno, ya sea en sentido positivo o negativo, con valores de coeficiente de correlación de Spearman entre 0,93 y 1.

- Correlaciones del Balance predial.

El Balance de P predial correlacionó con todos los indicadores con valores absolutos de r_s entre 0,95 y 0,98. Al igual que el nitrógeno, en forma positiva con leUN, CNU-I/E, Bal-Nu-Pr, Bal-Nu-Eg, Bal-Prod-Pr y Bal/kgPV. En forma negativa con EUNexS, EUNexS-Pr y Eco-Ef.

- Correlaciones con valor $r_s = 1$ (valor absoluto) referidos al fósforo/producto egresado

Se dieron las mismas correlaciones que en el caso del nitrógeno. Las correlaciones positivas $r_s = 1$ se fueron entre leUN y CNU-I/E; leUN y Bal-Nu-Eg, por ende, entre CNU-I/E y Bal-Nu-Eg. Las correlaciones negativas $r_s = -1$ se dieron entre EUNexS e leUN; por ende, entre EUNexS y CNU-I/E, y entre EUNexS y Bal-Nu-Eg. Por lo tanto, hay indicadores de uso de fósforo con énfasis ambiental (leUN y CNU-I/E) y otros con énfasis productivo (EUNexS y Bal-Nu-Eg) que refieren la situación bajo enfoque porcentual o de kilogramos de fósforo.

- Correlaciones con valor r_s entre 1 y 0,95 (valor absoluto) referidos al fósforo/producto producido

Nuevamente, se dieron las mismas correlaciones que con el nitrógeno. Las correlaciones positivas fueron entre Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr ($r_s = 1$) y entre Eco-Ef y EUNexS-Pr ($r_s = 0,95$). Hubo correlación negativa $r_s = -1$ de Eco-Ef con Bal-Nu-Pr y con Bal-Prod-Pr; y de EUNexS-Pr con Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr ($r_s = -0,97$). Por lo tanto, se verificaron altas correlaciones entre los indicadores que refieren el Balance de P predial al fósforo del producto o directamente a los kilogramos de peso vivo, y también, alta correlación entre los indicadores que refieren la eficiencia de uso del fósforo por la producción, expresado tanto como porcentaje (EUNexS-Pr) como por fósforo excedente por unidad de producto producido, sea en kilogramos de peso vivo o en kilogramos de fósforo (Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr).

- Correlaciones con valor r_s entre 0,95 y 0,98 (valor absoluto) referidos a la excreción ambiental

Igual que con nitrógeno, la excreción ambiental expresada como gramos P del balance / kilo de peso vivo en stock correlacionó con todos los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo. En forma positiva con el Balance de P predial, leUN, CNU-I/E, Bal-Nu-Eg, Bal-Nu-Pr y Bal-Prod-Pr; en forma negativa correlacionó con EUNexS, EUNexS-Pr y Eco-Ef.

- Correlaciones referidas al subsistema Rodeo

El indicador EUNaEx-R correlacionó, solamente, con el ingreso de P por alimentos en forma negativa ($r_s = -0,73$; $p = 0,0035$).

Descripción de los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina (extensivos con suplementación) a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo

La selección final de los indicadores se realizó tomando en consideración los mismos objetivos y supuestos que para el nitrógeno en estos sistemas (pág. 192).

Si la descripción del manejo del fósforo pretende ser más fácil de interpretar a nivel productivo, los indicadores más apropiados serían:

- Balance de P predial -Bal P- (kg/ha/año)
- Eficiencia de Uso de Nutriente externo en el Sistema -EUNexS - (%)
- Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción -EUNexS-Pr- (%)
- Consumo de Nutrientes -CNU-I/E- (kg P/kg P)
- Eco-eficiencia productiva -Eco-Ef- (kg PV/kg P)
- Balance por kilo de peso vivo -Bal/kgPV- (g P/kg PV/d)
- Eficiencia de Uso del Nutriente del alimento externo por el Rodeo -EUNaEx-R- (%)

Si la descripción pretende enfocarse en el manejo ambiental del fósforo, los indicadores más apropiados serían:

- Balance de P predial -Bal P- (kg/ha/año)
- Indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes -IeUN- (%)
- Consumo de Nutrientes -CNU-I/E- (kg P/kg P)
- Balance por kilo de pesos vivo -Bal/kgPV- (g P/kg PV/d)
- Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción -EUNexS-Pr- (%)
- Balance por Producto Producido -Bal-Prod-Pr- (g P/kg PV-Pr)
- Balance por Nutriente en producto Egresado -Bal-Nu-Eg- (kg P/kg P-Eg)
- Balance por Nutriente en producto Producido -Bal-Nu-Pr- (kg P/kg P-Pr)

Al igual que con el nitrógeno, la descripción completa abarca a todos los indicadores involucrados, focalizándose en la eficiencia de producción del sistema y en expresar indicadores en kilogramos de peso producidos, y a nivel ambiental, en los excedentes del nutriente y en la posibilidad de incorporar otras salidas del sistema, además de los vacunos.

Con igual criterio que para el nitrógeno se eligieron los valores que representan al Percentil 15 y al Percentil 85 (70% central de las observaciones).

Para esta muestra de sistemas semiintensivos de producción de carne, el rango entre los percentiles P15 y P85 resultó mayor al intercuartílico, por lo cual el 70 % central de las observaciones incluyó una cantidad mayor de valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo que el 50% central. Los percentiles 15 y 85 dejaron fuera el 23,50% de los valores de los indicadores, mientras que los cuartiles 1 y 3 dejaron fuera entre el 35% y el 47% de los valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo (comparación entre valores del Cuadro III.c.3 y todos los valores de la Tabla AIII.10 del Anexo "Resultados").

En el Cuadro III.c.4 figuran los indicadores elegidos con sus respectivos rangos de valores, seleccionados a partir de los percentiles P15 (15%) y P85 (85%). Los valores presentados consideran sistemas semiintensivos de producción de carne bajo un manejo promedio zonal.

Cuadro III.c.4. Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y sus rangos de valores que describen a los sistemas semiintensivos de producción de carne bovina.

- **Balance de P predial:** 1,30 - 42 kg P/ha/año
- **leUN:** 21 - 76%
- **CNu-I/E:** 1 - 4 kg P/kg P
- **EUNexS:** 24 - 90%
- **EUNexS-Pr:** 9 - 42%
- **Bal-Nu-Eg:** 0,10 - 3 kg P/kg P-Eg
- **Bal-Nu-Pr:** 0,20 - 7 kg P/kg P-Pr

- **Eco-Ef:** 20 - 220 kg PV/kg P
- **Bal-Prod-Pr:** 0,75 - 22 g P/kg PV-Pr
- **Bal/kgPV:** 0,01 - 0,14 g P/kg PV/d
- **EUNaEx-R:** 29 - 108%

INDICADORES DE USO DE NUTRIENTES ASOCIADOS A LA ALIMENTACIÓN

Los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental asociados a la alimentación comprenden:

- indicadores referidos al subsistema “Rodeo”, relacionados con la eficiencia nutricional, tanto del alimento externo como del alimento total ofrecido.

- indicadores relacionados con la dependencia de alimentos externos.

En cada una de las 12 UdAs de la Estación Experimental Agropecuaria-INTA Balcarce se invernó una sola categoría, se contó con los registros de los kilogramos de materia seca de los forrajes consumidos en los potreros (pasturas consociadas y avena) y de los kilogramos de los suplementos suministrados (silo de maíz, grano de maíz, grano de maíz húmedo, expeler de girasol y urea), por lo cual pudieron calcularse todos los indicadores. En cambio, en las UdAs de Chascomús, solo se pudo calcular el indicador referido al subsistema “Rodeo” relacionado con la eficiencia nutricional del alimento externo, dado que no hubo registro de los kilogramos de materia seca consumida de los forrajes (pasturas consociadas y raigrás anual). Los suplementos administrados para estas unidades fueron grano de maíz y grano de sorgo.

En los sistemas semiintensivos, el alimento no producido en el propio establecimiento puede representar distintas proporciones en la alimentación total. Por lo tanto, existe un amplio rango en el ingreso de nutrientes desde el exterior con el alimento. Las estrategias de alimentación (suplementación / pastoreo) influyen en el grado de dependencia de los alimentos externos, de los nutrientes en particular ingresados con dichos alimentos y además, en la eficiencia con la cual dicho nutriente es transformado en producto.

- Tomando en consideración la producción de carne, es decir, los kilogramos de peso vivo producidos y el alimento ofrecido (el total o el proveniente del exterior al sistema), se calcularon los indicadores referidos al subsistema “Rodeo”:

(EUNaT-R) Ef. de Uso de Nutrientes del alimento total por el Rodeo = NP en kilogramos de peso vivo producido (kg) / NP en alimento total ofrecido (kg) x 100 = %

(EUNaEx-R) Ef. de Uso de Nutrientes del alimento externo por el Rodeo = NP en kilogramos de peso vivo producido (kg) / NP en alimento externo ofrecido (kg) x 100 = %

- Tomando en consideración el alimento total y el alimento externo ofrecidos, por un lado, y los nutrientes ofrecidos y los requerimientos por cabeza y por día, por otro, se calcularon los indicadores relacionados con la Dependencia de Alimentos externos.

(Autosuf) Grado de Autosuficiencia en la alimentación = 100 - [(alimento externo (kg MS) / alimento total ofrecido (kg MS) x 100)] = %

(FNla) Fracción de Nutriente Importado con la alimentación = NP alimento externo (kg) / NP alimento total ofrecido (kg) x 100 = %

(RC) Requerimientos cubiertos. Indica qué proporción de los requerimientos del nutriente es cubierta o no, o cubierta en exceso, por el alimento total ofrecido (RC), el alimento ingresado del exterior (RCe) y/o por el alimento producido en el propio predio –interno- (RCi).

La prueba estadística de Shapiro - Wilks modificada para ver normalidad de la distribución arrojó, para nitrógeno, normalidad en todos los indicadores, a excepción de Requerimientos cubiertos por el nitrógeno externo (RCe-N%). Para el fósforo no presentaron normalidad RCe-P%, y tampoco la fracción de P ingresado en el alimento externo (FNla-P%). Además, no presentó normalidad el indicador de Grado de Autosuficiencia en la alimentación (Autosuf%). Debido a esto, se realizó la estadística descriptiva a partir de la Media y la Mediana como medidas de posición central, del Desvío estándar de la media como medida de dispersión, y de los cuartiles 1 y 3 y los percentiles 15 y 85.

Las Medidas Resumen de los Indicadores de Uso de Nutrientes asociados a la alimentación para nitrógeno se presentan en el Cuadro III.c.5, y los Indicadores de Uso de Nitrógeno asociados a la alimentación para todas las unidades de análisis con sistema semiintensivo de producción de carne en la Tabla AIII.13 del Anexo “Resultados”.

Cuadro III.c.5. Medidas Resumen del contenido de nitrógeno en el alimento e Indicadores de Nitrógeno asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas semiintensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires (D.E.: Desvío Estándar; C1 y C3: cuartil 1 y 3; P15 y P85: percentil 15 y 85).

Indicador	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana	C1	C3	P15	P85
Autosuf %	12	65,53	11,97	51,28	83,37	63,43	56,37	78,20	51,50	81,97
FNla-N %	12	26,99	10,79	11,50	43	27,15	15,32	37,50	14,64	38
Conc. N %	12	2,28	0,17	2	2,53	2,30	2,15	2,41	2,03	2,46
PB %	12	14,27	1,04	12,66	15,82	14,35	13,44	15,04	12,67	15,40
RC-N %	12	166,70	50,79	103,68	256,25	162,36	124,30	188,41	103,86	228,99
RCe-N %	12	45,81	24,50	20,35	86,22	40,49	23,50	47,07	23,23	84,72
RCi-N %	12	120,89	42,15	70,69	215,70	117,60	77,26	139,36	75,72	161,68
EUNaT-R %	12	10,55	4,31	3,90	19,37	9,78	7,62	12,43	6,55	16,41
EUNaEx-R %	17	53,33	33,70	3,05	133,83	41,37	25,44	76,78	21,7	86,58

Las Medidas Resumen de los Indicadores de Uso de Nutrientes asociados a la alimentación para fósforo se presentan en el Cuadro III.c.6, y los Indicadores de Uso de Fósforo asociados a la alimentación para todas las unidades de análisis con sistema semiintensivo de producción de carne en la Tabla AIII.14 del Anexo “Resultados”.

Cuadro III.c.6. Medidas Resumen del contenido de fósforo en el alimento e Indicadores de Fósforo asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas semiintensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires (D.E.: Desvío Estándar; C: cuartil, P: percentil).

Indicador	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana	C1	C3	P15	P85
Autosuf %	12	65,53	11,97	51,28	83,37	63,43	56,37	78,20	51,50	81,97
FNla-P %	12	40,83	13,16	21,29	59,17	43,66	25,45	51,09	24,66	53,45
Conc. P %	12	0,29	0,03	0,26	0,34	0,28	0,27	0,31	0,27	0,34
RC-P %	12	175,55	56,5	98,52	261,30	162,29	125,80	221	120,54	257,62
RCE-P %	12	69,67	33,11	32,01	130,86	67,01	39,46	76,13	38,96	130,41
RCi-P %	12	102	37,29	56,75	190,61	96,08	67,80	117,20	66,50	130
EUNaT-R %	12	23,54	9,73	8,98	38,26	22,71	14,44	27,89	14,17	38,11
EUNaEx-R %	17	67,42	39,09	4,01	155,03	54,48	35,30	95,10	29,55	107,99

El indicador **Grado de Autosuficiencia** señala que, en promedio, en materia seca de alimento se autoabastecieron un $65\% \pm 11,97\%$ con el alimento producido por el propio sistema. El valor de la mediana fue muy semejante, $63,43\%$, con un valor máximo de $83,37\%$ y mínimo de $51,28\%$, significando que todos respondieron a un sistema semiintensivo de producción de carne, en función de la autosuficiencia incompleta en relación con el componente alimento del sistema.

Entre los **indicadores de Nitrógeno relacionados con la Dependencia de alimentos externos**, encontramos que:

1. en todos los casos, los requerimientos de N fueron cubiertos por el alimento total (RC-N), y en algunos casos en forma muy estrecha (alrededor del 100%).

2. en la mayoría de los casos, el alimento producido en el sistema fue suficiente para cubrir los requerimientos de N ($RCi-N > 100\%$), aunque la media del $RCi-N$ fue de 120,89%. En cuatro UdAS resultó necesaria la suplementación ($RCi-N < 100\%$) (ver Tabla AIII. 13 del Anexo “Resultados”).
3. el indicador $RCE-N$ con valores siempre menores al 100%, indica que si no hubiesen estado con una alimentación pastoril base, no hubieran podido cubrir los requerimientos de N, lo cual refuerza el concepto de sistema semiintensivo.
4. el N incorporado con el alimento externo fue casi el 27% del N total del alimento consumido ($FNla-N = 26,99\% \pm 10,79\%$), con un valor máximo que no superó el 50%.

Entre los **indicadores de Fósforo relacionados con la Dependencia de alimentos externos**, encontramos que:

1. en todos los casos, los requerimientos de P fueron cubiertos por el alimento total ($RC-P$), a excepción de una UdA en que se cubrió el 98,52%. En algunos casos, el aporte total de P superó, excesivamente, a los requerimientos de P ($RC-P > 200\%$) (ver Tabla AIII. 14 del Anexo “Resultados”).
2. en la mitad de los casos, el alimento producido en el sistema fue suficiente para cubrir los requerimientos de P del rodeo ($RCi-P > 100\%$), acompañado por un valor medio de cobertura de los requerimientos de P por el alimento base (forraje) ajustado, $RCi-P = 102\%$. Resultó evidentemente necesaria la suplementación de la otra mitad de las UdAS con $RCi-P < 100\%$.
3. el aporte de P a través de los suplementos cubrió los requerimientos de P, en promedio, en casi un 70% (media $RCE-P = 69,67\%$; mediana $RCE-P = 67\%$), y en exceso, en dos UdAs ($RCE-P > 100\%$) (ver Tabla AIII. 14 del Anexo “Resultados”).
4. el P incorporado con el alimento externo fue del 43% del P total del alimento consumido (mediana $FNla-P = 43,66\%$), con un valor máximo que superó el 50% (59,17%).

Analizado desde los **Indicadores de Eficiencias de Uso de nutrientes por el subsistema Rodeo**, los animales utilizaron el nitrógeno total del alimento con una eficiencia media del $10,55\% \pm 4,31\%$ (**EUNaT-R**), con valores para P15 y P85 de 6,55% y 16,41%, respectivamente., lo cual significa, que del total de N consumido solo quedó retenido en los animales entre el 6,50% y 16%. Al estar trabajando en sistemas semiintensivos, resultó importante evaluar cuánto del N importado quedó en el producto vendido (animales para carne). La media para **EUNaEx-R** para nitrógeno fue de $53,33\% \pm 33,70\%$, con un rango interpercentil más amplio (21,70% - 86,58%) debido a los distintos niveles de suplementación y materias primas administradas a los animales. Los valores extremos correspondieron a UdAs de Chascomús, donde el valor más alto de eficiencia de uso del N externo correspondió a la UdA con menor ingreso de granos (133,83% en UdA IChS1) y el valor mínimo a aquella con la mayor cantidad de granos ingresados (3,05% en UdA IChS3), tal como se explicara previamente.

Para el caso del fósforo, los animales utilizaron el P total del alimento con una eficiencia media del $23,50\% \pm 9,73\%$ (**EUNaT-R**), con valores para P15 y P85 de 14,17% y 38,11%, respectivamente, lo cual significa una retención en los animales entre el 14% y 38% del P total consumido. La eficiencia de uso del fósforo ingresado con la suplementación (cuánto del P importado quedó en el producto vendido -bovinos para carne-), **EUNaEx-R**, fue de $67,42\% \pm 39,09\%$, con un rango interpercentil más amplio (29,55% - 107,99%) debido a los distintos niveles de suplementación y materias primas administradas a los animales, con valor mínimo de 4,01% y un máximo de 155,03%, ambos para las mismas UdAs de Chascomús que habían presentado los valores mínimo y máximo para el nitrógeno.

Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances de Nitrógeno prediales y Parámetros productivos.

Se realizó el Análisis de Correlación de Spearman de los Indicadores de Uso de Nitrógeno asociados a la alimentación con los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental, componentes del balance que resultaron correlacionar con el Balance de N predial, y los parámetros de producción, con significancia al 5% (ver Tabla AIII.15 de Anexo “Resultados”). En dicha tabla se encuentran resaltadas las correlaciones significativas.

Entre las correlaciones a destacar figuran:

- Nitrógeno ingresado con los alimentos con los Requerimientos de nitrógeno cubiertos con el N externo -RCe-N- ($r_s = 0,81$) (Figura III.c.20) y con la Fracción de Nitrógeno importado con el alimento -FNla-N- ($r_s = 0,76$); y en forma negativa con el indicador EUNaEx-R ($r_s = -0,74$) (Figura III.c.21) y con el Grado Autosuficiencia en la alimentación -Autosuf- ($r_s = -0,63$).

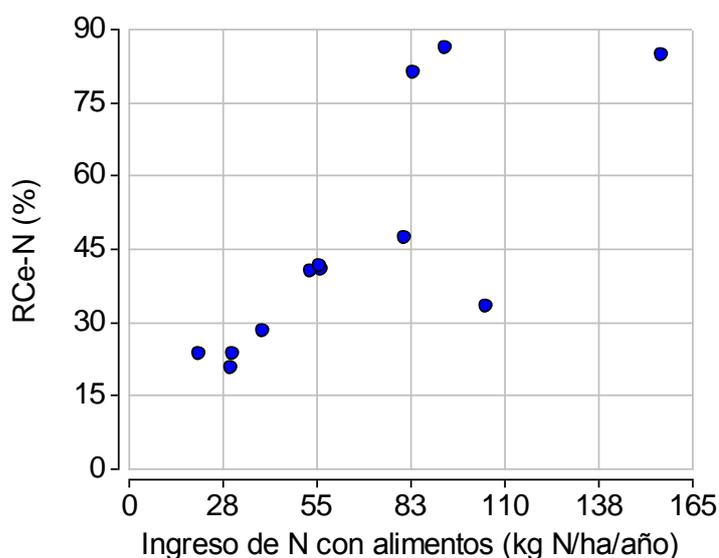


Figura III.c.20. Requerimientos cubiertos por el nitrógeno externo (%) en función del nitrógeno ingresado con los alimentos (kg N/ha/año) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.

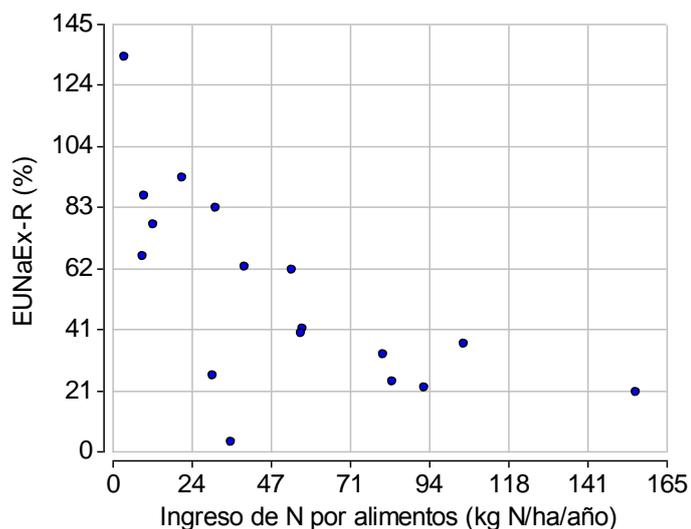


Figura III.c.21. Eficiencia de Uso del nitrógeno del alimento externo por el Rodeo (%) en función del nitrógeno ingresado con los alimentos (kg N/ha/año) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.

- Los Requerimientos de nitrógeno cubiertos por el nitrógeno total -RC-N- correlacionaron con el indicador RCi-N ($r_s = 0,88$) (Figura III.c.22), pero muy poco con el RCe-N ($r_s = 0,48$). Soportan a esta asociación el valor de la mediana de Autosuf= 63,43% (superior al 50%) y el valor bajo de la mediana de la Fracción de nutriente - N- importado con la alimentación, FNla-N= 27,15%.

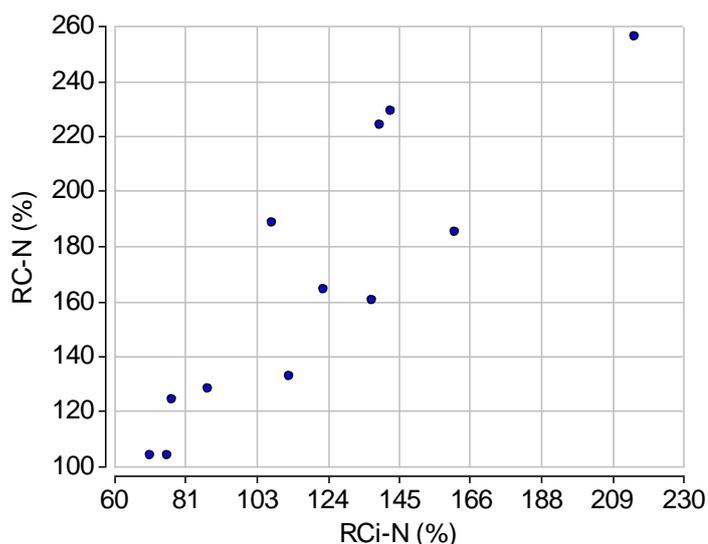


Figura III.c. 22. Indicador de Requerimientos de nitrógeno cubiertos por el N total del alimento (%) en función de los requerimientos cubiertos por el N interno proveniente del alimento producido en el propio sistema (%), para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.

No hubo correlaciones significativas de los Indicadores de Uso de Nitrógeno asociados a la Alimentación con el Balance de N predial, otros componentes del balance a excepción del ingreso de N por alimentos externos, ni con los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental ni los parámetros de producción de carne.

Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances de Fósforo prediales y Parámetros productivos.

Se realizó el Análisis de Correlación de Spearman de los Indicadores de Uso de Fósforo asociados a la alimentación con los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental, componentes del balance que resultaron correlacionar con el Balance de P predial, y los parámetros de producción, con significancia al 5% (ver Tabla AIII.16 de Anexo “Resultados”). En dicha tabla se encuentran resaltadas las correlaciones significativas.

Entre las correlaciones a destacar figuran:

- Fósforo ingresado con los alimentos con la Fracción de Fósforo importado a través del alimento -FNla-P- ($r_s = 0,80$), con los requerimientos de fósforo cubiertos por el P externo -RCe-P- ($r_s = 0,78$) (Figura III.c.23), y con la concentración de P en el alimento total consumido ($r_s = 0,90$) (Figura III.c.24) a diferencia de lo sucedido con el nitrógeno. En forma negativa correlacionó con el indicador EUNaEx-R ($r_s = -0,73$) (Figura III.c. 25) y con el Grado Autosuficiencia en la alimentación ($r_s = -0,66$).

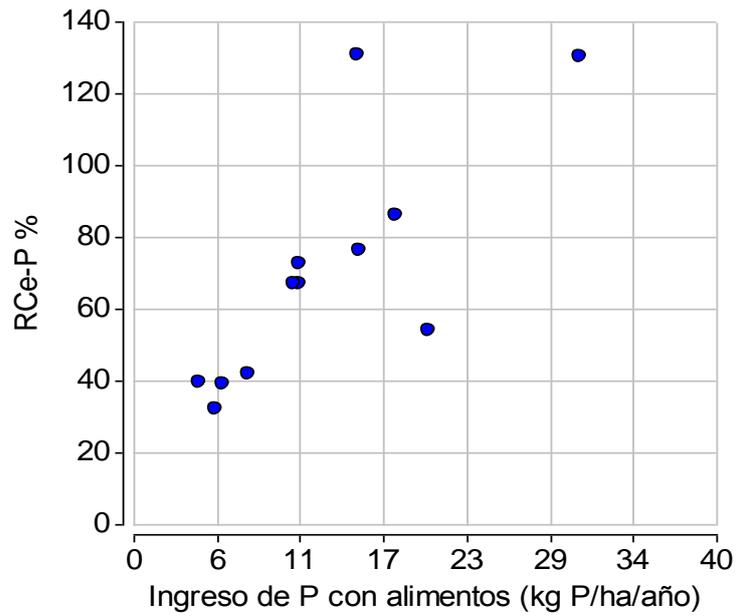


Figura III.c.23. Requerimientos cubiertos por el fósforo externo (%) en función del fósforo ingresado con los alimentos (kg P/ha/año) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.

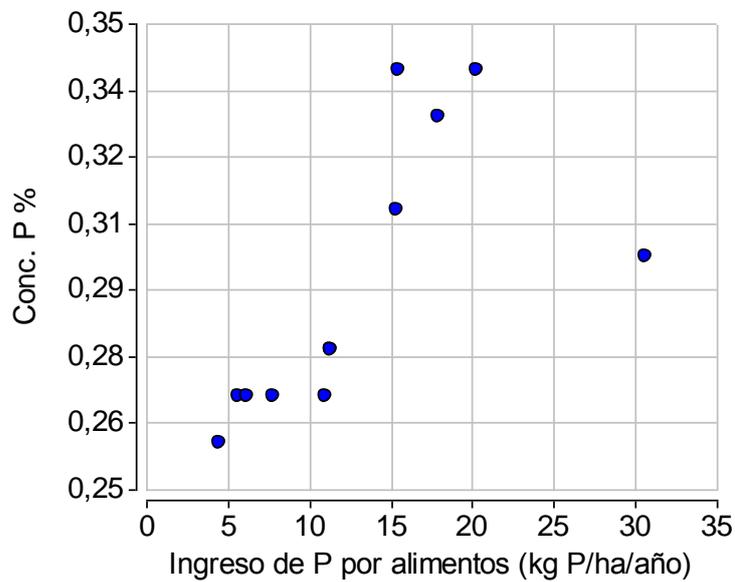


Figura III.c.24. Concentración de fósforo en el alimento total consumido (%) en función del fósforo ingresado con los alimentos (kg P/ha/año) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.

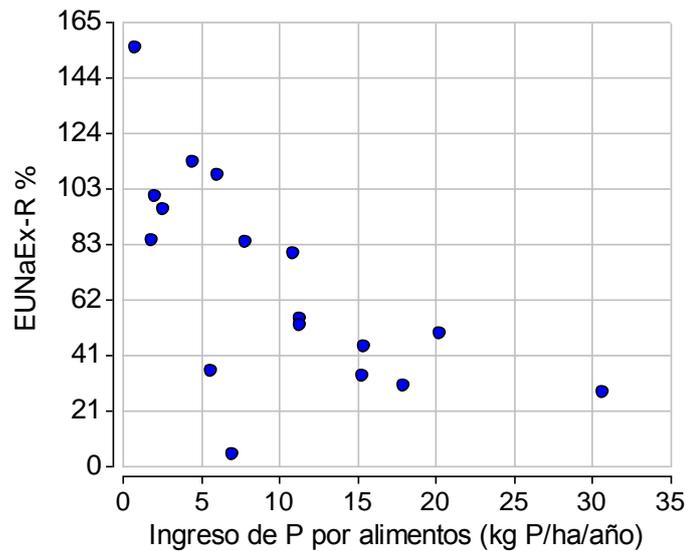


Figura III.c.25. Eficiencia de Uso del fósforo del alimento externo por el Rodeo (%) en función del fósforo ingresado con los alimentos (kg P/ha/año) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.

➤ Los requerimientos de fósforo cubiertos por el fósforo total -RC-P- correlacionaron con el indicador RCi-P ($r_s = 0,78$) (Figura III.c.26) y con el RCE-P ($r_s = 0,63$) (Figura III.c.27). En esta última correlación con un valor de coeficiente un poco más alto que en el caso del nitrógeno. Ambas correlaciones soportan a los valores de las medianas obtenidas para Autosuf= 63,43% y para FNla-P=43,66% (valor más alto que en el caso del nitrógeno).

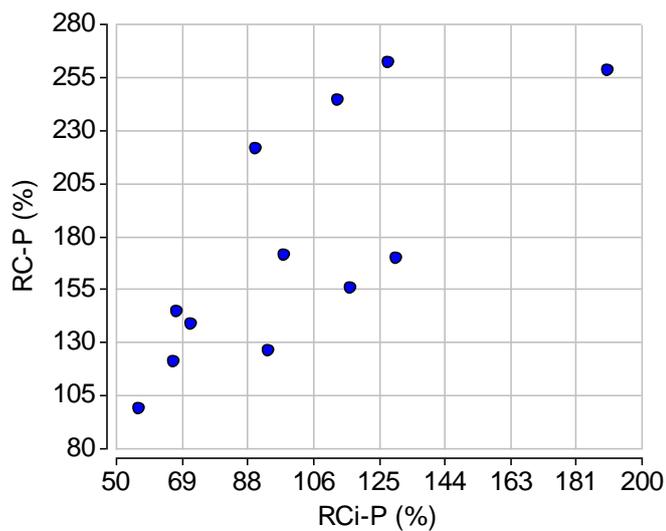


Figura III.c.26. Relación entre los Requerimientos cubiertos por el fósforo total del alimento (%) y los Requerimientos de fósforo cubiertos por el fósforo de los alimentos producidos en el sistema (%) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.

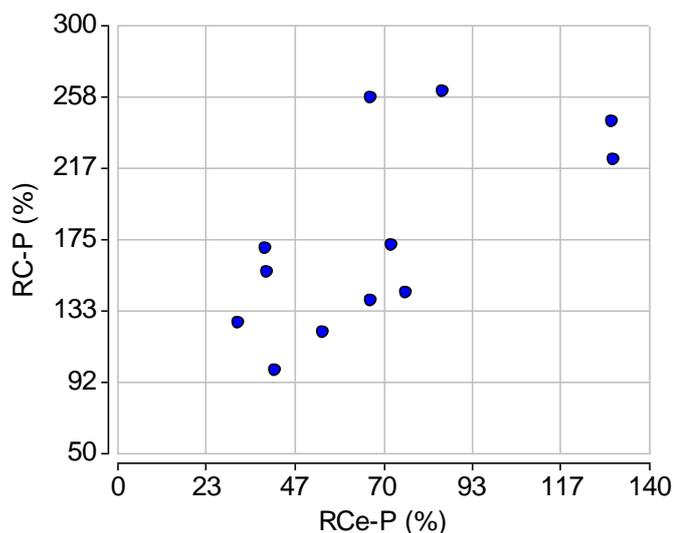


Figura III.c.27. Relación entre los Requerimientos cubiertos por el fósforo total del alimento (%) y los Requerimientos de fósforo cubiertos por el fósforo de los alimentos ingresados al sistema (%) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.

- La concentración de fósforo del alimento total correlacionó con el Balance de P predial ($r_s = 0,89$) (Figura III.c.28), y con todos los indicadores de Sustentabilidad Agroambiental con valores absolutos de $r_s > 0,80$, salvo para el leUN, cuyo valor fue $r_s = 0,74$, y para Bal/kgPV, $r_s = 0,71$. *Estas correlaciones no se dieron con el nitrógeno.* En la Figura III.c.29 se presenta la relación entre el Indicador de Balance de P predial por kilo de peso vivo producido en función de la concentración de fósforo en el alimento total, como un ejemplo.

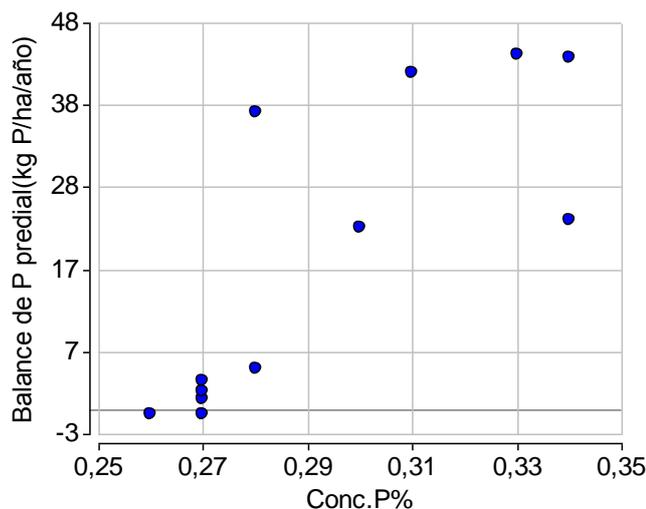


Figura III.c.28. Balance de P predial (kg P/ha/año) en función de la concentración de fósforo en el alimento total (%) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.

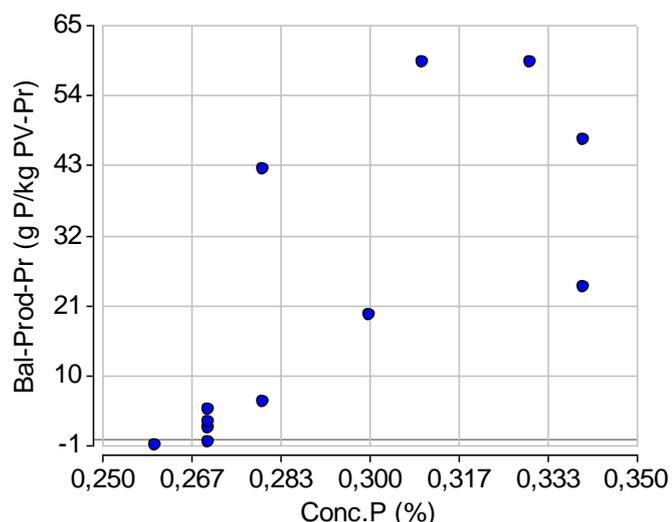


Figura III.c. 29. Indicador de Balance de P predial por kilo de peso vivo producido (g P/kg PV-Pr) en función de la concentración de fósforo en el alimento total (%) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne

- La Fracción de P importado en el alimento correlacionó con los indicadores de Manejo y Uso de Fósforo, y presentó la correlación más alta con el indicador EUNexS-Pr ($r_s = -0,76$) (Figura III.c.30). *Estas correlaciones no ocurrieron con el nitrógeno.*

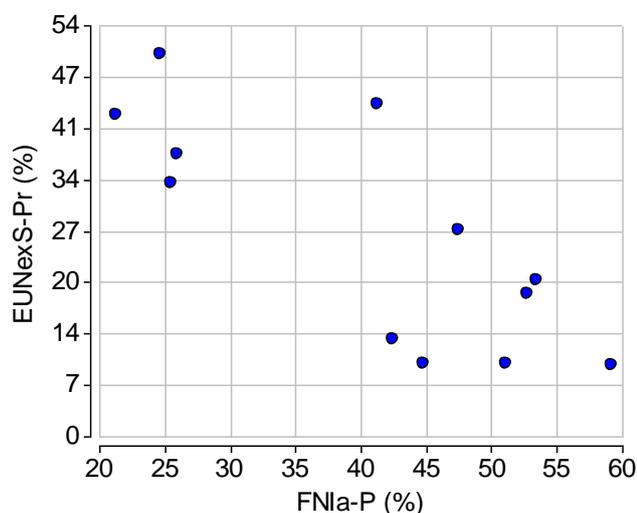


Figura III.c. 30. Relación entre la Eficiencia de Uso del fósforo externo por la producción -EUNexS-Pr- (%) y la Fracción de fósforo importado con los alimentos -FNla-P- (%) para las 12 UdAs de EEA-INTA Balcarce con sistema semiintensivo de producción de carne.

No hubo correlaciones significativas de los Indicadores de Uso de Fósforo asociados a la alimentación con los parámetros de producción de carne, al igual que en el caso del nitrógeno.

DISCUSIÓN

Con respecto a los **Balances de Nutrientes**, el rango muestral para los Balances de N prediales (56,68 a 369,33 kg N/ha/año) y de P (-0,59 a 44,14 kg P/ha/año) obtenidos en estos sistemas semiintensivos de producción de carne bovina tienen semejanzas con algún trabajo de la región Pampeana. Los valores más bajos de Balance de N correspondientes a las UdAs de Chascomús (57 a 79 kg N/ha/año) coinciden con valores calculados por Viglizzo et al. (2006) con metodología del Agro-Eco-Index® (media de $21,82 \pm 28,65$ kg N/ha/año y rango de -76,62 a 102,87 kg N/ha/año) para establecimientos agropecuarios ubicados en la región Pampeana (completamente ganaderos hasta 100% agrícolas). Los valores más bajos de Balances de P, que correspondieron a los planteos de Balcarce que no utilizaron fertilizante fosforado (-0,60 a 23 kg P/ha/año) coinciden con valores medidos por Viglizzo et al. (2006), los cuales arrojaron una media de $-8,50 \pm 7,99$ kg P/ha/año y rango de -31,80 a 13,40 kg P/ha/año, posiblemente por la situación de manejo del fósforo en la zona de influencia del trabajo -poca restitución a través de fertilización-, pero sin llegar a los valores tan altos de pérdida de P (balances negativos) dado que en esta tesis no hubo agricultura de venta.

Comparando con experiencias a nivel internacional, en un estudio en Inglaterra se trabajó en distintas estrategias en el uso del N sobre parcelas con pastura de *Lolium perenne* y *Trifolium repens* (Laws et al., 2000). Los valores de Balance de N predial para las UdAs de Balcarce que fueron fertilizadas (mayores a 285 kg N/ha/año a excepción de una) resultaron un poco superiores a los que se obtuvieron en los tratamientos con fertilización química convencional con dosis de 280 kg N/ha/año, en dos sitios distintos (239 kg N/ha/año -entre 192 y 319 kg N/ha/año- y 232 kg N/ha/año -entre 205 y 347 kg N/ha/año-, promedios de cinco años y rangos para dos lugares distintos, sitios I y II, respectivamente). A pesar de que la carga animal estuvo en el mismo orden y el forraje fue similar, pueden haber influido el menor contenido de N considerado en los animales y la menor ganancia de peso individual (27 g N/kg y entre 560 y 850 g/cab/día) para que estos balances de Balcarce

resultaran mayores, comparado con los valores utilizados por Laws et al. (2000) -28 g N/kg y 950 g/cab/día de aumento de peso-, posiblemente por haber trabajado con novillitos de biotipo continental con 200 kg de peso al inicio (más eficientes en la conversión alimenticia). Estas dos diferencias, junto con la salida de forraje como silaje cuando sobró en relación a los requerimientos en invierno, hicieron que egresaran más kg N/ha/año disminuyendo, así, los valores de los balances.

En Italia relevaron información de cinco establecimientos productivos de invernada bovina (razas continentales de tamaño grande), con pastoreo (carga de 3,6 unidades⁶/ha) y encierre en corral, calculando un Balance de N predial promedio de 257 kg N/ha/año (Bassanino et al., 2007). Los valores de Balance de N calculados para las UdAs de Balcarce fertilizadas con nitrógeno resultaron comparables pero algo superiores, posiblemente por el menor ingreso de N a través de alimentos (17% vs. 51%) y mayor ingreso por FBN (37% vs. 8,40%), dado que estos sistemas en Buenos Aires tuvieron una mayor injerencia del uso de forrajes a través de pasturas consociadas.

En un trabajo en la zona noreste de Escocia caracterizaron distintos tipos de predios agropecuarios y calcularon Balances prediales de N y P. Los que fueron ganaderos resultaron planteos mixtos con ganadería de carne bovina y ovina (Domburg et al., 2000). Los valores de Balance de N entre el C1 y la Mediana para las 17 UdAs (entre 85 y 182 kg N/ha/año) se asemejan a los valores medios calculados en este trabajo, de 118 y 119 kg N/ha/año, con ingresos medios de N por fertilizantes de 64% y 50%, para predios que fueron caracterizados para zonas “baja” y “desfavorable”, respectivamente. A su vez, resultaron algo superiores a los de las UdAs de Chascomús (56,68 a 86,09 kg N/ha/año), posiblemente porque estas fueron fertilizadas con nitrógeno a dosis menores -17 a 28% del N total ingresado-. En relación con los Balances de P, el valor de la Mediana y la mayoría de los Balances de P de las UdAs de Chascomús y de las de Balcarce sin fertilización fosforada resultaron menores a los balances obtenidos por Domburg et al. (2000), de 10 y 15 kg P/ha/año para los predios en zona “baja” y “desfavorable”, respectivamente. Probablemente

⁶ **Unidad:** unidad ganadera europea Hace referencia a requerimientos energéticos promedios de una vaca lechera de 650 kg en pastoreo, con producción anual de 3000 kg de leche.

se deba a que no hubo ingreso de P por fertilizantes en las UdAs de Balcarce, y en Chascomús, a que el ingreso de P por esta vía fue menor, entre el 46 y el 63% del P total ingresado.

Un ensayo sobre *Bromus inermis* con pastoreo rotativo intensivo y suplementación con alta proteína durante 3 años en Nebraska, arrojó una media de 88,46 kg N/ha/año para Balance de N en uno de los tratamientos con fertilización con 90 kg N/ha (Greenquist et al., 2011). Los valores de Balance de N en las UdAs de Chascomús, entre 56,68 y 86,09 kg N/ha/año, resultaron confrontables a pesar de que en este ensayo no hubo ingreso de N por FBN. La comparación responde a que los planteos forrajeros de Chascomús estuvieron basados en praderas con *Lotus sp.* (cuyos valores de FBN son menores comparado con otras leguminosas) y cultivos anuales de raigrás (entre el 30 y 40% de la superficie), y a que el nitrógeno total ingresado por fertilizante y FBN estuvo entre 70 y 80 kg N/ha/año. Además, a diferencia de estudios europeos, el tipo de animal fue semejante (novillos cruza Angus de 330 kg de peso vivo medio).

En el sur de América, en la Región de los Lagos en Chile, calcularon a nivel experimental durante tres años Balances prediales de N (entre 57 y 84 kg N/ha/año) y Balances prediales de P (entre 37 y 39 kg P/ha/año) en invernadas de novillos sobre forrajes gramíneos suplementados con heno (Alfaro et al., 2009). Los Balance de N de las UdAs de Chascomús se asemejaron a los de este ensayo, posiblemente, porque en ambos casos los ingresos de nitrógeno/ha/año totales fueron parecidos: en el ensayo de Chile 67,50 kg N/ha/año por fertilización y en las UdAs de Chascomús el ingreso fue, principalmente, por FBN y por granos, aunque con menor ingreso de N por fertilizantes. En cuanto al Balance de P, las UdAs de Balcarce que fueron fertilizadas con P tuvieron valores de Balance de P entre 37 y 44 kg P/ha/año, comparables a los de este ensayo, posiblemente debido a que sumado el ingreso de P por fertilizante (31,50 a 33 kg P/ha/año) al del alimento, se originaron ingresos entre 43 y 54 kg P/ha/año, semejantes al ingreso de 40 kg P/ha/año por fertilizantes en el ensayo de Chile. Los ingresos de N-P semejantes, con cargas medias de

3,5 cab/ha, también semejantes, arrojaron valores de balances de nutrientes dentro de los mismos órdenes de valores.

Para Uruguay, en los primeros relevamientos de la actividad ganadera de carne bovina, sobre 36 establecimientos ganaderos con características más semejantes a las de este trabajo de tesis, obtuvieron una mediana para Balance de N predial de 54 kg N/ha/año y para Balance de P predial de 5,50 kg P/ha/año (Tieri et al., 2011). Estos valores resultaron menores a los del trabajo de tesis, entre otras razones, porque no consideraron lluvias ni animales como fuentes de ingreso. El mínimo valor de Balance de N para las 17 UdAs (56,68 kg N/ha/año) superó ampliamente al mínimo de este relevamiento (7,60 kg N/ha/año), en virtud de que registraron un predio sin ingreso de N por fertilizantes ni alimentos. En las 17 UdAs semiintensivas, las proporciones de nitrógeno en los ingresos totales a los predios para FBN y para fertilizantes fueron bastante parecidas, no así para el ingreso por alimentos, que en nuestro estudio presentó un rango muestral más amplio. En relación con el fósforo, los valores de Balance de P predial que superaron el valor máximo (24,8 kg P/ha/año) obtenido en el trabajo de Tieri et al. (2011) correspondieron a las cuatro UdAs de Balcarce que fertilizaron con fósforo en dosis superiores a 31 kg P/ha/año, las que a su vez superaron a la dosis máxima de fósforo por fertilizantes del trabajo uruguayo.

En un trabajo posterior, Tieri, et al. (2012), sobre una muestra de 24 establecimientos midieron los Balances de N y de P de la misma forma, y evaluaron a través de correlaciones las relaciones entre las distintas variables. El valor mínimo de Balance de N para nuestro estudio con 17 UdAs resultó mayor que el valor promedio calculado de 42 kg N/ha/año, relacionado, muy posiblemente, con que los valores máximos de ingreso de N para cada una de las 3 vías consideradas (FBN, fertilizantes y alimentos) no alcanzaron ni al 50% de los máximos ingresados en nuestro trabajo. Sin embargo, el ingreso de N por FBN fue la principal vía (33 a 100%), al igual que en nuestros casos. Obtuvieron correlaciones positivas de los ingresos totales de N con la producción de carne y con la carga animal, al igual que en esta muestra de 17 UdAs, y del Balance de N predial con la producción de carne y la carga animal, con la salvedad que en nuestro caso, con la carga animal la correlación fue

más baja ($r_s = 0,67$). La principal correlación positiva del Balance de N predial fue con el ingreso de N por FBN para las 17 UdAs, sin embargo, en el trabajo uruguayo fue con el ingreso de N por alimentos, considerando las fuentes de ingreso. Para Balance de P predial, la mediana calculada para las 17 UdAs fue mucho más parecida a la media de 7,40 kg P/ha/año obtenida en Uruguay. Posiblemente, debido a que el ingreso de P por fertilizantes estuvo en el mismo rango, el valor máximo de ingreso por alimentos fue el doble en nuestro caso, pero con egresos de P por animales en valores muy superiores (nuestro mínimo, 10 kg P/ha/año, y el máximo en el trabajo de Uruguay, 4,30 kg P/ha/año). Se asemejaron en cuanto a que la correlación positiva de los ingresos totales de P con la producción de carne y la carga animal fue baja en ambos estudios.

Con respecto a los **Indicadores de Uso de Nutrientes con énfasis ambiental**, el indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes, **leUN**, para el nitrógeno en los sistemas semiintensivos de producción de carne en este trabajo, presentó una mediana de 77,10% con un rango interpercentil entre 57,81 y 86,31%. Para el fósforo, la mediana del leUN fue de 47,56% con un rango interpercentil entre 21,29 y 75,95%. La mediana para el Consumo de nitrógeno, **CNu-I/E**, fue de 4,37 (rango interpercentil de 2,37 - 7,30) y para el fósforo, CNu-I/E de 1,83 (rango interpercentil de 1,11 - 4,16), mostrando el sistema en su conjunto, un uso más eficiente del fósforo.

A partir de la información original consignada en el trabajo de Domburg et al. (2000) se pudieron estimar ambos indicadores. Para los predios mixtos con ganadería de carne bovina y ovina de zonas “bajas”, se calculó un leUN del 61,4% y un CNu-I/E de 2,60 kg N por kg N egresado en productos, y para el P, leUN del 58,8% y CNu-I/E de 2,1. Para nitrógeno, los valores cuadran con los de mayor eficiencia (alrededor del C1) calculados para las 17 UdAs y para fósforo, se acercan más a los valores entre mediana y C3. Para los predios de zonas “desfavorables” se calculó un leUN del 88,80 % y CNu-I/E de 8,90; y para el P, leUN del 78,9% y CNu-I/E del 4,80. En este caso, los valores de las 17 UdAs resultaron

más eficientes, posiblemente por tener la zona desfavorable menor productividad, debida al tipo de suelo, menor uso de fertilizantes y no utilizar verdeos de invierno.

En el trabajo de Tieri et al. (2011) en Uruguay, calcularon ambos indicadores. Las medianas fueron para nitrógeno de 87,6% y 8,10 kg N/1 y para fósforo, 71,10% y 3,50 kg P/1, para leUN y CNU-I/E, respectivamente, mostrando en términos generales, una menor eficiencia de uso. Posiblemente esté relacionado con la menor productividad por hectárea, reflejo de su menor carga animal (1,5 UG⁷/ha) y ganancia diaria de peso (418 g/día).

Resulta interesante el trabajo de Neville et al. (2004) en la costa sur del oeste de Australia sobre el aporte de fósforo que recibe una cuenca hídrica según el uso agropecuario de la tierra. Calcularon el Balance de P y el indicador CNU-I/E para las distintas actividades y sus regresiones, determinando para “ganado de carne en pastoreo” valores de medianas de 9,50 kg P/ha/año (-1 a 22 kg P/ha/año) para Balance predial y 6 kg P/1 (0 a 13 kg P) para CNU-I/E. El valor de la mediana del Balance de P para las 17 UdAs con sistemas semiintensivos es bastante coincidente con la mediana de este trabajo. Sin embargo, al valor máximo del indicador CNU-I/E de 5 kg P/ 1 para las 17 UdAs, resultó inferior al valor de la mediana los 6 kg de P/1. Estas diferencias podrían deberse a una mayor variación entre los sistemas productivos de carne a pasto analizados en Australia (extensivos - semiintensivos/ cría - invernada), los que mostraron rangos muestrales más amplios que las 17 UdAs estudiadas. Calcularon un modelo de Regresión Lineal Simple entre los Ingresos de P totales y los Balances de P prediales, el cual, aún siendo diferente al obtenido para las 17 UdAs semiintensivas, aplicados ambos, arrojan valores muy parecidos, sosteniendo que aún con sistemas diferentes la relación se mantiene, pero en distintas proporciones:

➤ $y = -0,28 + (0,35 * X); R^2 = 0,74$ (Neville et al., 2004)

➤ $y = -11,06 + (0,90 * X); R^2 = 0,95$ (Tesis -semiintensivo-)

En nuestros sistemas semiintensivos, para la correlación positiva y significativa (r_s 0,98; $p \leq 0,05$) entre ambos indicadores (Balance predial de P y CNU-I/E) no se pudo calcular un

⁷ UG: unidad ganadera. Hace referencia a los requerimientos energéticos promedios de una vaca en pastoreo cuyo peso vivo es de 454 kg.

modelo de regresión lineal, mientras que en el relevamiento de Australia encontraron relación entre ambos indicadores con un R^2 de 0,38 ($p \leq 0,05$).

Dentro de los **indicadores de Uso de Nutrientes con énfasis productivo**, la Eficiencia de Uso del nitrógeno externo en el Sistema, **EUNexS**, fue del 22,9% (valor de la mediana), con valores para P15 y P85 de 13,69 y 42,19%, respectivamente, y para el fósforo, mediana del EUNexS 54,76%, con P15: 24,05% y P85: 90,35%, reflejando, nuevamente la mayor eficiencia del sistema para transformar el fósforo ingresado del exterior en producto que salió del sistema en ese período considerado.

En el trabajo de Greenquist et al. (2011) calcularon la Eficiencia de uso del N de dos formas distintas, una de las cuales se acerca a la forma de cálculo del EUNexS (N retenido por ecuación según NRC de 1996 dividido el N total ingresado a las parcelas de experimentación). Obtuvieron una Eficiencia de uso del N del 8,30% para el tratamiento fertilizado con 90 kg N/ha, cercana al valor mínimo calculado en las UdAs semiintensivas. Entre las razones podrían encontrarse que las formas de cálculo no son exactamente iguales y también, que el ingreso de nitrógeno fue solo a través de fertilizantes y precipitaciones, y acorde a lo encontrado en esta tesis hay una menor eficiencia de uso y transformación de los nutrientes a nivel de cadena alimentaria cuando el nutriente proviene mayoritariamente de los fertilizantes y no de suplementos alimenticios, ya que ocurren más pasos metabólicos hasta transformarse en nitrógeno de la carne.

En el trabajo de Domburg et al. (2000) midieron los valores de Eficiencia de uso de N y P externo. Para los predios agropecuarios mixtos en zonas “bajas” registraron un EUNexS del 38% y para el P del 44%. Los valores cuadran con los de mayor eficiencia para el nitrógeno dentro del rango presentado en los sistemas semiintensivos, y el del fósforo con los cercanos a la mediana. Para los predios de zonas “desfavorables”, EUNexS de N del 11% y para el P del 21%. Al igual que con los otros indicadores, en este caso, los valores de las 17 UdAs resultaron más eficientes, posiblemente por tener la zona desfavorable menor productividad, como ya se mencionara.

En el estudio de Laws et al. (2000), para el tratamiento de fertilización química convencional (dosis 280 kg N/ha/año) se promedió una Eficiencia de uso del N externo por el sistema -EUNexS- del 46% y 40% para el sitio I y sitio II, respectivamente, para los cinco años de estudio. Para este indicador los valores se asemejaron más a los obtenidos para las UdAs de Chascomús (entre 38 y 56%), dado que en ellas, al igual que en el estudio de Laws et al. (2000), hubo salida de nitrógeno por venta de forraje conservado (heno de pastura), mostrando un uso más eficiente del nitrógeno ingresado al venderlo, aunque no se haya transformado en carne, situación no ocurrida en las unidades de Balcarce.

En el estudio de invernada bovina en Italia, con pastoreo y encierre en corral, obtuvieron para los cinco establecimientos una media de EUNexS del 26% para nitrógeno (Bassanino et al., 2007), valor dentro del rango entre percentiles. Si bien por los Balances de N estos predios europeos eran comparables a los de las UdAs de Balcarce fertilizadas con nitrógeno, como se expresara previamente, estas presentaron EUNexS inferiores a 26%. Podría deberse a que los establecimientos relevados en Italia tuvieron distinta estrategia nutricional (pastoreo y encierre a corral con mejor ajuste de la dieta a los requerimientos) y tipo de animal (machos enteros invernados desde los 300 hasta los 650 kg de peso vivo) con mayor eficiencia de retención de nitrógeno que los novillos / vaquillonas británicas.

Alfaro et al. (2009) en Chile, sobre pasturas de gramíneas para invernadas de novillos suplementados con heno, calcularon para nitrógeno EUNexS entre 16 y 29 %, y para P entre 7 y 11%, considerados todos los tratamientos a lo largo de los tres años de ensayos. Los valores para nitrógeno se encuentran dentro del rango entre C1 y C3 calculados en las 17 UdAs semiintensivas. Sin embargo, las eficiencias de las UdAs de Chascomús (que son las que presentaron valores de Balances de N parecidos) resultaron superiores (entre 38 y 56%), posiblemente porque en estas UdAs hubo egreso de forraje como heno y dosis de N por fertilizante inferiores a la mitad de la aplicada en los ensayos de Chile, lo cual mejoró la eficiencia de uso del N externo. Los valores del EUNexS de P no alcanzaron ni al valor mínimo de eficiencia calculado en nuestro estudio, teniendo como causa principal la dosis de fertilizante para todas las parcelas en ensayo, tan alta que no

llegó a ser alcanzada ni por la dosis máxima registrada en las UdAs semiintensivas de Balcarce (33 kg P/ha/año), que fueron las que recibieron mayor dosis de fertilizante.

Para los **Indicadores de Eficiencia de uso por la Producción, EUNexS-Pr**, para los sistemas semiintensivos de producción de carne no se han encontrado trabajos que hagan la distinción entre “kilogramos de peso producidos” y “kilogramos de peso vendidos o egresados”, por lo cual no hay contra qué comparar. Posiblemente esté relacionado con los ciclos de internada con duraciones menores a un año, por lo cual, todos los animales ingresados se vendieron, sin que queden acumulados kilogramos para el ejercicio siguiente.

Con respecto a los **Indicadores que relacionan al Balance con los kilogramos de producto producido y/o egresado**, ocurre lo mismo que fuera mencionado en el párrafo anterior. Una de las causas es que los estudios se avocaron hacia la producción lechera, así que incluso, cuando se refiere al nutriente en el producto (producido y/o egresado) resulta, en general, sumatoria del proveniente de leche y carne.

Para las 17 UdAs semiintensivas la mediana del **Bal-Prod-Pr** para nitrógeno fue de 223,6 g N/kg PV-Pr (74 - 419 g N/kg PV-Pr). Este indicador puede discutirse con datos del estudio específico de Laws et al. (2000) en el cual trabajaron en distintas estrategias de uso del N y calcularon los kg N del balance que sobraron por cada 100 kg de peso producido. Así, para el tratamiento de fertilización química convencional (dosis 280 kg N/ha/año), promediaron para los cinco años de estudio un Bal-Prod-Pr de 410 g N/kg PV (210 - 550 g N/kg PV) y de 470 g N/kg PV (310 - 920 g N/kg PV) para el sitio I y sitio II, respectivamente. Los valores de las UdAs de Balcarce con fertilización concuerdan con los de las medias y con los valores más bajos de ambos rangos del trabajo de Laws et al. (2000), posiblemente influenciado por las dosis menores de fertilizante utilizadas (65 - 184 kg N/ha/año). Los valores del resto de las UdAs semiintensivas son comparables con los valores obtenidos para el tratamiento cuya única fuente de ingreso de N fue la fijación biológica (recurso fijador de N *Trifolium repens*, compartido entre este ensayo y las UdAs de la tesis), en el cual, para los cinco años de estudio promediaron un Bal-Prod-Pr de 150 g N/kg PV-Pr (60 - 270g N/kg PV-Pr) y 130g N/kg PV-Pr (100 - 270 g N/kg PV-Pr) para el sitio I y sitio II, respectivamente.

Los valores de las UdAs de Chascomús resultaron más parecidos a los valores menores reportados por este estudio (sobró menos N por kilo de peso producido), ya que en Chascomús vendieron rollos de pastura (egreso de nitrógeno) como se expresara previamente, y fertilizaron con dosis muy por debajo a los 280 kg N/ha/año (entre 24 y 34 kg N/ha/año), lo cual hizo disminuir el Balance de N predial. Los valores mayores de los rangos para los ensayos que consideraron solo FBN como fuente de ingreso, se acercaron más a los valores de las UdAs de Balcarce sin fertilizar, las cuales arrojaron Balances de N predial intermedios.

Queda, también, mucho terreno por explorar para estos Indicadores de Manejo y Uso de nutrientes relacionando la sustentabilidad ambiental con la producción de carne, al igual que para los sistemas extensivos.

Finalmente, en relación con la **excreción ambiental**, para nitrógeno la mediana del **Bal/cab** fue de 149,44 g N/cab/d y para **Bal/kgPV** de 0,570 g N/kg PV/d; mientras que para el P, **Bal/cab** de 11,16 g P/cab/d y **Bal/kgPV** de 0,04 g P/kg PV/día. Smith & Frost (2000) calcularon la excreción de nitrógeno por animal, con la finalidad de aportar valores standard para directrices en el manejo de nitrógeno en Europa, a través del balance de nitrógeno a nivel de los animales solamente (nitrógeno ingerido - nitrógeno en producto). A partir de los datos originales anuales por cabeza se estimó el Bal/kgPV para bovinos machos castrados de 180 kg y 400 kg de peso vivo, para los cuales solo aclaran en el trabajo que las dietas estuvieron compuestas por forrajes, silajes y concentrados. Si bien el balance de N no está calculado de la misma forma que en esta tesis, ya que no contemplaron todos los ingresos de N a los sistemas productivos, es uno de los pocos trabajos con que comparar. Así, para 180 kg de peso se estimó una excreción de 0,610 g N/kg PV/d, mientras que para 400 kg, una excreción de 0,410 g N/kg PV/d. La mediana calculada para las 17 UdAs (0,570 g N/kg PV/d) corresponde a un peso medio de 268 kg, valor intermedio entre las excreciones estimadas para 180 kg y 400 kg de peso vivo, con lo cual resultarían comparables ambas formas de cálculo para la excreción ambiental del nitrógeno. Con objetivos similares, en

años posteriores otros autores establecieron valores medios de excreción de nitrógeno para dietas a base de silaje y pastoreo, reportando un valor estándar de 56 kg N/cab/año, que para el peso medio de todo el proceso arroja un valor de Bal/cab de 152 g N/cab/d y consecuente Bal/kgPV de 0,510 g N/kg PV/d (ADAS, 2007). Nuevamente, valor en el orden de la mediana calculada para esta tesis para sistema semiintensivo, aunque los bovinos hayan sido de razas continentales con peso alto a la faena (552 kg) y ganancias diarias de 1 kg/cab/día. En otro estudio, por medio de ecuaciones calcularon una excreción promedio de 130 g N/cab/ día para un peso medio de 381 kg con una dieta con 70% de forraje, arrojando un Bal/kgPV de 0,341 g N/kg PV/d (Yan et al., 2007). Este valor se encuentra dentro de los calculados en nuestro trabajo. Si bien resultó menor que la mediana para las 17 UdAs, se juzgaría comparable teniendo en cuenta el peso medio y razas diferentes (número importante de bovinos de raza Angus y de distintas razas continentales con edades y pesos diversos -153 a 580 kg-), junto con dietas muy variadas (100% forraje a base de silo de gramíneas o mezcla de forraje con concentrados) y que no fueron considerados otros ingresos al balance, además del alimento. Arias et al. (2013) calcularon, también, la excreción de N por medio de ecuaciones para simular la eficiencia de uso del N de praderas del sur de Chile por novillos de peso medio 450 kg, para una internada de cinco meses. Trasladando la excreción por cabeza a kilo de peso vivo, arrojó una variación estrecha, entre 0,230 y 0,250 g N /kg PV/d, valores que rondan a los más bajos obtenidos en esta tesis, probablemente influido por no haber habido consumo de suplementos ni haberse considerado aparte el ingreso de N por fertilizantes, además de la alta ganancia diaria de peso (1 kg/cab/día). En Colombia trabajaron sobre 20 machos castrados cebuínos de tres años de edad y 380 kg de peso medio para calcular, en un sistema silvopastoril, el consumo de materia seca y de distintos componentes de la misma, entre los cuales midieron fósforo y nitrógeno (Gaviria-Urbe et al., 2015). La excreción de nitrógeno diaria calculada fue de 26,9 kg/cab/año (aproximadamente la mitad a la calculada en los trabajos europeos), la cual derivó en una excreción diaria media de 82 g N/cab/d que arroja un Bal/kgPV de 0,216 g N/kg PV/d, siendo cercano a los valores mínimos registrados en nuestro estudio. Para el

fósforo determinaron una excreción media de 20 g P/cab/d, que proyecta un Bal/kgPV de 0,05 g P/kg PV/d, valor cercano a la mediana calculada en nuestras UdAs semiintensivas. Las comparaciones tienen el reparo del biotipo bovino y de la alimentación muy distinta (*Leucaena leucocephala* -leguminosa- y forrajeras megatérmicas, con la mitad de los animales suplementados con harina de arroz y melaza a razón de 0,50 kg/cab/día), y que no provienen del cálculo de balances prediales propiamente dichos, ya que adolece del ingreso de N por lluvias y por FBN para la leguminosa, pero sí considera suplementación alimenticia y categoría novillo. La concentración de proteína bruta de los forrajes fue 8,70 a 10% para las megatérmicas y 26% para la leguminosa, pero al no saberse los kilogramos de materia seca consumidos de cada uno, no puede saberse el valor medio de consumo de proteína para comparar con el de nuestro estudio, que se calculó entre 13 y 16% PB. En cambio, el contenido de P de todos los forrajes de este ensayo estuvo entre 0,20 y 0,24%, valor solo un poco más bajo que los mínimos registrados en las UdAs semiintensivas.

Con respecto a los **Indicadores relacionados con la alimentación**, la concentración promedio de proteína bruta (y consecuente concentración de nitrógeno), y la concentración promedio de fósforo de todo el alimento resultaron acordes para llevar a cabo internadas de animales jóvenes (NRC, 1996; Schwab et al., 2005; Knowlton et al., 2004; Pfeffer et al., 2005). Los valores de **Eficiencia de Uso del Nitrógeno del alimento total por el Rodeo** (EUNaT-R), con una media del $10,55\% \pm 4,31\%$, resultaron bastante coincidentes con valores de bibliografía internacional para sistemas con suplementación y/o encierres a corral, calculados de distintas formas. En bibliografía, para sistemas base pastoril, se reportaron valores de retención de N menores al 10% (Lantinga et al., 1987 en Oomen et al., 1998; Hutchings et al., 1996 en Rotz, 2004) y más actualizado, por medio de simulaciones para novillos en pastura con ganancias diarias de 1 kg/día, en Chile, en un rango de 13,40 % a 16,30 % (Arias et al., 2013). Easterman et al. (2002) midieron consumo y excreción de nitrógeno en un ensayo de 24 días con 16 vacas Angus y sus crías tratando de simular dietas a base de forraje, y calcularon para los terneros, a la edad de 10 meses (317 kg de

peso) una retención de N del 31,80% y para las vacas de 24,20%. El valor máximo calculado en esta tesis fue de 19%, superado por los de este estudio, posiblemente porque la alimentación se acercó a una estrategia más intensiva y con menor concentración de N (1,7 a 2% N para dietas de heno y silaje de alfalfa para vacas y con cebada aplastada a razón de 2,60 kg/cab/día para los terneros). En un trabajo con un número importante de bovinos de distintas razas, edades y pesos, con dietas de 100% forraje a base de silo de gramíneas (44% del total) o mezcla de forraje -silaje de gramíneas o de maíz- con concentrados, se reportó una media de Eficiencia de uso de N de la dieta de 21,90% \pm 8,20%, con un mínimo de 0% y un máximo de 43,30% (Yan et al., 2007). El valor máximo del EUNaT-R para las 17 UdAs se correspondió casi con el de la media de este trabajo, y el rango de valores más acotado en esta tesis (3,90 a 19,37%) puede deberse a la menor variedad de razas, pesos y tipos de dietas. En el trabajo de Greenquist et al. (2011) con novillos cruza Angus de 330 kg de peso vivo medio, bajo pastoreo rotativo intensivo, calcularon la Eficiencia de uso del N a través del N retenido en los animales (ecuación NRC, 1996) dividido el N total consumido, forma de cálculo que se acerca a la del EUNaT-R. Para el tratamiento con fertilización con 90 kg N/ha (base pastoril sin suplementación) obtuvieron una eficiencia de uso del N de 7,66% y de 8,55% para el tratamiento con suplementación con granos de destilería -30% PB-, ambos valores dentro del rango intercuartílico calculado para las UdAs de Balcarce.

Se podría considerar que este indicador EUNaT-R describe el uso del nitrógeno por los animales en un rango que involucra a las eficiencias calculadas por medio de ecuaciones, por lo cual, resulta auténtico para la descripción de la Eficiencia de uso del Nitrógeno por el Rodeo.

En cambio, para producción de leche bovina existe una mayor cantidad de trabajos que evaluaron la eficiencia de uso de nutrientes por el rodeo en producción a partir de calcular el N total egresado en leche en relación al N total consumido por el ganado en cuestión. Este tipo de producción es más eficiente en la retención de nutrientes por el bovino. Igualmente se hará una discusión con algunos trabajos, dado que son de sistemas

semiintensivos, con características de manejo forrajero que puede compararse. En Argentina, en un estudio de casos, Herrero et al. (2006c) en dos tambos base pastoril calcularon la eficiencia de uso de N de forma semejante al EUNaT-R, obteniendo valores de 17,05% y 19%. En USA, en un estudio con 41 tambos (44% importaron todo el alimento), calcularon una eficiencia de uso del N por todo el rodeo del 21,30% (Spears et al., 2003a). En una unidad experimental en Noruega, alimentación base pastoril con un 10% de la materia seca consumida a partir de suplementos, calcularon para tres años una eficiencia de uso del N en producción de leche y carne, para todo el rodeo, del 19% (Steinshamn et al., 2004). En España, en 64 tambos base pastoril, alimentación con ración 50:50 de concentrado : forraje (silaje de maíz y de pasturas), calcularon eficiencia de uso del N por el rodeo lechero en 25,80% ± 20,9% (Arriaga et al., 2009). En un estudio en los Países Bajos (Oenema, et. al., 2012) sobre 16 tambos con buen manejo nutricional, calcularon una eficiencia promedio de uso del N por el rodeo del 24% (22 - 27%) con un área promedio de pastoreo del 76% para los tambos para el período 1998 - 2009. Los valores medios reportados en estos estudios se encuentran a partir del 19%, el valor máximo obtenido en las UdAs de Balcarce (EUNaT-R= 19,37%). Dado que los rodeos bovinos lecheros utilizan el nitrógeno con mayor eficiencia, también resultaría válida la comparación teniendo en cuenta esta premisa, ya que estos valores de Eficiencia de uso del N por los rodeos resultaron, en la mayoría, provenir de sistemas de producción de bovinos lecheros bajo distintos niveles de pastoreo y suplementación, y calculadas de forma parecida al indicador EUNaT-R.

Con respecto al fósforo, los valores de **Eficiencia de Uso del Fósforo del alimento total por el Rodeo** arrojaron una media del 23,50% ± 9,73%. En el trabajo de Easterman et al. (2002), para las vacas Angus midieron una retención de P del 28,10% (dieta con 0,29% de P) y para los terneros de 10 meses de edad, una retención de P del 31,36% (dieta con 0,39% de P), valores comprendidos en el rango calculado en este trabajo de tesis, a diferencia de lo que ocurrió con el N, posiblemente influenciado por una concentración de P de las dietas semejantes. Al igual que con el nitrógeno, existen más trabajos en sistemas semiintensivos de producción lechera. En la unidad experimental de Noruega con

alimentación semiintensiva, calcularon para los tres años una Eficiencia de uso del P en producción de leche y carne, para todo el rodeo, del 18% (Steinshamn et al., 2004). En España, en los 64 tambos base pastoril, con ración 50:50 de concentrado : forraje con 0,40% P, calcularon Eficiencia de uso del P por el rodeo lechero en $31,9\% \pm 4,5\%$ (Arriaga et al., 2009), y en Argentina, Herrero et al. (2006c), para los dos tambos base pastoril, obtuvieron valores de Eficiencia de uso de P por el rodeo, de 16,36% y 20,94%. En estos dos trabajos la eficiencia estuvo calculada en forma parecida al indicador EUNaT-R. El rango entre los valores mínimo y máximo para este trabajo de tesis (8,98% - 38,26%) incluye a todos los valores de eficiencia de uso de P explicitados para producción bovina, posiblemente debido a su amplitud. Los distintos valores reportados en estos estudios de producción lechera también están en un rango extenso, aunque menor, debido, presumiblemente, a la heterogeneidad alimenticia y nivel productivo individual.

Al estar trabajando en sistemas semiintensivos, resultó importante evaluar cuánto de los nutrientes ingresados con los alimentos se trasladó al producto vendido (animales para carne). Los rangos muestrales amplios del **indicador EUNaEx-R para N** (3 - 133,80%) y **para P** (4,01% - 155,03%) son expresiones de la gran variabilidad del aporte de nutrientes hecho por el alimento externo a la cantidad total de alimento, junto con la eficiencia de uso de N-P y producción consecuente de aumento de peso.

La información de los EUNaEx-R, sumada a la información suministrada por los **indicadores relacionados con la Dependencia de alimentos externos**, desplegó un panorama más completo en cuanto al uso del nutriente por el subsistema rodeo.

Para el nitrógeno, los valores del RC-N indicaron que los requerimientos de N estuvieron siempre cubiertos. El indicador RCe-N con valores siempre menores al 100%, indicó que si no hubiesen estado con una alimentación pastoril base, no hubieran podido cubrir los requerimientos de N, sostenido, además, por los valores de RCi que señalaron, en la mayoría de los casos, que el alimento provisto por el forraje base hubiese sido suficiente para cubrir los requerimientos de nitrógeno. En cuanto al fósforo, en todos los casos los

requerimientos de P fueron cubiertos por el alimento total ($RC-P \geq 100\%$), a excepción de una UdA, pero con un valor muy cercano ($RC-P: 98,52\%$). A diferencia del N, el alimento producido en el sistema fue suficiente para cubrir los requerimientos de P del rodeo ($RCi-P > 100\%$) solo en la mitad de los casos, por lo cual, la suplementación fue necesaria.

Parte de este acercamiento fue realizado a través de Indicadores de Cobertura de requerimientos por Gustafson et al. (2003) en Suecia, en un tambo experimental con alimentación convencional (pastoril con suplementación) y en otro orgánico, y por Herrero et al. (2010) en dos tambos semiintensivos de la Cuenca del Salado, Buenos Aires, Argentina, en ningún caso para nitrógeno y en el de Gustafson et al. (2003), sí para el fósforo. En el tambo convencional calcularon una autosuficiencia del 51% para el período de un año (1997-1998), semejante al valor mínimo calculado en este trabajo de tesis. El alimento importado del exterior cubrió el 60% de los requerimientos de P del rodeo, valor parecido al promedio obtenido en este estudio con sistemas semiintensivos de producción de carne, y por el alimento propio el 61%, mostrando una mejor estrategia de alimentación, dado que entre ambos cubrieron el 120% de los requerimientos, mientras que en promedio, en las 17 UdAs se cubrió en exceso (176%, valor del $RC-P$).

En resumen, los Balances de N prediales en los sistemas semiintensivos resultaron positivos en todos los casos debido al aporte de N por lluvia, FBN y por alimentos. En cambio, se registraron Balances de P prediales negativos en algunos planteos sin fertilización fosforada, aunque hubiera ingresos de alimento a las unidades de análisis. En relación con el uso de los nutrientes ingresados desde el exterior en el sistema, la cantidad total de fósforo ingresada resultó mucho menor, con lo cual, la eficiencia de su uso superó a la del nitrógeno (EUNexS 55% vs. 23%, para P y N, respectivamente).

Las situaciones estudiadas parecieran plantear una relación entre los Balances de nutrientes, la fuente de ingreso (alimento o fertilizantes) y la Producción de Carne. A mayor ingreso de suplementos alimenticios mayores Balances prediales de N-P pero con una mayor Producción de Carne por hectárea, mientras que a mayor utilización de fertilizantes nitrogenados/fosforados, mayores Balances prediales de N-P, pero sin una consiguiente

mayor Producción de Carne por hectárea. Desde el punto de vista ambiental pareciera convenir aumentar la producción de carne a partir de suplementación con alimentos externos, ya que es una transformación directa del nutriente del alimento a carne, en cambio, para los fertilizantes existe un paso más en la transformación (suelo-planta y planta-animal), lo cual genera mayores pérdidas al sistema hasta llegar al producto final, la carne.

En los sistemas semiintensivos de invernada “de compra” (los animales ingresan desde el exterior) y de duración de alrededor de un año, los animales que salen tienen incorporados los kilogramos de peso producidos más los kilogramos de peso con los que ingresaron e iniciaron el engorde, por lo cual, los kilogramos de peso totales que egresan resultan mayores a los producidos. Es así, que la cantidad de nutriente en exceso (balance predial) por kilo de peso egresado es menor a la cantidad de nutriente por kilo de peso producido. La Eficiencia de uso del nutriente externo en el Sistema (EUNExS) resulta mayor que la Eficiencia de uso correspondiente a la Producción (EUNExS-Pr), por la misma razón. Las diferencias entre los kilogramos de peso “egresados” y los kilogramos de peso “producidos” soportan la incorporación de indicadores de manejo y uso de nutrientes que los diferencien.

En relación con los Indicadores asociados a la Alimentación, la concentración de fósforo del alimento total correlacionó con el Balance de P predial en forma positiva, no encontrándose correlación para el nitrógeno. La eficiencia de uso del fósforo ingresado con la suplementación por el rodeo (cuánto del P importado quedó en el producto vendido - bovinos para carne-) EUNaEx-R fue de $67\% \pm 39\%$, y para nitrógeno algo menor, $53\% \pm 34\%$, con valores mínimo y máximo para ambos nutrientes muy alejados, reflejo de las distintas estrategias nutricionales para estos sistemas semiintensivos. En los casos en que se pudo calcular la Eficiencia de uso del nutriente total por el Rodeo, EUNaT-R, los valores disminuyeron a $23,50\%$ para P y $10,50\%$ para N, debido a que están considerados, además de los suplementos, los forrajes consumidos en el pastoreo. Estos valores son comparables a los de bibliografía, especialmente para el nitrógeno, por lo que resulta promisorio el uso de este indicador para la descripción de la eficiencia de uso del nitrógeno por el rodeo.

CAPÍTULO III.d

Sistemas intensivos

SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUCCIÓN DE CARNE

RESULTADOS

En esta sección de resultados se presentarán los relativos a los sistemas Intensivos de producción de carne bovina, correspondientes a los partidos de Balcarce, Trenque Lauquen, Carmen de Areco y Maipú (Las Armas). En Balcarce se analizaron 12 unidades de estudio de los años 1998, 1999 y 2006; de Trenque Lauquen 22 unidades de los años 2001 al 2008; de Carmen de Areco cuatro unidades de los años 2003 - 2004 y de Maipú (Las Armas), una unidad en el año 2012. La actividad productiva fue la invernada y engorde de los animales; en algunos casos, solo terminación. Debido a las diferencias en las duraciones de los ciclos productivos en los corrales de engorde, para poder trabajarlos en conjunto y poder compararlos, los ingresos y egresos de nitrógeno y fósforo fueron expresados por hectárea y unidad de tiempo "día", definiendo la expresión del Balance de nutrientes, también en "día".

DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS DE NITRÓGENO Y DE FÓSFORO A LAS UNIDADES DE ANÁLISIS

Los ingresos de nitrógeno a las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina según las distintas fuentes de origen se muestran en la Figura III.d.1 y la proporción de cada uno en el ingreso total en la Figura III.d.2.

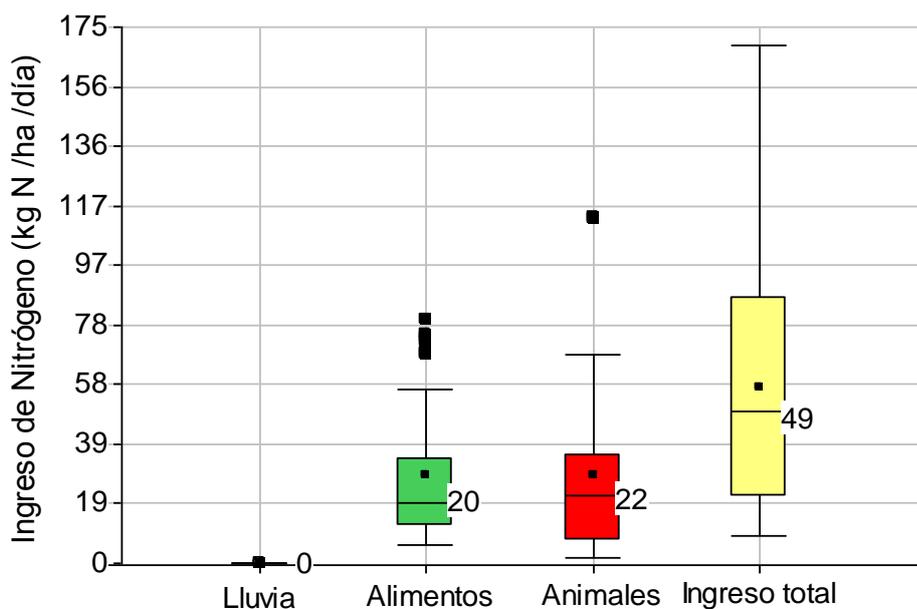


Figura III.d.1. Ingresos de nitrógeno a las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35) según fuentes de origen, expresados en kg N/ha/día.

El ingreso total de N estuvo en un rango muestral entre 8,84 y 168,96 kg N/ha/día, correspondiendo a un corral de Teneros de la localidad de Trenque Lauquen y a uno de Novillitos de la localidad de Balcarce, respectivamente.

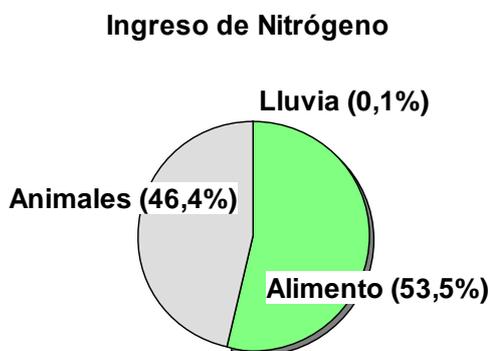


Figura III.d.2. Proporción de nitrógeno en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35) según fuentes de origen.

El mayor aporte de N provino del ingreso por alimentos, lo cual representó el 53,50 % de los ingresos totales de N, con un mínimo de 6,12 kg N/ha/día (categoría Terneros, Trenque Lauquen) y máximo de 79,51 kg N/ha/día (categoría Novillitos, Balcarce). El ingreso vía bovinos a los corrales representó un 46,4 %, con valores mínimo y máximo de 1,55 y 112,94 kg N/ha/día, respectivamente, correspondiendo ambos a la localidad de Trenque

Lauquen y a categoría Terneros. El ingreso de N por precipitaciones resultó irrelevante en comparación, con un valor máximo de 0,14 kg N/ha/día en Trenque Lauquen.

Los ingresos de fósforo a las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina según las distintas fuentes de origen se muestran en la Figura III.d.3 y la proporción de cada uno en el ingreso total en la Figura III.d.4.

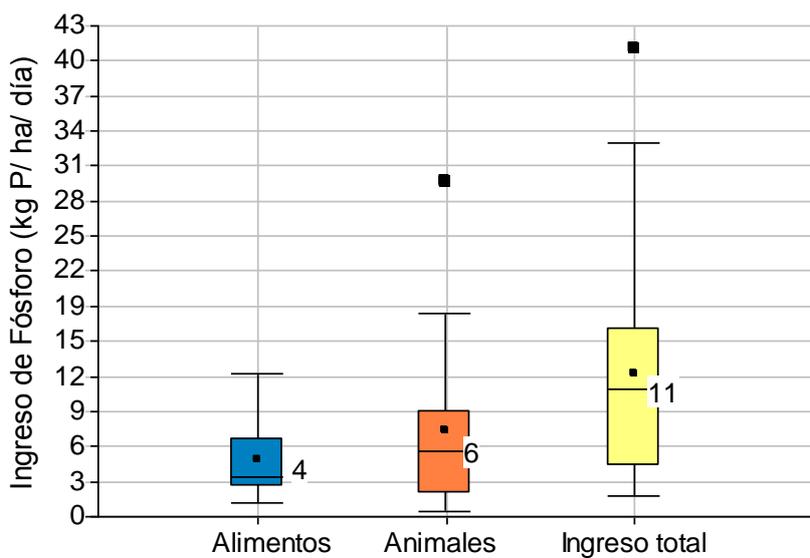


Figura III.d.3. Ingresos de fósforo a las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35) según fuentes de origen, expresados en kg P/ha/día.

El ingreso total de P estuvo en un rango muestral entre 1,87 y 41,33 kg P/ha/día, correspondiendo el valor mínimo y el máximo a los mismos corrales que para nitrógeno, categoría Terneros en Trenque Lauquen y Novillitos en Balcarce, respectivamente.

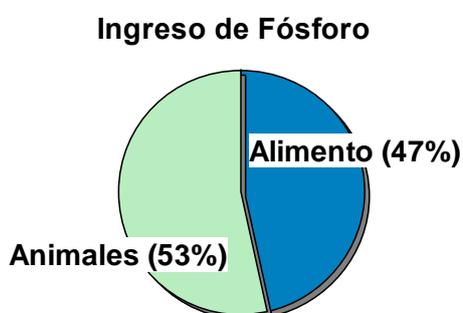


Figura III.d.4. Proporción de fósforo en los ingresos totales a las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35) según fuentes de origen.

El mayor aporte de P provino de los animales que ingresaron a los corrales (53%), con ingresos mínimo y máximo de 0,41 y 29,70 kg P/ha/día, correspondiendo ambos a la localidad de Trenque Lauquen y a categoría Terneros, siendo los mismos corrales que para nitrógeno. El resto del fósforo ingresó a través de los alimentos (47%), con un rango más acotado en comparación al ingreso por animales, con ingresos mínimos y máximos de 1,24 y 12,59 kg P/ha/día, correspondiendo ambos a categoría Terneros, a la localidad de Trenque Lauquen y de Las Armas (destete anticipado con concentrado proteico comercial con 35 g P/kg MS), respectivamente.

BALANCE DE NUTRIENTES A NIVEL CORRAL Y PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CARNE

Los valores de las Medianas de los ingresos, egresos y Balances de N y P a nivel corral (kg/ha/día) para las 35 UdAs con sistemas intensivos se presentan en las Figuras III.d.5 y III.d.6.

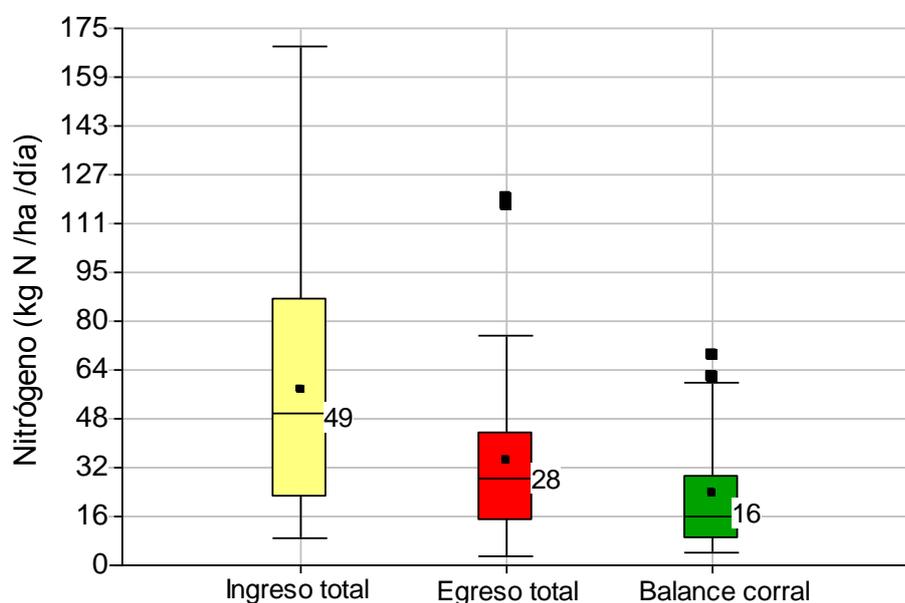


Figura III.d.5. Ingresos y egresos totales de N y Balance de N corral (kg N/ha/día) para las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35).

Los valores mínimo y máximo para el ingreso total de N estuvieron en 8,84 y 168,96 kg N/ha/día, para el egreso total en 2,86 y 119,57 kg N/ha/día, y para el Balance de N corral, en 3,96 y 68,60 N/ha/día, respectivamente (Figuras III.d.5).

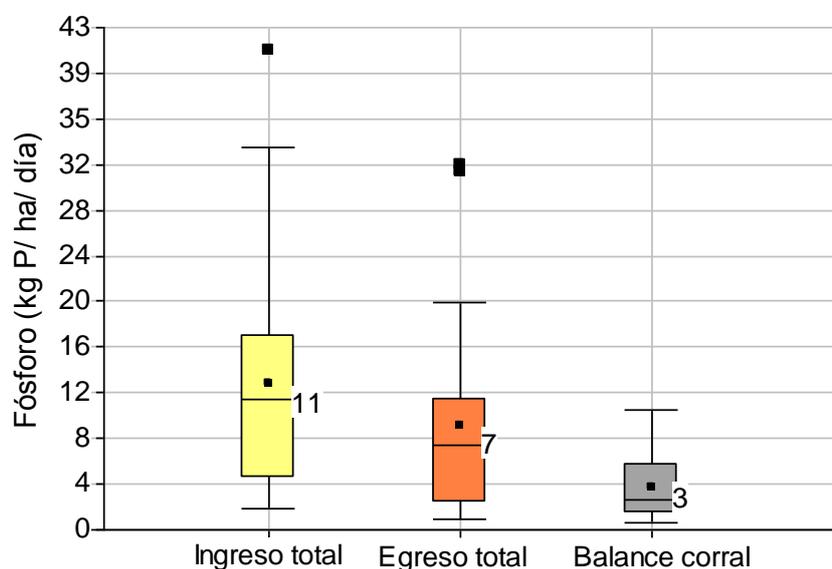


Figura III.d.6. Ingresos y egresos totales de P y Balance de P corral (kg P/ha/día) para las Unidades de Análisis de los sistemas intensivos de producción de carne bovina (n= 35).

Los valores mínimo y máximo para el ingreso total de P estuvieron en 1,87 y 41,33 kg P/ha/día, para el egreso total en 0,95 y 31,44 kg P/ha/día, y para el Balance de P corral en 0,67 y 10,36 kg P/ha/día, respectivamente (Figuras III.d.6).

Tal como se presentara en el capítulo de Metodologías, las unidades de análisis estuvieron representadas por los corrales de engorde, en su mayoría tomados en forma individual (n= 32), aunque hubo 3 casos en que las UdAs fueron los feedlots propiamente dicho (varios corrales en el lapso de un ejercicio anual). A continuación se presentan los ingresos, egresos y Balances corral para nitrógeno y fósforo, en forma diferenciada para corrales unitarios y grupo de corrales.

Tabla III.d.1. Balance de N, ingresos y egresos totales de nitrógeno (kg N/ha/día) para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (Med; Mín : Máx).

Unidades de Análisis	Balance N (kg N/ha/día)	Ingreso N (kg N/ha/día)	Egreso N (kg N/ha/día)
Corrales Unitarios (n= 32)	16,50 (3,96 : 68,60)	55,24 (8,84 : 169)	29,98 (3,62 : 119,60)
Grupo corrales feedlot (n= 3)	13,03 (6,33 : 16,65)	20,19 (11,66 : 24,67)	7,16 (2,86 : 8,02)

Tabla III.d.2. Balance de P, ingresos y egresos totales de fósforo (kg P/ha/día) para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (Med; Mín : Máx).

Unidades de Análisis	Balance P (kg P/ha/día)	Ingreso P (kg P/ha/día)	Egreso P (kg P/ha/día)
Corrales Unitarios (n= 32)	2,63 (0,67 : 10,36)	12,60 (1,87 : 41,33)	7,88 (0,95 : 31,44)
Grupo corrales feedlot (n= 3)	2,58 (1 : 2,73)	4,47 (2,47 : 4,84)	1,88 (1,40 : 2,11)

Los valores de las medianas de los ingresos y egresos de N y P (kg/ha/día) resultaron bastante distintos entre los corrales unitarios y el grupo corrales de feedlot (Tablas III.d.1 y III.d.2). A pesar de esto, las medianas de los Balances de N y P fueron bastante parecidas, especialmente para el fósforo. En cuanto a los valores mínimos y máximos, el rango muestral resultó mucho más amplio en los corrales individuales, ya sea para los Balances como para los ingresos y egresos de N y P. Esto podría explicarse a través de las categorías que se internaron (siempre fue una por corral), su correspondiente conversión alimenticia y duración del ciclo de engorde (al ser ciclos individuales no quedan incluidos los tiempos “muertos” en el cual los corrales están vacíos), y por los manejos de la carga animal media de los ciclos de engorde (ver Tabla III.d. 3). En los corrales unitarios, los valores mínimos y máximos de las densidades y cargas animales medias determinaron

rangos muestrales más amplios, lo cual llevó a que el ingreso y egreso de N y P por hectárea y por día presentasen, también, rangos muestrales mayores que en el grupo corrales de feedlot. A su vez, en este grupo, como se consideraron varios corrales a lo largo de un ejercicio (año), hubo varias categorías diferentes en las UdAs lo que condujo a que las diferencias entre las 3 UdAs estudiadas se redujeran considerablemente, tanto en la conversión alimenticia como en la carga animal media.

Tabla III.d.3. Parámetros de Producción de Carne para las 35 Unidades de Análisis con sistema Intensivo de producción de carne bovina, y clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (Med; Mín : Máx).

Unidades de Análisis	Prod. Carne (kg/ha/día)	PV medio (kg)	IC (kg/kg)	Densidad (m²/kg PV)	CA media (kg/m²)	CA media (tn/ha)
Corrales (n= 35)	154 (38 : 532)	210 (90 : 420)	7,06 (3 : 19)	0,24 (0,08 : 0,98)	4,20 (1 : 13)	42 (10,20 : 126)
Corrales Unitarios (n= 32)	158,18 (38 : 532)	207,23 (90 : 420)	7,03 (3 : 19)	0,27 (0,08 : 0,98)	3,75 (1 : 13)	37,50 (10,2 : 126)
Grupo corrales feedlot (n= 3)	115,07 (86 : 136)	241 (203 : 345)	7,91 (5 : 10)	0,15 (0,11 : 0,18)	6,30 (6 : 9)	63 (56,30 : 87,40)

Prod. Carne: producción de carne; **PV:** peso vivo; **IC:** Índice de Conversión alimenticia

CA: carga animal

Relación entre los Balances corrales y Parámetros productivos.

1- Balance corral de Nitrógeno

En el Análisis de Correlación de Spearman destacan la correlación positiva, significativa al 5%, de los Balances de N corral (kg/ha/día) con los Ingresos totales de N ($r_s= 0,79$) y con la Producción de Carne ($r_s= 0,80$) y Carga Animal ($r_s= 0,89$); además, la correlación positiva de los egresos totales de N con los ingresos totales de N ($r_s= 0,90$) (Tabla III.d.4).

Tabla III.d.4. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance corral de N, ingreso y egreso de N, y parámetros de producción de carne para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

	Ingreso N (kg N/ha/día)	Egreso N (kg N/ha/día)	Bal N corral (kg N/ha/día)	Prod. Carne (kg/ha/día)	Carga Animal (kg/ha)
Ingreso N (kg N/ha/día)	1	1,50E-07	3,70E-06	1,20E-09	4,30E-06
Egreso N (kg N/ha/día)	0,90	1	0,002	5,60E-06	0,009
Bal N corral (kg N/ha/día)	0,79	0,54	1	7,20E-09	1,20E-12
Prod. Carne (kg/ha/día)	0,82	0,69	0,80	1	5,40E-06
Carga Animal (kg/ha)	0,69	0,44	0,89	0,69	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$.

En forma más ampliada se realizó, también, el mismo análisis de correlación entre los componentes del Balance corral de N y los Parámetros productivos, descriptivos de las UdAs.

- Componentes del Balance corral de N: ingreso de N proveniente de las lluvias, de los alimentos y de los animales, los ingresos totales de N, los egresos totales de N y el Balance corral de N, todos expresados en kg N/ha/día.
- Parámetros productivos, descriptivos de las UdAs: egreso de animales en kg PV/ha/día, Producción de Carne en kg/ha/día, Carga Animal en kg/ha y expresada como Densidad en m²/kg PV, el peso vivo medio en kg/cabeza, el aumento diario de peso en kg/cab/día y la conversión alimenticia en kg materia seca de alimento/kg PV aumentado.

El análisis de Correlación de Spearman entre el Balance corral de N, sus componentes y parámetros de producción de carne, para las 35 UdAs con sistemas intensivos de producción de carne, figura en la Tabla AIII.17 del Anexo “Resultados”.

La correlación más alta se dio entre el Balance corral de N con los ingresos de N por alimentos ($r_s = 0,99$) (Figura III.d.7 (b)) en lugar de con los ingresos totales de N ($r_s = 0,79$) (Figura III.d.7 (a)), tanto para los corrales unitarios como para los corrales grupales pertenecientes a tres feedlots.

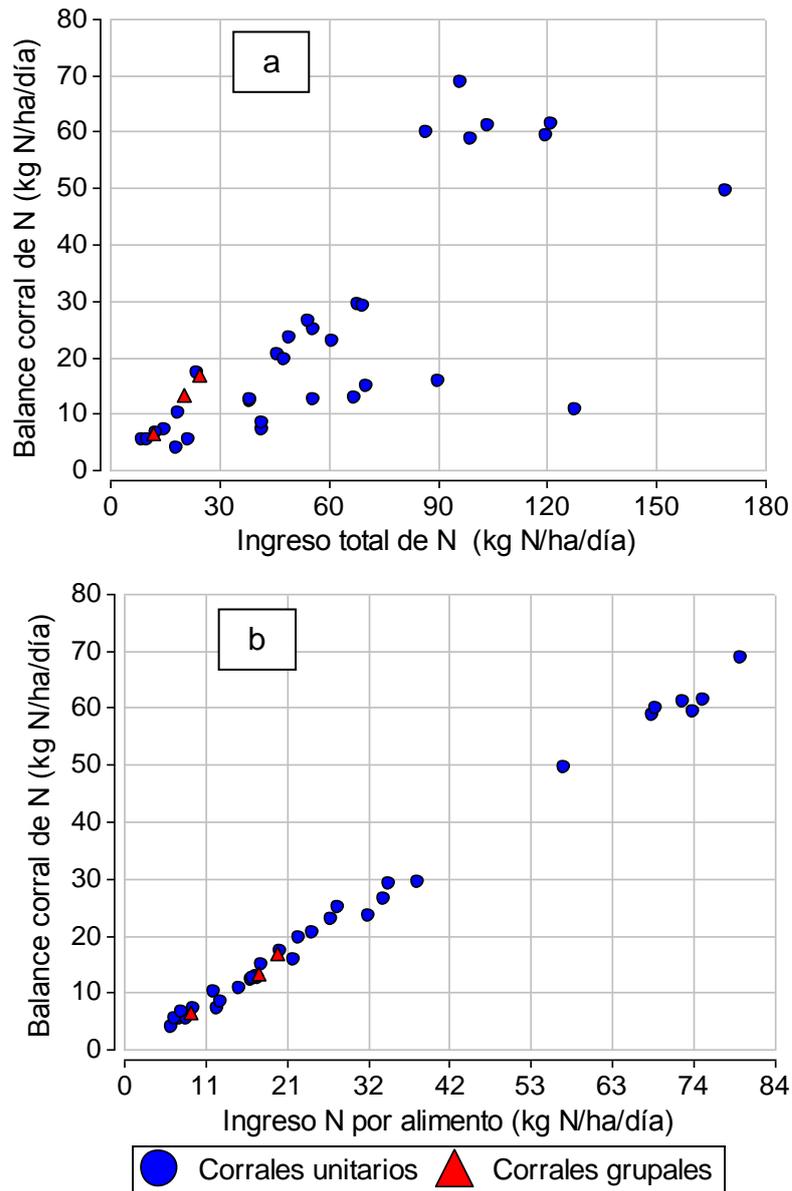


Figura III.d.7. Balance corral de N (kg N/ha/día) en función del Ingreso de N total (a) y del ingreso por alimentos (b) en kg N/ha/día, para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n= 32; ▲Corrales grupales n= 3).

La correlación del Balance corral de N con la Producción de carne resultó positiva ($r_s = 0,80$) (Figura III.d.8 (a)) y con la Densidad animal negativa ($r_s = - 0,89$) (Figura III.d.8 (b)), mostrando que a medida que se destinan más metros cuadrados de superficie por kilo de peso vivo, los kilogramos de nitrógeno excedentes por unidad de superficie son menores.

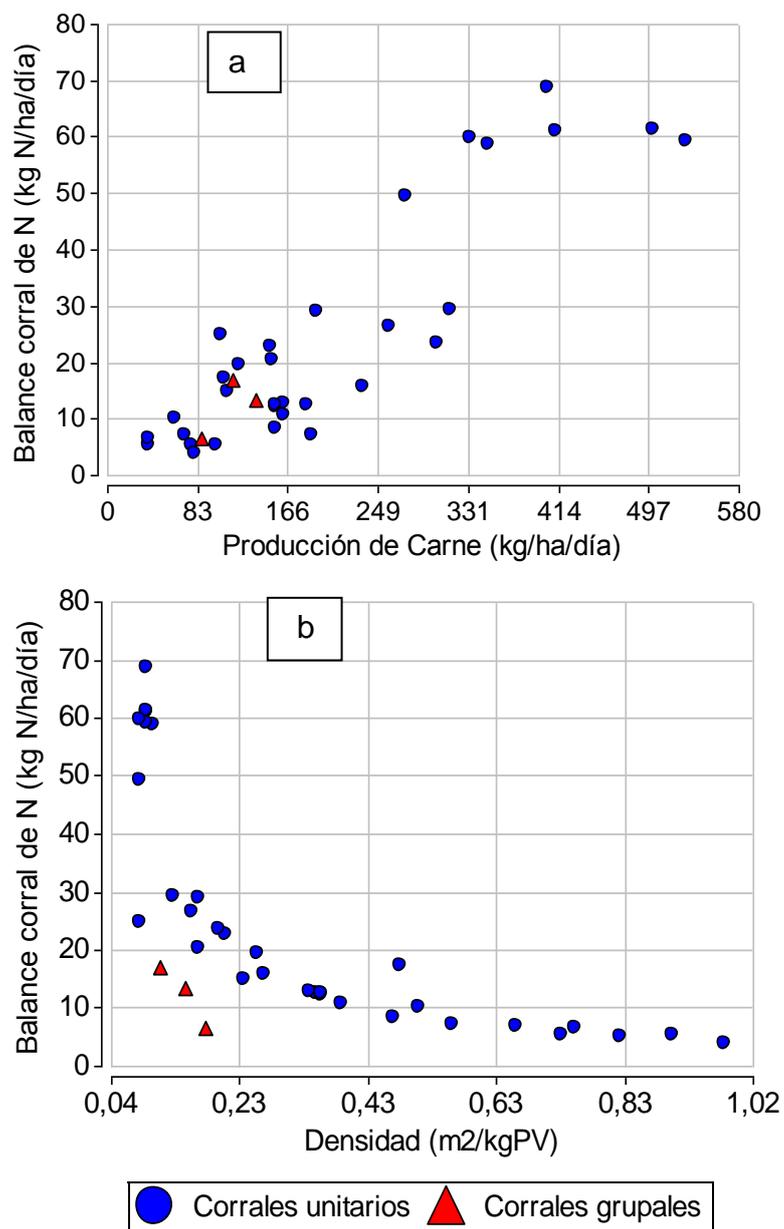


Figura III.d.8. Balance corral de N (kg N/ha/día) en función de la Producción de carne (a) y de la Carga Animal expresada a través de la Densidad (b) para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n= 32; ▲Corrales grupales n= 3).

Sin embargo, la disminución de la producción de carne por hectárea en función de la Densidad tuvo una correlación negativa inferior ($r_s = -0,69$) con una mayor variación, tal como se puede ver en la Figura III.d.9.

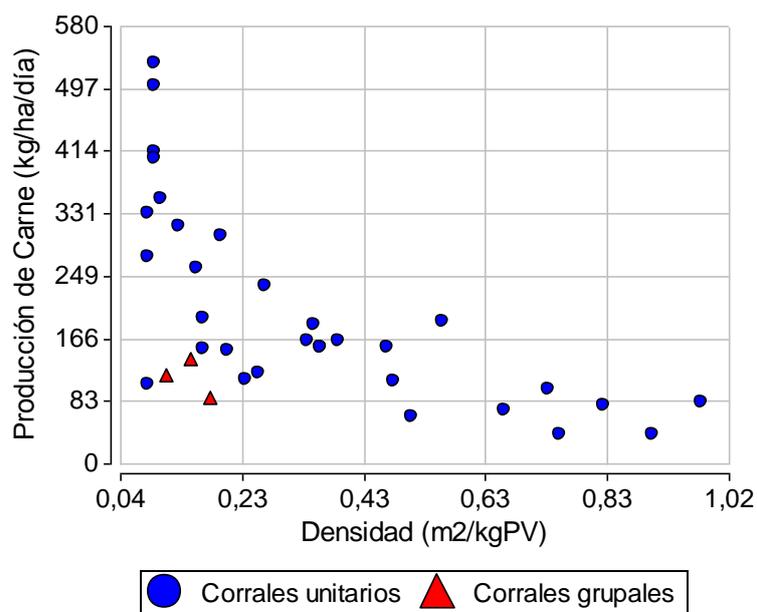


Figura III.d.9. Producción de carne (kg PV/ha/día) en función de la Carga Animal expresada a través de la Densidad para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n= 32; ▲Corrales grupales n= 3).

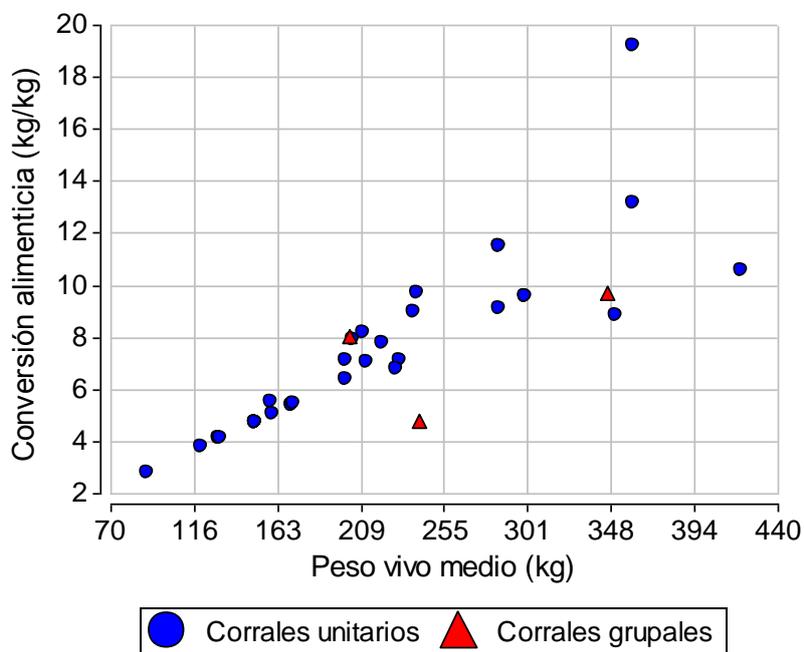


Figura III.d.10. Conversión alimenticia en función del peso vivo medio para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n= 32; ▲Corrales grupales n= 3).

La correlación positiva significativa entre la conversión alimenticia y el peso vivo medio ($r_s= 0,89$) cobró mayor dispersión para los corrales unitarios con pesos medios superiores a los 250 kg -Figura III.d.10)-, posiblemente por ajustes incorrectos entre oferta de nutrientes en la ración y requerimientos.

Hubo correlación positiva altamente significativa entre los ingresos totales y los egresos totales de animales, expresado en kilogramos de peso vivo ($r_s= 0,91$) como en kilogramos de nitrógeno ($r_s= 0,90$).

Visto las principales Correlaciones significativas de interés, se realizó para las 35 UdAs un **Análisis de Regresión Lineal Simple** entre varias de las variables, obteniendo Modelo de Regresión para:

- Balance corral de N con: a) ingreso de N por alimentos
b) producción de carne por hectárea
- Egresos de animales expresados en kilogramos de peso vivo y de nitrógeno, con ingreso total de N.

Los modelos para sistemas intensivos resultaron:

- ✓ Balance corral de N con Ingreso de N por alimentos

Balance corral N (kg N/ha/día) estimado = $- 1,29 + 0,86 * \text{Alim N (kg/ha/día)}$;

$R^2 = 1$

El ingreso de nitrógeno por alimentos (X) en el modelo estimado $y = - 1,29 + 0,86 * X$ explicó el 100% de la variabilidad del Balance corral de N en la población de corrales y sistemas intensivos de la pcia. de Buenos Aires. En la Figura III.d.11 se encuentra graficada dicha regresión lineal.

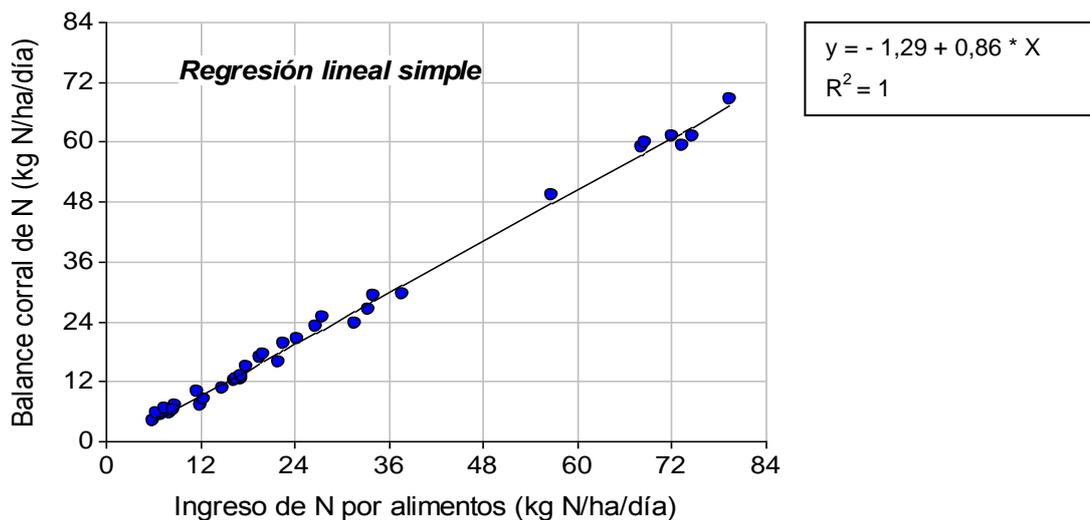


Figura III.d.11. Balance corral de N (kg N/ha/día) en función del Ingreso de N por alimentos (kg N/ha/día) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

✓ Balance corral de N con Producción de carne por hectárea

$$\text{Balance corral N (kg N/ha/día) estimado} = -3,45 + 0,14 * \text{PC (kg PV/ha/día)}$$

$$R^2 = 0,79$$

La Producción de carne (X) en el modelo estimado $y = -3,45 + 0,14 * X$ explicó un 79% de la variabilidad del Balance corral de N en la población de corrales y sistemas intensivos de la pcia. de Buenos Aires. En la Figura III.d.12 se encuentra graficada dicha regresión lineal.

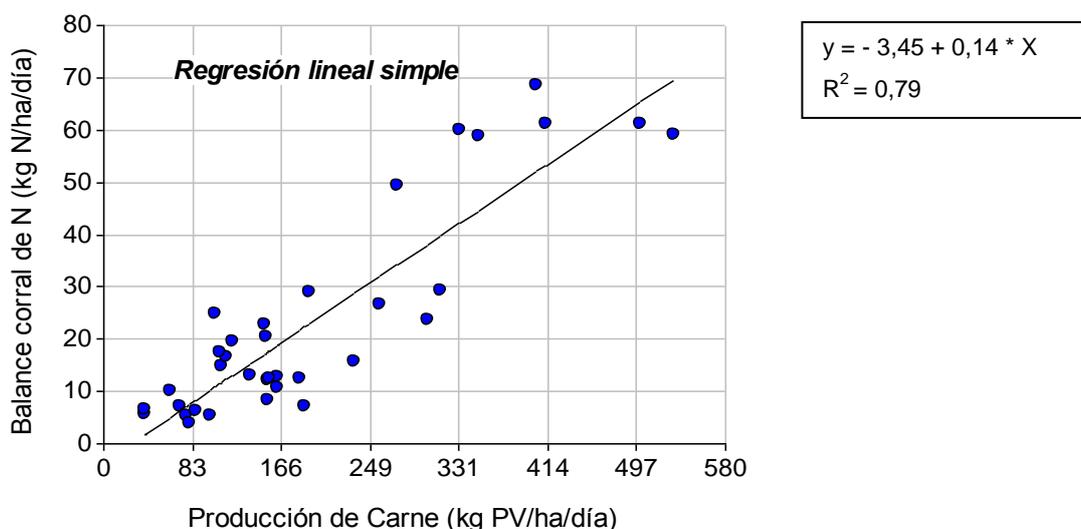


Figura III.d.12. Balance corral de N (kg N/ha/día) en función de la Producción de carne (kg PV/ha/día) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

- ✓ Egresos de animales expresados en kilogramos de peso vivo y de nitrógeno, con Ingreso total de N.

$$\text{Egreso Animales (kg PV/ha/día) estimado} = - 64,06 + 23,08 * \text{Ing.t (kg N/ha/día)};$$
$$R^2 = 0,78$$

$$\text{Egreso Animales (kg N/ha/día) estimado} = - 1,16 + 0,62 * \text{Ing.t (kg N/ha/día)};$$
$$R^2 = 0,78$$

El ingreso total de N (X) en el modelo estimado $y = - 64,06 + 23,08 * X$ para el egreso de animales expresado en kg PV/ha/día, o en el modelo estimado $y = - 1,16 + 0,62 * X$ para el egreso de animales expresado en kg N/ha/día, explicó un 78% de la variabilidad del egreso de animales en la población de corrales y sistemas intensivos de la pcia. de Buenos Aires. En la Figura III.d.13 se encuentra graficada la regresión lineal para el egreso de animales en kilogramos de peso vivo.

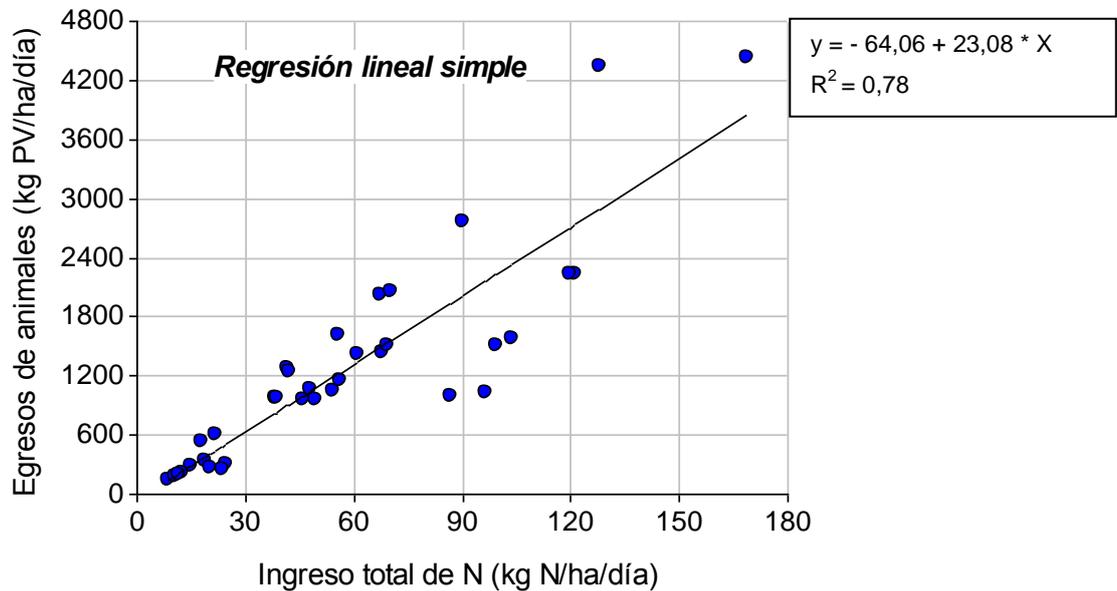


Figura III.d.13. Egreso de animales (kg PV/ha/día) en función del Ingreso total de N (kg N/ha/día) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

Las situaciones encontradas muestran que el ingreso de N por alimentos es un buen predictor del Balance corral de N por hectárea por día en los corrales de engorde, ya sea a nivel individual como en conjunto para un feedlot, a partir de un Modelo de Regresión Lineal Simple. También, que una mayor producción de carne por unidad de superficie lleva a un mayor excedente de N por hectárea, el que puede estimarse, aunque con menor precisión, por otro Modelo de Regresión Lineal Simple.

2- Balance corral de Fósforo

En el Análisis de Correlación de Spearman destacan la correlación positiva, significativa al 5%, de los Balances corral de P (kg/ha/día) con los Ingresos totales de P ($r_s=0,73$), y con la Producción de Carne ($r_s=0,78$) y Carga Animal ($r_s=0,89$), como variables de producción; además, la correlación positiva de los egresos totales de P con los ingresos totales de P ($r_s=0,94$) (Tabla III.d.5). Se puede ver que se han dado las mismas correlaciones que con el nitrógeno.

Tabla III.d.5. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance corral de P, ingreso y egreso de P, y parámetros de producción de carne para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

	Ingreso P (kg P/ha/día)	Egreso P (kg P/ha/día)	Bal P corral (kg P/ha/día)	Prod. Carne (kg/ha/día)	Carga Animal (kg/ha)
Ingreso P (kg P/ha/día)	1	3,60E-08	2,00E-05	3,60E-08	6,80E-05
Egreso P (kg P/ha/día)	0,94	1	1,30E-03	4,40E-06	0,01
Bal P corral (kg N/ha/día)	0,73	0,55	1	4,50E-08	0
Prod. Carne (kg/ha/día)	0,78	0,69	0,78	1	5,40E-06
Carga Animal (kg/ha)	0,62	0,46	0,89	0,69	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$.

En forma más ampliada se realizó, al igual que para el nitrógeno, el mismo análisis de correlación entre los componentes del Balance corral de P y los Parámetros productivos, descriptivos de las UdAs.

El análisis de Correlación de Spearman entre el Balance corral de P, sus componentes y parámetros de producción de carne, para las 35 UdAs con sistemas intensivos de producción de carne, figura en la Tabla AIII.18 del Anexo “Resultados”.

Hubo correlación positiva altamente significativa entre los ingresos totales y los egresos totales de animales, tanto expresado en kilogramos de peso vivo ($r_s= 0,94$) como de fósforo ($r_s= 0,94$), siendo los coeficientes superiores a los de nitrógeno, posiblemente por el mayor porcentaje de retención de fósforo en relación con el nitrógeno.

Las correlaciones entre los componentes de los Balances corral de P y los parámetros de producción mostraron los mismos comportamientos que con el nitrógeno, aunque presentaron coeficientes un poco menores, a excepción de la Carga Animal.

Las correlaciones de los Balances corral de P con los ingresos totales de P ($r_s= 0,73$) y con los ingresos de P por alimentos ($r_s= 0,98$) se observan en la Figura III.d.14 (a) y (b), respectivamente.

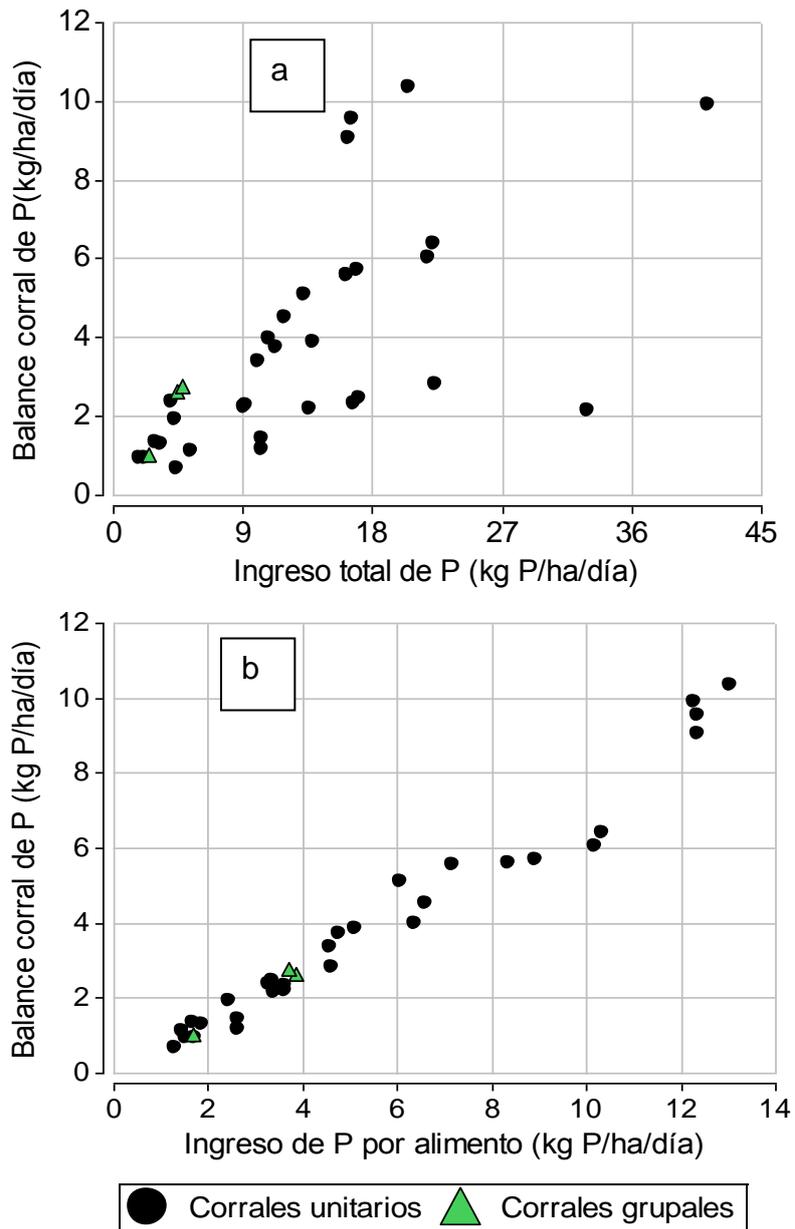


Figura III.d.14. Balance corral de P (kg P/ha/día) en función del Ingreso de P total (a) y del Ingreso de P por alimentos (b) en kg P/ha/día, para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n= 32; ▲Corrales grupales n= 3).

La relación de los Balances corral de P con la Producción de carne mostraron correlación positiva ($r_s= 0,78$) (Figura III.d.15 (a)) y con la Densidad animal correlación negativa ($r_s= -0,89$) (Figura III.d.15 (b)), mostrando que a medida que se destinan más metros cuadrados de superficie por kilo de peso vivo, los kilogramos de fósforo excedentes por unidad de superficie son menores, al igual que con el nitrógeno.

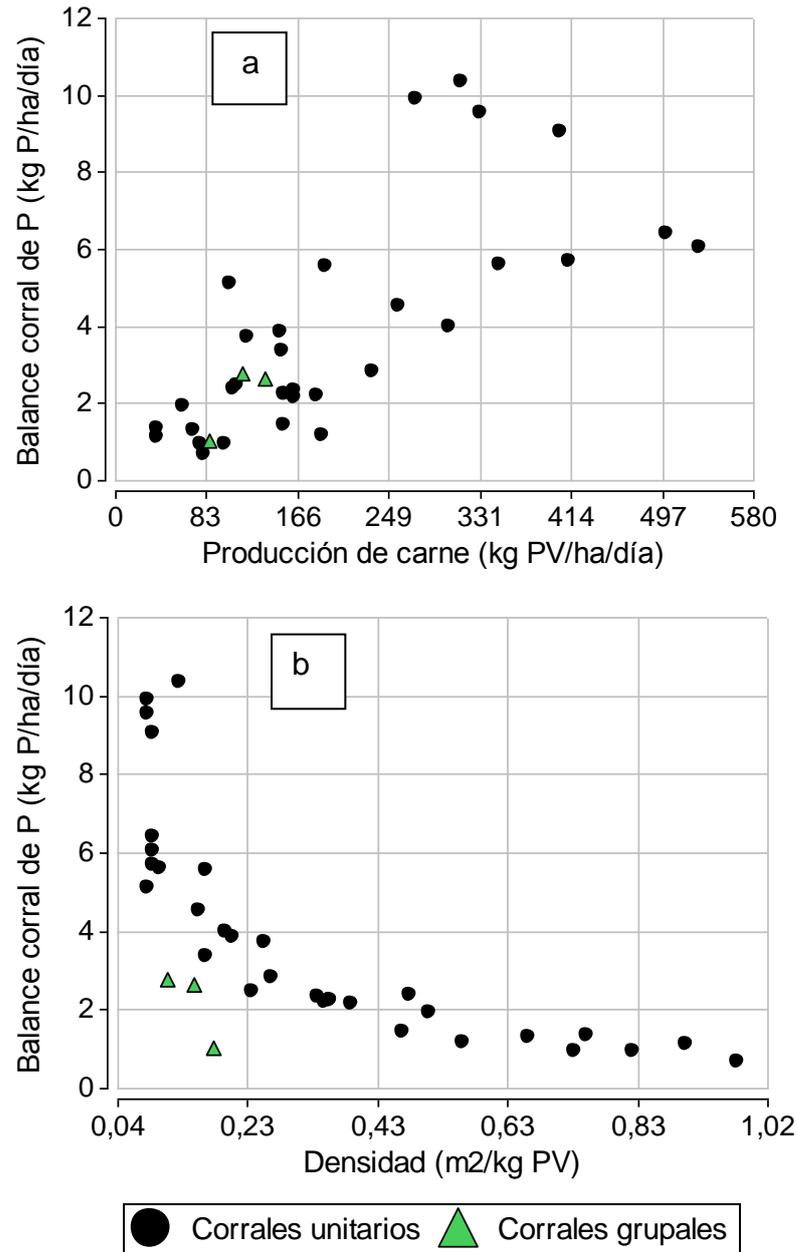


Figura III.d.15. Balance corral de P (kg P/ha/día) en función de la Producción de carne (a) y de la Carga Animal expresada a través de la Densidad (b) para las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne, clasificadas según cantidad de corrales que conforman las Unidades de Análisis (●Corrales unitarios n= 32; ▲Corrales grupales n= 3).

Visto las principales Correlaciones significativas de interés, se realizó para las 35 UdAs **Análisis de Regresión Lineal Simple** entre varias de las variables, obteniendo Modelo de Regresión solo para:

✓ Balance corral de P con Ingreso de P por alimentos

El modelo para sistemas intensivos resultó

Balance corral P (kg P/ha/día) estimado = $-0,27 + 0,78 * \text{Alim P (kg/ha/día)}$;

$R^2 = 0,97$

El ingreso de fósforo por alimentos (X) en el modelo estimado $y = -0,27 + 0,78 * X$ explicó el 97% de la variabilidad del Balance corral de P en la población de corrales y sistemas intensivos de la pcia. de Buenos Aires. En la Figura III.d.16 se encuentra graficada dicha regresión lineal.

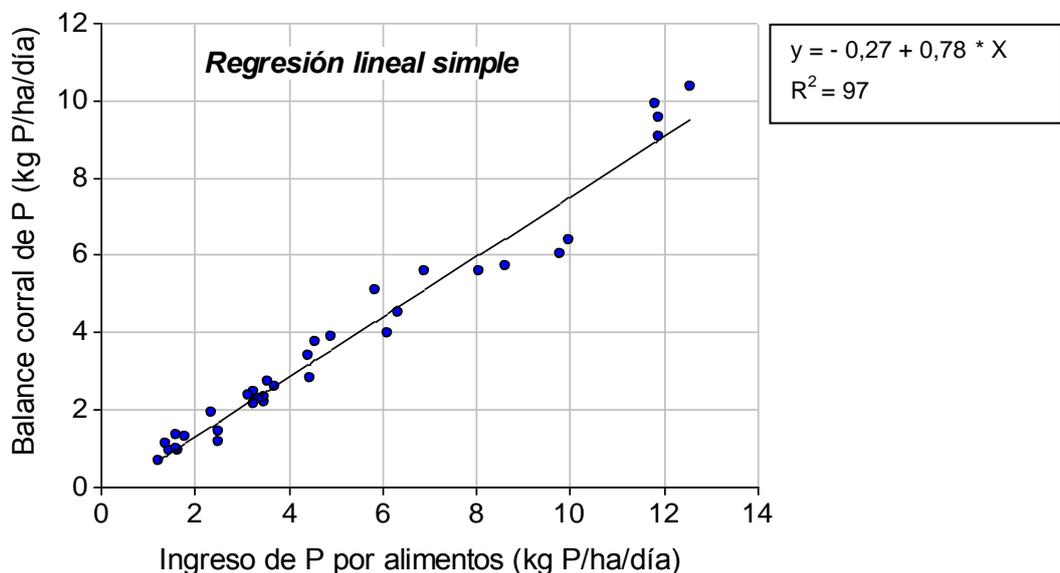


Figura III.d.16. Balance corral de P (kg P/ha/día) en función del ingresos de P por alimentos (kg P/ha/día) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

Las situaciones encontradas muestran, al igual que para el nitrógeno, que el ingreso de P por alimentos es un buen predictor del balance corral de P por hectárea por día en los corrales de engorde, ya sea a nivel individual como en conjunto para un feedlot, a partir de un Modelo de Regresión Lineal Simple. Y también, que una mayor producción de carne por unidad de superficie llevó a un mayor excedente de P por hectárea, pero no pudo estimarse por Modelo de regresión lineal simple como en el caso del nitrógeno.

INDICADORES DE MANEJO Y USO DE NUTRIENTES

A partir de los Balances de Nitrógeno y de Fósforo, de sus componentes y de algunos de los parámetros de producción, se construyeron los distintos indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes explicitados en el capítulo de Metodologías y aplicados en el Capítulo III.b de Sistemas Extensivos y III.c de Sistemas Semiintensivos.

La selección de los Indicadores para la caracterización de los sistemas Intensivos tomó en cuenta los mismos tres aspectos diferentes que para los otros sistemas de producción. Se contemplaron los aspectos ambientales y productivos a partir de utilizar los Balances de nutrientes con los enfoques Sistémico/ambiental, Productivo/ambiental y de Excreción ambiental; los indicadores de Uso de Nutrientes con énfasis ambiental y productivo y los indicadores de Eficiencia de Uso por subsistema “rodeo”. También se tuvo en cuenta disponer de la información correspondiente a las UdAs analizadas (corrales unitarios o corrales grupales).

Debido a que la mayoría de las variables e indicadores no siguieron una distribución normal, se realizó la misma estadística descriptiva que en los otros sistemas de producción, a partir de la Mediana como medida de posición central, los valores mínimos y máximos (que determinan el rango muestral), el Cuartil 1 -C1- o inferior (25%), el Cuartil 3 -C3- o superior (75%), el Percentil 15 -P15- (15%), el Percentil 85 -P85- (85%) y el MAD (Desviación absoluta de la mediana), que es la mediana de los desvíos absolutos respecto de la mediana. Los cuartiles y la mediana dividen a la muestra ordenada en cuatro partes igualmente pobladas. Entre los Cuartiles 1 y 3 se hallan, aproximadamente, el 50% central de los datos; entre los Percentiles 15 y 85, aproximadamente el 70% central de los mismos.

Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno

Las Medidas Resumen de los distintos indicadores calculados para las UdAs de los sistemas intensivos se presentan, a continuación, en el Cuadro III.d.1.

Cuadro III.d.1. Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno de las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires (C1 y C3: cuartil 1 y 3; P15 y P85: percentil 15 y 85; MAD: Desviación absoluta de la mediana).

Subgrupo Indicadores		Indicador	n	Mediana	Mín	Máx	C1	C3	P15	P85	MAD
BALANCE DE NUTRIENTES	Sistémico/ambiental	Bal. Corral (kgN/ha/día)	35	15,70	3,96	68,60	8,35	28,99	6,52	58,75	8,70
	Productivo/ambiental	Bal-Prod-Eg (gN/kgPV-Eg)	35	21,47	2,45	71,10	9,04	32,11	7,24	39,1	10,64
		Bal-Prod-Pr (gN/kgPV-Pr)	35	111,31	38,20	237,31	73,78	159,98	66,98	167,84	40,35
		Eco-Ef (kgPV/kgN)	35	8,98	4,21	26,18	6,25	13,55	5,96	14,93	3,08
	Excreción ambiental	Bal/kgPV (gN/kgPV/d)	35	0,44	0,11	0,82	0,40	0,50	0,35	0,52	0,05
		Bal/cab (gN/cab/d)	35	87,21	27,14	205,22	63,63	122,37	52,16	148,16	31,14
USO DE NUTRIENTES	Énfasis ambiental	leUN (%)	35	44,29	8,32	72,48	25,09	54,32	21,14	59,15	14,52
		CNu-I/E (kgN/kgN)	35	1,80	1,09	3,63	1,33	2,19	1,27	2,45	0,39
	Énfasis productivo	EUNTS (%)	35	53,77	27,52	91,68	45,68	74,91	40,85	78,86	12,92
		EUNTS-Pr (%)	35	10,73	3,42	25,65	7,01	12,23	6,52	12,99	2,07
		Bal-Nu-Eg (kgN/kgN-Eg)	35	0,80	0,09	2,63	0,33	1,19	0,27	1,45	0,39
		Bal-Nu-Pr (kgN/kgN-Pr)	35	4,12	1,41	8,79	2,73	5,93	2,48	6,22	1,50

Bal. Corral: balance por hectárea de corral por día; **Bal/cab:** balance por cabeza;

Bal/kgPV: balance por kilo de peso vivo; **Bal-Nu-Eg:** balance por Nutriente en producto Egresado;

Bal-Nu-Pr: balance por Nutriente en producto Producido;

Bal-Prod-Eg: balance por producto (kilo de peso vivo) Egresado

Bal-Prod-Pr: balance por producto (kilo de peso vivo) Producido

CNu-I/E: indicador de Consumo de Nutrientes; **Eco-Ef:** Ecoeficiencia

EUNTS: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente Total en el Sistema

EUNTS-Pr: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente Total por la Producción

leUN: indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes

Los valores individuales de los indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno para cada una de las 35 UdAs analizadas se encuentran en la Tabla AIII.19 y AIII.20 del Anexo “Resultados”.

Desde un enfoque del sistema semiintensivo más del lado ambiental, se puede ver que:

- El **Balance corral de N** resultó siempre positivo, quedando por hectárea por día, en exceso, entre 3,96 y 68,60 kg N/ha/día como valores extremos. El valor de la mediana de 15,70 kg N/ha/día, llevado al año daría un excedente de 5730,50 kg N/ha/año, en el supuesto caso de que los corrales no tuvieran descanso en su ocupación a lo largo del año. El valor mínimo correspondió al corral ITLI6 en Trenque Lauquen con la mínima carga animal (1,02 kg/m²) y máxima densidad (0,98 m²/kg), con 1,98% N en la dieta (PB= 12,38%), y el valor máximo al corral IBall6 en Balcarce, con carga de 10,89 kg/ m² y densidad de 0,09 m²/kg, y 2,59% N en la dieta (PB= 16%).

- El indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes **-leUN-** presentó una mediana de 44,29% con un rango entre percentiles 15 y 85 de 38%, asemejándose su valor máximo (72,48%) al de planteos base pastoril. Visto desde las unidades de N, el indicador de Consumo de Nutrientes **CNu-I/E** arrojó un valor de mediana de 1,80 kg N/kg N, con un valor mínimo casi de 1 para categoría Terneros de peso medio 130 kg y dieta con 1,98% de N (PB= 12,38) -UdA ITLI17 en Trenque Lauquen- y un valor máximo que lo supera en 3,3 veces, correspondiendo también a categoría Ternero, pero más pesado, con peso medio de 210 kg y con una dieta con 2,3% de N (PB= 14,36) -UdA ICAI1 de Carmen de Areco-. Para el mínimo CNu-I/E correspondió el mínimo leUN (8,32%), y para el máximo CNu-I/E de 3,63 kg N/kg N el máximo leUN (72,48%).

- La cantidad de N excedente (calculado a través del balance) por cabeza o por kilo de peso vivo según carga animal, además de reflejar la excreción ambiental, revela cuánto nitrógeno ingresado se dejó de utilizar por animal o por kilogramos de stock medio del corral. Para el sistema intensivo, como se vio precedentemente en la Figura III.d.2, el ingreso de N

depende fundamentalmente de los alimentos y de los animales propiamente dicho, aproximando una valoración de la eliminación del N en las excretas totales del animal. El indicador **Bal/cab** arrojó un valor de mediana de 87 g N/cab/d para todos los corrales y categorías, con peso vivo medio de 210 kg. Para independizarse de los distintos pesos vivos (categorías) se calculó la excreción por kilo de peso vivo, arrojando para el indicador **Bal/kgPV** un valor de mediana de 0,44 g N/kg PV/d, llegando a un máximo de 0,82 g N/kg PV/d para categoría Ternero (210 kg peso medio) -ICAI1 en Carmen de Areco-, con excreción de 172,95 g N/cab/d, que no se correspondió con la excreción máxima por cabeza por día, la que fue de 205,22 g N/cab/d para categoría Novillo (420 kg peso medio) con excreción por kilo de peso de 0,49 g N/kg PV/d -ITLI12 en Trenque Lauquen-.

Con un abordaje del sistema intensivo desde una perspectiva más productiva, nos encontramos con que:

- El sistema intensivo utilizó el N ingresado para producir y egresar animales -carne- al exterior con una eficiencia del 53,77%, valor de la mediana del **EUNTS**, pero con una eficiencia del 10,73% -**EUNTS-Pr**- cuando solo se considera la producción de carne de los mismos. Esta situación muestra que los kilogramos de carne producidos en ese ciclo (animales) expresados en nitrógeno, fueron menores a los kilogramos de animales exportados de los corrales, también expresados en nitrógeno. Esto es así, debido a que al egresar los animales tienen incorporados los kilogramos de peso producidos más los kilogramos de peso con los que iniciaron el engorde. La diferencia entre el valor mínimo y máximo para el EUNTS fue mucho más importante que para EUNTS-Pr. *Estas diferencias estarían señalando mayores discrepancias en el manejo de los egresos de animales (categorías y pesos) que en la eficiencia de producción propiamente dicha (en relación con la utilización del nitrógeno externo), la cual está regida biológicamente en forma mucho más estrecha.*

- Dentro de los indicadores relacionados con los kilogramos de peso vivo, la mediana del indicador de **Eco-Eficiencia** arrojó que se produjeron 8,98 kg de peso vivo por cada kg

de N excedente en el Balance corral, con valores para los cuartiles y percentiles muy semejantes, llegando a producirse un máximo de 26 kg de peso por kg N excedente en la UdA ITLI5 en Trenque Lauquen, categoría Ternero con el peso medio más bajo, 90 kg; y la menor Eco-Eficiencia de 4,21 kg PV/kg N se obtuvo en IBall3 en la localidad de Balcarce, categoría Novillo con baja ganancia diaria de peso para un sistema intensivo (0,500 kg/cab/día). En cambio, puesto el foco en el uso del nitrógeno, la mediana del indicador **Bal-Prod-Pr** mostró que sobraron 111,31 g N por kilo de peso vivo producido (mínimo y máximo inverso a los valores del indicador Eco-Ef), mientras que por kilo de peso egresado, sobraron 21,47 g N **-Bal-Prod-Eg-**, valores más bajos que el de Bal-Prod-Pr, debido a que egresan más kilogramos de peso que los que se producen, como se explicara anteriormente.

- Los indicadores de Uso de nutrientes referidos al contenido de N de los productos, Bal-Nu-Eg y Bal-Nu-Pr mostraron el mismo tipo de relación que los indicadores previamente mencionados, pero considerando el N total producido y egresado. La Mediana para **Bal-Nu-Eg** fue 0,8 kg N /kg N-Eg en producto total egresado y para **Bal-Nu-Pr** 4,12 kg N /kg N-Pr en producto total producido.

Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y Parámetros productivos.

Se realizó el Análisis de Correlación de Spearman entre los Indicadores de Manejo y Uso de N, los ingresos y egresos de N totales e ingreso de N por animales y alimentos, como componentes del balance que resultaron correlacionar con el Balance corral de N y los parámetros productivos que mostraron correlaciones significativas entre ellos o con los ingresos de N (ver Tabla AIII.21 de Anexo “Resultados”).

En el Análisis de Correlación se observa que de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno presentaron correlación significativa al 5% el indicador de Eco-eficiencia, en forma negativa, con el Peso vivo medio ($r_s = -0,85$) y la Conversión alimenticia -IC- ($r_s = -0,89$), y por ende, el Bal-Nu-Pr correlacionó con los mismos valores de coeficientes pero en forma positiva. Con la Producción de Carne y con la Carga Animal, solo correlacionó el Balance corral de N, tal como se explicitara previamente, con valores absolutos superiores a $r_s = 0,80$. Con menor valor del coeficiente de correlación, pero importante desde el punto de vista de la excreción de N, el Balance de N por cabeza correlacionó con el Peso vivo medio ($r_s = 0,69$), relación graficada en la Figura III.d.17.

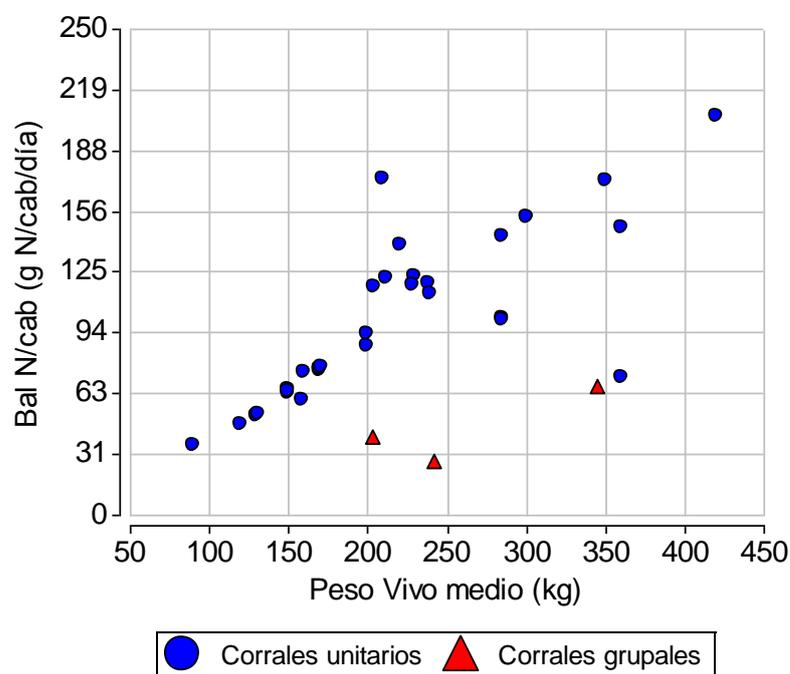


Figura III.d.17. Excreción de N por animal (g N/cab/día) en función del peso vivo medio (kg) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

Visto las correlaciones significativas del indicador de Eco-eficiencia, se realizó para las 35 UdAs un **Análisis de Regresión Lineal Simple** de dicho indicador con el peso vivo medio y con la conversión alimenticia, obteniendo Modelo de Regresión solo para:

- ✓ Eco-eficiencia con Peso vivo medio

El modelo para sistemas intensivos resultó

$$\text{Eco-Ef} = 21,62 + (-0,05) * \text{PV medio (kg)} = \text{kg PV} / \text{kg N de Balance}$$

$$R^2 = 0,62$$

El peso vivo medio (X) en el modelo estimado $y = - 21,62 + (-0,05) * X$ explicó el 62% de la variabilidad del valor de la Eco-eficiencia en la población de corrales y sistemas intensivos de la pcia. de Buenos Aires. Si bien el coeficiente de determinación no es alto, resulta interesante poder tener una estimación sencilla de los kilogramos de carne (peso) que se pueden producir en relación al Balance corral de nitrógeno. En la Figura III.d.18 se encuentra graficada dicha regresión lineal.

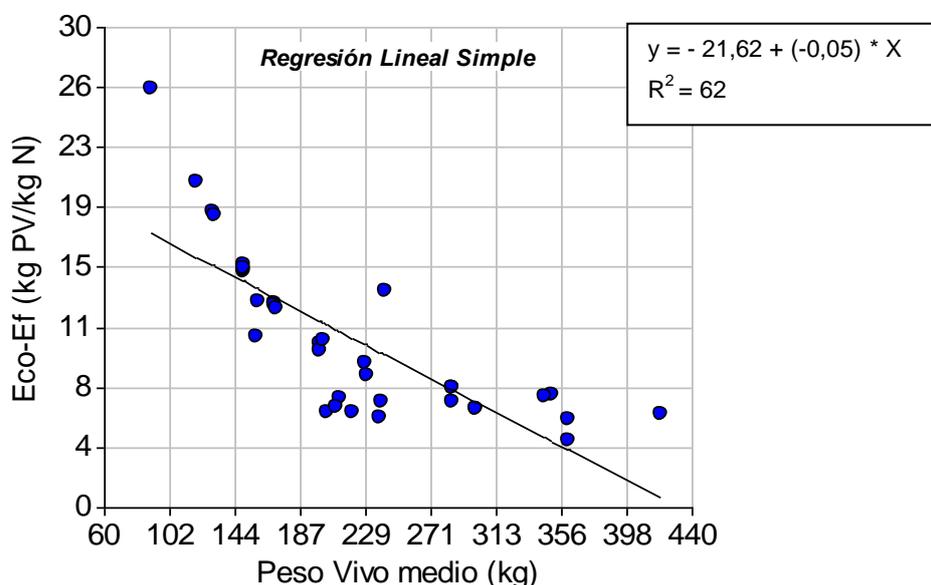


Figura III.d.18. Indicador de Eco-eficiencia (kg PV/kg N) en función del peso vivo medio (kg) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

- El **Balance corral de N** fue el único indicador que correlacionó con los Ingresos de N por Alimentos ($r_s = 0,99$) y con menor valor con los Ingresos totales de N ($r_s = 0,79$), tal como se presentara previamente.

Relaciones entre los distintos Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno

Con valores de coeficiente de correlación de Spearman superiores a 0,80 correlacionaron entre sí solo algunos de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno, acorde a los constituyentes propios de cada uno, ya sea en sentido positivo o negativo.

- Correlaciones con valor $r_s \geq 0,99$ (valor absoluto) referidos al nitrógeno/producto egresado

Las correlaciones positivas $r_s = 1$ se dieron entre leUN y CNU-I/E; leUN y Bal-Nu-Eg, por ende, entre CNU-I/E y Bal-Nu-Eg. Las correlaciones negativas $r_s = -0,99$ se dieron entre EUNTS e leUN; por ende, entre EUNTS y CNU-I/E y entre EUNTS y Bal-Nu-Eg. Encontramos, así, dos indicadores de uso de nitrógeno con énfasis ambiental (leUN y CNU-I/E) que nos refieren una situación de manejo del nutriente bajo un enfoque porcentual o de kilogramos de N; y otros dos indicadores con énfasis productivo (EUNTS y Bal-Nu-Eg) que nos refieren la situación, también, bajo el mismo enfoque, porcentual o de kilogramos de N, al igual que en los otros dos sistemas de producción de carne.

- Correlaciones con valor $r_s \geq 0,99$ (valor absoluto) referidos al nitrógeno/producto producido

Hubo correlación negativa de Eco-Ef con Bal-Nu-Pr y Bal-Prod-Pr ($r_s = -1$) y correlación positiva entre Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Eg ($r_s = 1$).

- Correlaciones referidas al Balance corral y a la Excreción ambiental

El Balance corral de N no correlacionó con ningún Indicador de Manejo y Uso de Nitrógeno. La excreción ambiental referida a kilo de peso vivo (Bal/kgPV) no correlacionó con ningún indicador, salvo con Bal/cab en forma positiva ($r_s = 0,76$). La excreción por cabeza (Bal/cab) correlacionó en forma positiva con Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr ($r_s = 0,80$), y en forma negativa con Eco-Ef ($r_s = -0,80$) (Figura III.d.19). En la misma podemos observar que las excreciones superiores al valor de la mediana (Bal/cab: 87 g N/cab/día) corresponden,

aproximadamente en su mayoría, a UdAs con valores de Eco-Ef inferiores al valor de su mediana (Eco-Ef: 9 kg PV/kg N) -ambas medianas señalizadas con líneas punteadas-.

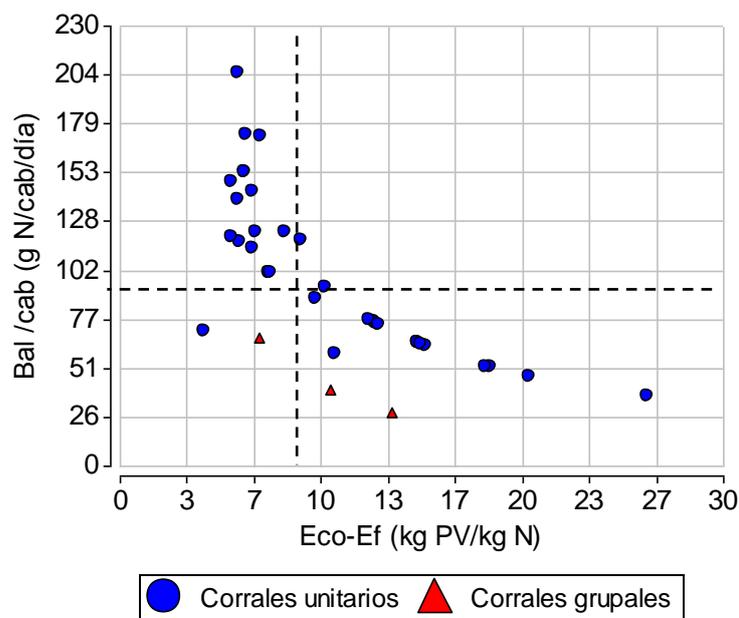


Figura III.d.19. Excreción de N por animal (g N/cab/día) en función del indicador de Eco-eficiencia (kg PV/kg N) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

Se observa, así, como a través de dos indicadores fáciles de interpretar, Bal/cab y Eco-Ef, se puede mostrar que la buena a alta productividad en función del uso del nitrógeno (Eco-Ef) se acompaña de una mediana a baja excreción ambiental del mismo, evaluada a partir de los animales (Bal/cab).

Descripción de los sistemas intensivos de producción de carne a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno

La selección final de los indicadores se realizó tomando en consideración, al igual que en los otros sistemas de producción, los objetivos de que puedan brindar información, tanto ambiental como productiva, desde un punto de vista académico científico y también, desde otro más fácil de interpretar a nivel de campo; y que sirvan para la comparación entre los distintos sistemas de producción de carne. Se tuvieron en cuenta los resultados del Análisis de Correlación de Spearman y las Medidas Resumen de los distintos indicadores.

Si la descripción del manejo del nitrógeno pretende ser más fácil de interpretar a nivel productivo, los indicadores más apropiados serían:

- Balance corral de N -Bal N- (kg/ha/día)
- Eficiencia de Uso de Nutriente Total en el Sistema -EUNTS - (%)
- Eficiencia de Uso de Nutriente Total por la Producción -EUNTS-Pr- (%)
- Consumo de Nutrientes -CNU-I/E- (kg N/kg N)
- Eco-eficiencia productiva -Eco-Ef- (kg PV/kg N)
- Balance por cabeza -Bal/cab- (g N/cab/d)
- Balance por kilo de peso vivo -Bal/kgPV- (g N/kg PV/d)

Si la descripción del manejo del nitrógeno pretende enfocarse en el manejo ambiental del nitrógeno, los indicadores más apropiados serían:

- Balance corral de N -Bal N- (kg/ha/día)
- Indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes -leUN- (%)
- Consumo de Nutrientes -CNU-I/E- (kg N/kg N)
- Balance por cabeza -Bal/cab- (g N/cab/d)
- Balance por kilo de pesos vivo -Bal/kgPV- (g N/kg PV/d)
- Balance por Producto Producido -Bal-Prod-Pr- (g N/kg PV-Pr)
- Balance por Nutriente en producto Egresado -Bal-Nu-Eg- (kg N/kg P-Eg)
- Balance por Nutriente en producto Producido -Bal-Nu-Pr- (kg N/kg N-Pr)

- ✓ La descripción a nivel productivo se focalizó en la eficiencia de producción del sistema y en expresar indicadores en kilogramos de peso producidos.
- ✓ La descripción orientada al manejo ambiental del nutriente focalizó en los excedentes del mismo y en la productividad, dado que las correlaciones con parámetros productivos propios del sistema intensivo (peso vivo medio y conversión alimenticia por lote y ciclo de engorde) estuvieron dadas por indicadores de manejo de nitrógeno relacionados con la producción (y no con el egreso), como ser Eco-eficiencia y Balance por kilo de peso Producido.
- ✓ La descripción completa abarca a todos los indicadores involucrados.

Para la descripción de los sistemas de producción de carne intensivos se eligieron, nuevamente, los valores que representan al Percentil 15 y al Percentil 85, englobando entre ambos, el 70% central de las observaciones (valores de los indicadores). Esto permitió identificar rangos de variación de los indicadores, que a su vez, sirvieron para diferenciar los sistemas de producción de carne bovina (extensivos; extensivos con suplementación - semiintensivos-; intensivos en corrales de engorde) y compararlos entre sí.

Para esta muestra de sistemas intensivos de producción de carne, el rango entre los percentiles P15 y P85 de los indicadores resultó solo brevemente superior al intercuartílico, por lo cual el 70 % central de las observaciones abarcó una cantidad algo mayor de valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno que el 50% central. Los percentiles 15 y 85 dejaron fuera el 23,5% de los valores de los indicadores.

En el Cuadro III.d.2 figuran los indicadores elegidos con sus respectivos rangos de valores, seleccionados a partir de los percentiles P15 (15%) y P85 (85%). Los valores presentados consideran sistemas intensivos de producción de carne bajo un manejo

promedio zonal y corrales de engorde con oferta de nutrientes ajustada a los requerimientos, especialmente energéticos y proteicos.

Cuadro III.d.2. Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y sus rangos de valores que describen a los sistemas intensivos de producción de carne bovina.

- **Balance Corral de N:** 6,50 - 59 kg N/ha/día
- **leUN:** 21 - 59 %
- **CNu-I/E:** 1,30 - 2,50 kg N/kg N
- **EUNTS:** 40 - 79 %
- **EUNTS-Pr:** 6,50 - 13 %
- **Bal-Nu-Eg:** 0,30 - 1,50 kg N/kg N-Eg
- **Bal-Nu-Pr:** 2,50 - 6,50 kg N/kg N-Pr

- **Eco-Ef:** 6 - 15 kg PV/kg N
- **Bal-Prod-Pr:** 65 - 170 g N/kg PV-Pr
- **Bal/cab:** 50 - 150 g N/cab/d
- **Bal/kgPV:** 0,35 - 0,50 g N/kg PV/d

Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo

Las Medidas Resumen de los distintos indicadores calculados para las UdAs de los sistemas Intensivos se presentan, a continuación, en el Cuadro III.d.3, y los valores individuales de los indicadores para cada una de las 35 UdAs analizadas se encuentran en la Tabla AIII.22 y AIII.23 del Anexo “Resultados”.

Cuadro III.d.3. Medidas Resumen de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo de las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina, pertenecientes a la provincia de Buenos Aires (C1 y C3: cuartil 1 y 3; P15 y P85: percentil 15 y 85; MAD: Desviación absoluta de la mediana).

Subgrupo Indicadores		Indicador	n	Mediana	Mín	Máx	C1	C3	P15	P85	MAD
BALANCE DE NUTRIENTES	Sistémico/Ambiental	Bal. Corral (kgP/ha/día)	35	2,58	0,67	10,36	1,44	5,56	1,18	6,03	1,40
	Productivo/ambiental	Bal-Prod-Eg (gP/kgPV-Eg)	35	3,60	0,49	9,79	1,83	5,80	1,20	7,22	1,77
		Bal-Prod-Pr (gP/kgPV-Pr)	35	17,47	6,28	48,91	12,02	28,68	11,62	31,01	5,54
		Eco-Ef (kgPV/kgP)	35	57,24	20,44	159,31	34,86	83,18	32,25	86,07	22,38
	Excreción ambiental	Bal/kgPV (gP/kgPV/d)	35	0,08	0,02	0,13	0,06	0,08	0,05	0,10	0,01
		Bal/cab (gP/cab/d)	35	13,71	4,27	42,06	11,33	19,26	9	27,52	3,59
USO DE NUTRIENTES	Énfasis ambiental	IeUN (%)	35	33,62	6,45	57,96	20,52	44,95	14,42	50,40	11,33
		CNu-I/E (kgP/kgP)	35	1,51	1,07	2,38	1,26	1,82	1,17	2,02	0,25
	Énfasis productivo	EUNTS (%)	35	66,38	35,77	93,55	55,05	79,48	49,60	85,58	11,33
		EUNTS-Pr (%)	35	12,04	3,49	31,25	7,69	17,21	6,92	18,68	4,45
		Bal-Nu-Eg (kgP/kgP-Eg)	35	0,51	0,07	1,38	0,26	0,82	0,17	1,02	0,25
		Bal-Nu-Pr (kgP/kgP-Pr)	35	2,46	0,88	6,89	1,69	4,04	1,64	4,37	0,78

Bal. Corral: balance por hectárea de corral por día; **Bal/cab:** balance por cabeza

Bal/kgPV: balance por kilo de peso vivo; **Bal-Nu-Eg:** balance por Nutriente en producto Egresado

Bal-Nu-Pr: balance por Nutriente en producto Producido

Bal-Prod-Eg: balance por producto (kilo de peso vivo) Egresado

Bal-Prod-Pr: balance por producto (kilo de peso vivo) Producido

CNu-I/E: indicador de Consumo de Nutrientes; **Eco-Ef:** Ecoeficiencia

EUNTS: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente Total en el Sistema

EUNTS-Pr: indicador de Eficiencia de Uso de Nutriente Total por la Producción

IeUN: indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes

Desde un enfoque del sistema Intensivo desde el aspecto ambiental, podemos ver que:

- El **Balance corral de P** resultó siempre positivo, aunque menor que para el nitrógeno, quedando por hectárea por día, en exceso, entre 0,67 y 10,36 kg P/ha/día como valores extremos. El valor de la mediana de 2,58 kg P/ha/día, llevado al año daría un excedente de 942 kg P/ha/año, en el supuesto caso que los corrales no tuvieran descanso en su ocupación a lo largo del año. El valor mínimo correspondió al corral ITLI6 en Trenque Lauquen (igual que para el nitrógeno) con la mínima carga animal (1,02 kg/m²) y máxima densidad (0,98 m²/kg), con 0,40% P en la dieta, y el valor máximo al corral IArI de destete anticipado en Las Armas, con carga de 7,93 kg/m² y densidad de 0,13 m²/kg, y 0,73% P en la dieta -ración con suplemento con 3,5% de fósforo-.

- El indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes **-leUN-** presentó una mediana de 33,62% con un rango entre percentiles 15 y 85 de 36%, semejante al nitrógeno, con valor máximo de casi 58%. Visto desde las unidades de P, el indicador de Consumo de Nutrientes **CNu-I/E** arrojó un valor de mediana de 1,51 kg P/kg P, con un valor mínimo casi de 1 para la misma categoría Terneros de peso medio 130 kg y dieta con 0,31% de P -UdA ITLI17 en Trenque Lauquen-, y un valor máximo de 2,38 kg P/kg P para la UdA ICAI4 de Carmen de Areco (grupo de corrales de feedlot) con categorías de vaquillonas y novillitos de peso medio 241 kg y una dieta con 0,40% de P. Para el mínimo CNu-I/E correspondió el mínimo leUN (6,45%), y para el máximo CNu-I/E correspondió el máximo leUN (57,96%).

- La cantidad de P excedente (calculado a través del balance) por cabeza o por kilo de peso vivo según carga animal, además de reflejar la excreción ambiental, revela cuánto fósforo ingresado no fue utilizado por los animales del corral. Al igual que para el N, el ingreso dependió de los alimentos y de los animales propiamente dicho, aproximando a una valoración de la eliminación total de P en las excretas. El indicador **Bal/cab** arrojó un valor de mediana de 13,71g P/cab/d para todos los corrales y categorías, con peso vivo medio de 210 kg, y la excreción por kilo de peso vivo arrojó para el indicador **Bal/kgPV** un valor de mediana de 0,08 g P/kg PV/d, llegando a un máximo de solamente 0,13 g P/kg PV/d para

categoría Ternero (158,50 kg peso medio) -IArl en Las Armas-, con excreción de 20,71 g P/cab/d. Este valor de excreción no se correspondió con la excreción máxima por cabeza por día, la que fue de 42,06 g P/cab/d para categoría Novillo (420 kg peso medio) con excreción por kilo de peso de 0,10 g P/kg PV/d -ITLI12 en Trenque Lauquen-, al igual que ocurrió con el nitrógeno.

Con un abordaje del sistema intensivo desde una perspectiva más productiva, nos encontramos con que:

- El sistema intensivo utilizó el P ingresado para producir y egresar animales -carne- al exterior con una eficiencia del 66,38%, valor de la mediana del **EUNTS**, pero con una eficiencia del 12,04% -**EUNTS-Pr**- cuando solo se considera la producción de carne de los mismos. Esta situación muestra que los kilogramos de carne producidos en ese ciclo (animales) expresados en fósforo, fueron menores a los kilogramos de animales exportados de los corrales, también expresados en fósforo. La explicación sería la misma que para el nitrógeno, los animales, al egresar tienen incorporados los kilogramos de peso producidos más los kilogramos de peso con los que iniciaron el engorde.

- Dentro de los indicadores relacionados con los kilogramos de peso vivo, la mediana del indicador de **Eco-Eficiencia** arrojó que se produjeron 57,24 kg de peso vivo por cada kg de P excedente en el Balance corral, con valores para los cuartiles y percentiles muy semejantes, llegando a producirse un máximo de 159 kg de peso por kg P excedente en la UdA ITLI5 en Trenque Lauquen, categoría Ternero con el peso medio más bajo, 90 kg; y la menor Eco-Eficiencia de 20,44 kg/kg P se obtuvo en IBall3 en la localidad de Balcarce, categoría Novillo con baja ganancia diaria de peso para un sistema intensivo (0,500 kg/cab/día) -mismas UdAs que para el nitrógeno-.

Por otro lado, puesto el foco en el uso del nutriente, la mediana del indicador **Bal-Prod-Pr** mostró que sobraron 17,47 g P por kilo de peso vivo producido (valores mínimo y máximo inverso a los valores del indicador Eco-Ef), mientras que por kilo de peso egresado,

sobraron 3,6 g P **-Bal-Prod-Eg-**, valores más bajos que los de Bal-Prod-Pr, debido a que egresan más kilogramos de peso que los que se producen, como se explicara anteriormente.

- Los indicadores de Uso de nutrientes referidos al contenido de P de los productos, Bal-Nu-Eg y Bal-Nu-Pr mostraron el mismo tipo de relación que los indicadores previamente mencionados, pero considerando el P total producido y egresado. La Mediana para **Bal-Nu-Eg** fue 0,51 kg P /kg P-Eg en producto total egresado y para **Bal-Nu-Pr** 2,46 kg P /kg P-Pr en producto total producido.

Relación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y Parámetros productivos.

Se realizó el Análisis de Correlación de Spearman entre los Indicadores de Manejo y Uso de P, los ingresos y egresos de P totales e ingreso de P por animales y alimentos, como componentes del balance que resultaron correlacionar con el Balance corral de P y los parámetros productivos que mostraron correlaciones significativas entre ellos o con los ingresos de P (ver Tabla AIII.24 de Anexo "Resultados").

En el Análisis de Correlación se observa que de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo presentaron correlación significativa al 5% el indicador de Eco-eficiencia, en forma negativa con el peso vivo medio ($r_s = -0,78$) y la conversión alimenticia -IC- ($r_s = -0,87$), y Bal-Nu-Pr y Bal-Prod-Pr con los mismo valores de coeficiente, pero en forma positiva. Con la Producción de Carne y con la Carga Animal, solo correlacionó el Balance corral de P tal como se explicitara previamente, con valores absolutos superiores a $r_s = 0,78$. Con menor valor del coeficiente de correlación, pero importante desde el punto de vista de la excreción de P, el Balance de P por cabeza correlacionó con el Peso vivo medio ($r_s = 0,62$), relación graficada en la Figura III.d.20.

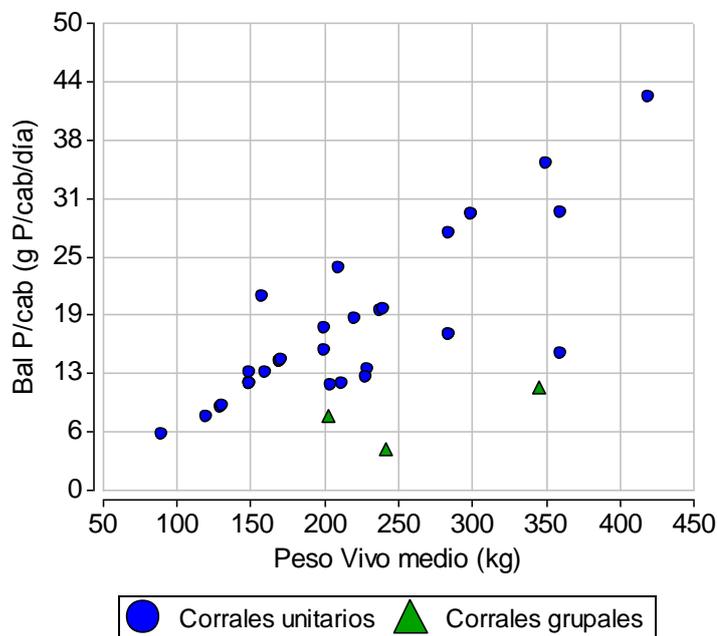


Figura III.d.20. Excreción de P por animal (g P/cab/día) en función del Peso vivo medio (kg PV) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

Visto las correlaciones significativas del indicador de Eco-eficiencia, se realizó para las 35 UdAs un **Análisis de Regresión Lineal Simple** de dicho indicador con el peso vivo medio y con la conversión alimenticia, obteniendo Modelo de Regresión solo para:

- ✓ Eco-eficiencia con Peso vivo medio

El modelo para sistemas intensivos resultó

$$\text{Eco-Ef} = 128,27 + (-0,29) * \text{PV medio (kg)} = \text{kg PV} / \text{kg P de Balance}$$

$$R^2 = 0,59$$

El peso vivo medio (X) en el modelo estimado $y = -128,27 + (-0,29) * X$ explicó el 59% de la variabilidad del valor de la Eco-eficiencia en la población de corrales y sistemas

intensivos de la pcia. de Buenos Aires. Si bien el coeficiente de determinación no es alto, al igual que para el nitrógeno resulta interesante poder tener una estimación sencilla de los kilogramos de carne (peso) que se pueden producir en relación al Balance corral de fósforo. En la Figura III.d.21 se encuentra graficada dicha regresión lineal.

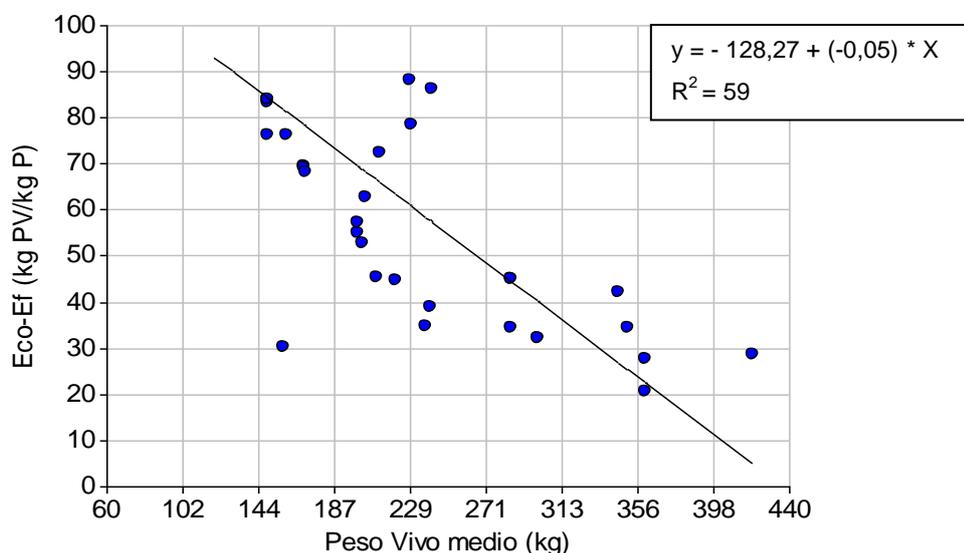


Figura III.d.21. Indicador de Eco-eficiencia (kg PV/kg P) en función del peso vivo medio (kg PV) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

- El **Balance corral de P** correlacionó positivamente con los Ingresos de P por Alimentos ($r_s= 0,98$) y con menor valor con los Ingresos totales de N ($r_s= 0,73$).

Relaciones entre los distintos Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo

Solo algunos de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo correlacionaron entre sí acorde a los constituyentes propios de cada uno, ya sea en sentido positivo o negativo.

- **Correlaciones con valor $r_s = 1$ (valor absoluto) referidos al fósforo/producto egresado**

Las correlaciones positivas $r_s= 1$ se dieron entre leUN y CNU-I/E; leUN y Bal-Nu-Eg, por ende, entre CNU-I/E y Bal-Nu-Eg. Las correlaciones negativas se dieron entre EUNTS e

leUN; por ende, entre EUNTS y CNU-I/E y entre EUNTS y Bal-Nu-Eg. Nuevamente, al igual que para el nitrógeno, encontramos indicadores de uso de fósforo con énfasis ambiental (leUN y CNU-I/E) y con énfasis productivo (EUNTS y Bal-Nu-Eg) que refieren la situación de manejo de nutrientes bajo un enfoque porcentual o de kilogramos de fósforo.

- Correlaciones con valor $r_s = 1$ (valor absoluto) referidos al fósforo /producto producido

Hubo correlación negativa de Eco-Ef con Bal-Nu-Pr y con Bal-Prod-Pr, y correlación positiva entre Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr.

- Correlaciones referidas al Balance corral y a la Excreción ambiental

El Balance corral de P no correlacionó con ningún Indicador de Manejo y Uso de Fósforo. La excreción ambiental referida a kilo de peso vivo (Bal/kgPV) no correlacionó con ningún indicador, salvo con Bal/cab en forma positiva ($r_s=0,71$). La excreción por cabeza (Bal/cab) correlacionó en forma positiva con Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Eg ($r_s=0,82$) y en forma negativa con Eco-Ef ($r_s= -0,82$) (Figura III.d.22). En la misma se puede observar que las excreciones superiores al valor de la mediana (Bal/cab: 14 g P/cab/día) corresponden, aproximadamente en su mayoría, a UdAs con valores de Eco-Ef inferiores al valor de su mediana (Eco-Ef: 57 kg PV/kg P) -ambas medianas señalizadas con líneas punteadas-.

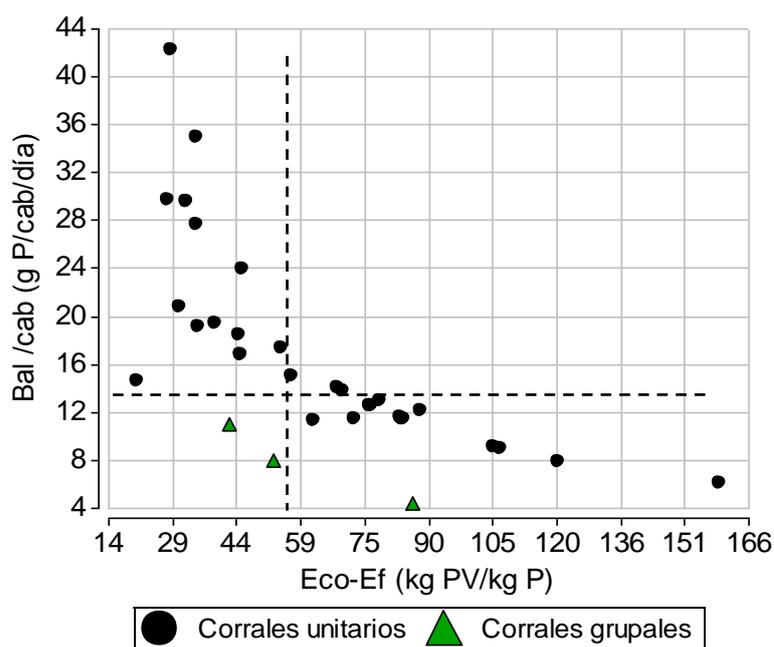


Figura III.d.22. Excreción de P por animal (g P/cab/día) en función del indicador de Eco-eficiencia (kg PV/kg P) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

Al igual que con el nitrógeno, través de dos indicadores fáciles de interpretar, Bal/cab y Eco-Ef, se puede mostrar que la buena a alta productividad en función del uso del fósforo (Eco-Ef) se acompaña de una mediana a baja excreción ambiental del mismo, evaluada a partir de los animales (Bal/cab).

Descripción de los sistemas intensivos de producción de carne a través de Descriptores/Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo

La selección final de los indicadores se realizó tomando en consideración los mismos presupuestos que para el nitrógeno (pág. 261).

Si la descripción del manejo del fósforo pretende ser más fácil de interpretar a nivel productivo, los indicadores más apropiados serían:

- Balance corral de P -Bal P- (kg/ha/día)
- Eficiencia de Uso de Nutriente Total en el Sistema -EUNTS - (%)
- Eficiencia de Uso de Nutriente Total por la Producción -EUNTS-Pr- (%)
- Consumo de Nutrientes -CNU-I/E- (kg P/kg P)
- Eco-eficiencia productiva -Eco-Ef- (kg PV/kg P)
- Balance por cabeza -Bal/cab- (g P/cab/d)
- Balance por kilo de pesos vivo -Bal/kgPV- (g P/kg PV/d)

Si la descripción del manejo del fósforo pretende enfocarse en el manejo ambiental del fósforo, los indicadores más apropiados serían:

- Balance corral de P -Bal P- (kg/ha/día)
- Indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes -IeUN- (%)
- Consumo de Nutrientes -CNU-I/E- (kg P/kg P)
- Balance por cabeza -Bal/cab- (g P/cab/d)
- Balance por kilo de pesos vivo -Bal/kgPV- (g P/kg PV/d)
- Balance por Producto Producido -Bal-Prod-Pr- (g P/kg PV-Pr)
- Balance por Nutriente en producto Egresado -Bal-Nu-Eg- (kg P/kg P-Eg)
- Balance por Nutriente en producto Producido -Bal-Nu-Pr- (kg P/kg P-Pr)

Al igual que para el nitrógeno, la descripción completa abarca a todos los indicadores involucrados, focalizándose la descripción a nivel productivo en la eficiencia de producción del sistema y en expresar indicadores en kilogramos de peso producidos. La descripción orientada al manejo ambiental del fósforo focalizó en sus excedentes, y lo mismo que para el nitrógeno, en los indicadores de manejo y uso de fósforo relacionados con la producción propiamente dicha (y no con el egreso), como ser Eco-eficiencia y Balance por kilo de peso producido.

Con igual criterio que para el nitrógeno se eligieron los valores que representan al Percentil 15 y al Percentil 85 (70% central de las observaciones).

Para esta muestra de sistemas intensivos de producción de carne, el rango entre los percentiles P15 y P85 de los indicadores resultó solo brevemente superior al intercuartílico, por lo cual el 70 % central de las observaciones abarcó una cantidad algo mayor de valores

de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno que el 50% central. Los percentiles 15 y 85 dejaron fuera el 23,5% de los valores de los indicadores.

En el Cuadro III.d.4 figuran los indicadores elegidos con sus respectivos rangos de valores, seleccionados a partir de los percentiles P15 (15%) y P85 (85%). Los valores presentados consideran sistemas intensivos de producción de carne bajo un manejo promedio zonal y corrales de engorde con oferta de nutrientes ajustada a los requerimientos, especialmente energéticos y proteicos.

Cuadro III.d.4. Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y sus rangos de valores que describen a los sistemas intensivos de producción de carne bovina.

- **Balance Corral de P:** 1 - 6 kg P/ha/día
- **leUN:** 14 - 50 %
- **CNu-I/E:** 1 - 2 kg P/kg P
- **EUNTS:** 48 - 86 %
- **EUNTS-Pr:** 6,50 - 19 %
- **Bal-Nu-Eg:** 0,15 - 1 kg P/kg P-Eg
- **Bal-Nu-Pr:** 1,50 - 4,50 kg P/kg P-Pr

- **Eco-Ef:** 30 - 86 kg PV/kg P
- **Bal-Prod-Pr:** 10 - 35 g P/kg PV-Pr
- **Bal/cab:** 9 - 28 g P/cab/d
- **Bal/kgPV:** 0,05 - 0,10 g P/kg PV/d

INDICADORES DE USO DE NUTRIENTES ASOCIADOS A LA ALIMENTACIÓN

Los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental asociados a la alimentación comprenden:

- indicadores referidos al subsistema “Rodeo”, relacionados con la eficiencia nutricional del alimento total ofrecido.
- indicadores relacionados con la cobertura de los requerimientos.

En los sistemas Intensivos toda el alimento ingresa desde el exterior hacia los corrales de encierre, por lo cual, solo existe el término referido a “alimento total”. En relación a la cobertura de los requerimientos, por el mismo motivo, no se da la ocasión de diferenciar la proporción cubierta por el alimento externo y por el alimento interno.

- Tomando en consideración la producción de carne, es decir, los kilogramos de peso vivo producidos, y el alimento total ofrecido, se calculó el indicador referido al subsistema “Rodeo”.

(EUNaT-R) Ef. de Uso de Nutrientes del alimento total por el Rodeo = NP en kilogramos de peso vivo producido (kg) / NP en alimento total ofrecido (kg) x 100 = %

Este indicador permite valorar la retención del nutriente en el animal, dado que su producción es el aumento de peso vivo.

- Tomando en consideración el alimento total ofrecido, por un lado, y los requerimientos por cabeza y por día, por otro, se calculó el indicador “Requerimientos cubiertos”.

(RC) Requerimientos cubiertos = NP de alimento total ofrecido (g NP/cabeza/día) / requerimiento nutriente (g NP/cabeza/día) x 100 = %

Este indicador señala qué proporción de los requerimientos del nutriente es cubierta o no, o cubierta en exceso, por el alimento total ofrecido (RC).

La prueba estadística de Shapiro - Wilks modificada para ver normalidad de la distribución arrojó, para nitrógeno normalidad solo para RC%, y para fósforo, solo para la Eficiencia de Uso de Nutriente en la alimentación Total por el Rodeo -EUNaT-R %- Debido a esto, se realizó la estadística descriptiva a partir de la Mediana y la Media como medidas de posición central, del Desvío estándar de la media como medida de dispersión, y de los cuartiles y percentiles 15 y 85.

Las Medidas Resumen de los Indicadores de Uso de Nutrientes asociados a la Alimentación, para nitrógeno, se presentan en el Cuadro III.d.5.

Cuadro III.d.5. Medidas Resumen del contenido de nitrógeno en el alimento e Indicadores de Nitrógeno asociados a la Alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires (D.E.: Desvío Estándar; C1 y C3: cuartil 1 y 3; P15 y P85: percentil 15 y 85).

Indicador	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana	C1	C3	P15	P85
Conc. N %	35	1,99	0,30	1,39	2,66	1,98	1,89	2,07	1,80	2,25
PB %	35	12,40	1,81	8,70	16,61	12,38	11,85	12,92	11,24	14,03
RC-N %	32	111,29	30,44	63	172	105,48	83,54	133,22	82,14	139,95
EUNaT-R %	35	21,62	8,54	10,22	49,07	19,52	14,47	26,85	13,86	28,74

Los Indicadores de Uso de Nutrientes para N, asociados a la alimentación, para cada una de las unidades de análisis con sistema intensivo de producción de carne se encuentran en las Tablas AIII.25 y AIII.26 del Anexo "Resultados.

Las Medidas Resumen de los Indicadores de Uso de Nutrientes asociados a la Alimentación, para fósforo, se presentan en el Cuadro III.d.6.

Cuadro III.d.6. Medidas Resumen del contenido de fósforo en el alimento e Indicadores de Fósforo asociados a la Alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires (D.E.: Desvío Estándar; C1 y C3: cuartil 1 y 3; P15 y P85: percentil 15 y 85).

Indicador	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana	C1	C3	P15	P85
Conc. P %	35	0,37	0,08	0,26	0,73	0,39	0,32	0,40	0,30	0,40
RC-P %	32	161,21	55,02	79	264,83	146,58	115,41	218,98	113,63	232,05
EUNaT-R %	35	29,48	9,68	12,68	53,08	30,65	19,84	37,13	18,63	37,93

Los Indicadores de Uso de Nutrientes para P, asociados a la alimentación, para cada una de las unidades de análisis con sistema intensivo de producción de carne se encuentran en las Tablas AIII.27 y AIII.28 del Anexo “Resultados”.

La concentración promedio de proteína bruta (y consecuente concentración de nitrógeno), y la concentración promedio de fósforo de todo el alimento resultaron acordes para llevar a cabo internadas de animales jóvenes (NRC, 1996; Schwab et al., 2005; Pfeffer et al., 2005), con valores para P en exceso (desde el valor del Percentil 15 en adelante), considerando que el P no absorbido se excreta al medio (Knowlton et al., 2004, Vasconcelos et al., 2007).

Entre los **indicadores de Nitrógeno** encontramos que:

1. los requerimientos de N fueron cubiertos en todas las categorías grandes (novillos y vaquillonas). Los terneros en los corrales con raciones con PB= 12 a 13%, no lograron cubrir sus requerimientos de N o lo hicieron en forma muy ajustada (RC-N alrededor del 100%).

2. los animales utilizaron el nitrógeno total del alimento con una eficiencia media del $21,62\% \pm 8,50\%$ (EUNaT-R), valor semejante al de la mediana, alrededor del 20%, lo cual significa que del total del N consumido quedó retenido en los animales alrededor del 20%. Los valores de eficiencia superiores al valor del Percentil 85 (28,74%) correspondieron a corrales en los que cubrieron menos del 83% de sus requerimientos de N, todos categoría de Terneros con pesos medios entre 90 y 130 kg. *Así, teniendo en cuenta los valores del indicador RC, la media del EUNaT-R para los corrales (n= 18) que cubrieron sus requerimientos de N (RC >100%) fue de 15,60 %.*

Entre los **indicadores de Fósforo** encontramos que:

1. los requerimientos de P fueron cubiertos en todas los corrales, a excepción de aquellos en que los terneros fueron muy livianos (90 a 130 kg peso medio), a pesar de haber tenido la ración 0,40% de fósforo.
2. los animales utilizaron el fósforo total del alimento con una eficiencia del 30% (EUNaT-R), valor tanto para la media como para la mediana, lo cual significa que del total del P consumido quedó retenido en los animales alrededor del 30%. Los valores de eficiencia superiores al P85 (38%) correspondieron a corrales en los que no cubrieron sus requerimientos de P, a excepción de un corral de vaquillonas en que tuvieron una cobertura de los requerimientos de P del 115%. *Así, teniendo en cuenta los valores del indicador RC, la media del EUNaT-R fue de 27 % para los corrales (n= 27) que cubrieron sus requerimientos de P (RC >100%).*

Relaciones entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances Corral de Nitrógeno y Parámetros productivos.

Se realizó el Análisis de Correlación de Spearman de los Indicadores de Uso de Nitrógeno asociados a la Alimentación con los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental, componentes del balance y los parámetros de producción, con significancia al 5% (Tabla AIII.21 de Anexo “Resultados”). En dicha tabla se encuentran resaltadas las correlaciones significativas.

En relación con los componentes de los Balances corral y parámetros de producción, solo hubo correlación significativa de los Requerimientos cubiertos de N (RC-N) con Peso vivo medio y con Conversión alimenticia, en forma positiva ($r_s > 0,80$), y de la Eficiencia de uso del N del alimento (EUNaT-R) con los mismos parámetros, pero en forma negativa (en la Figura III.d.23 se puede ver la relación con el Peso vivo medio). Queda reflejado que los animales más jóvenes, de menor peso, tienen mayor eficiencia de conversión, y por lo tanto, mayor eficiencia de uso de los nutrientes.

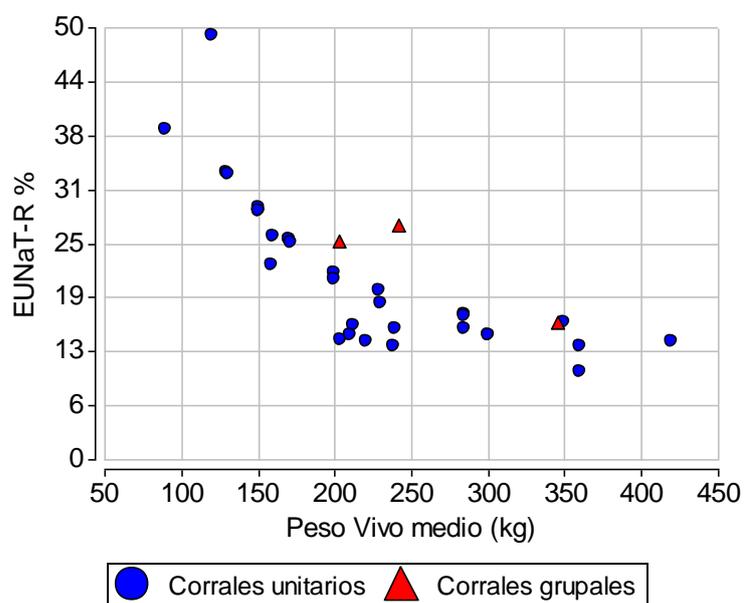


Figura III.d.23. Eficiencia de Uso del Nutriente -N- en el alimento por el Rodeo (%) en función del Peso vivo medio (kg) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

Entre los indicadores asociados a la alimentación, el EUNaT-R correlacionó en forma negativa con los RC-N ($r_s = -0,91$) (Figura III.d.24).

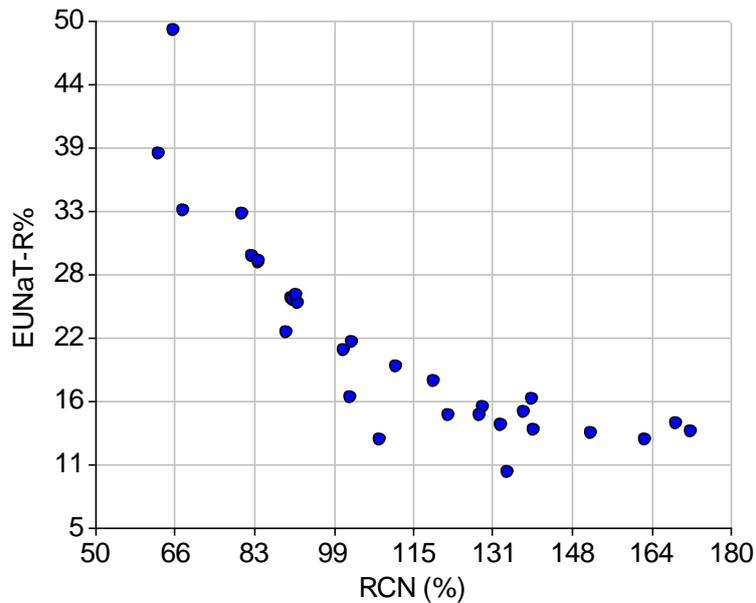


Figura III.d.24. Eficiencia de Uso del Nutriente -N- en el alimento por el Rodeo (%) en función de los Requerimientos cubiertos de N (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

Tanto en la Figura III.d.24 como en el Cuadro III.d.5, presentado previamente, se puede apreciar que para alrededor del 100 - 110% de RC-N correspondió la eficiencia media de uso del N del alimento, EUNaT-R, del 20 - 21%, con excepción de la UdA IBall4 con categoría novillo en terminación, con ganancia diaria de peso de 1,200 kg/día (EUNaT-R= 13%). Las eficiencias superiores se asocian a raciones que no llegaron a cubrir los requerimientos proteicos, es decir, de N en este caso. Por lo tanto, es importante calcular ambos indicadores, EUNaT-R y RC-N, para tener una valoración correcta de la eficiencia de uso del nitrógeno.

Teniendo en cuenta los RC, para los corrales que cubrieron sus requerimientos de N, la media del EUNaT-R fue de 15,6 %.

Entre los indicadores asociados a la alimentación y los indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno, RC-N correlacionó en forma positiva con Bal-Nu-Pr y con Bal-Prod-Pr ($r_s= 0,91$) (Figura III.d.25), y con la Excreción de nitrógeno por cabeza ($r_s= 0,85$). El exceso de N (RC-N >100%) no quedó retenido en el bovino, y por lo tanto, pasó a formar parte del Balance de N corral.

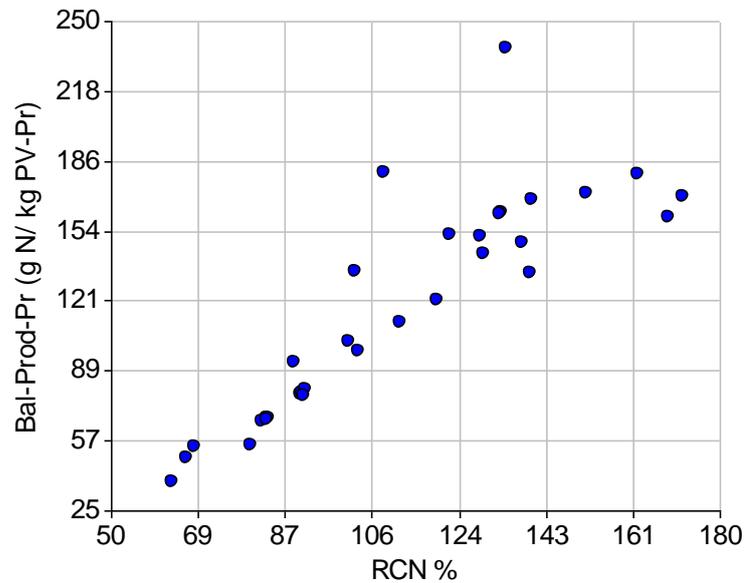


Figura III.d.25. Balance por producto Producido (kg N/kg PV-Pr) en función de los Requerimientos cubiertos de N (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

La Eco-eficiencia correlacionó en forma negativa con los RC-N ($r_s = -0,91$) (Figura III.d.26), lo que muestra que a medida que aumenta el exceso de cobertura de los requerimientos se producen menos kilogramos de peso por kilo de N excedente -N del balance corral-, además de disminuir el EUNaT-R, es decir, la eficiencia de uso del N del alimento.

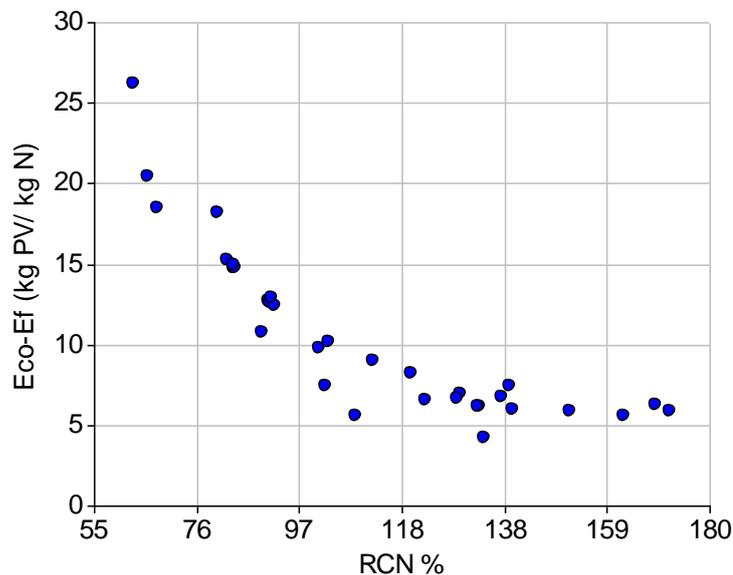


Figura III.d.26. Eco-eficiencia (kg PV/kg N) en función de los Requerimientos cubiertos de N (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

El EUNaT-R tuvo correlación positiva con Eco-Ef ($r_s= 1$) (Figura III.d.27) y negativa con los Balances por nutriente en Producto, Bal-Nu-Pr, y Balance por producto Producido, Bal-Prod-Pr, ($r_s= -1$); y también con Bal/cab ($r_s= -0,80$) (Figura III.d.28).

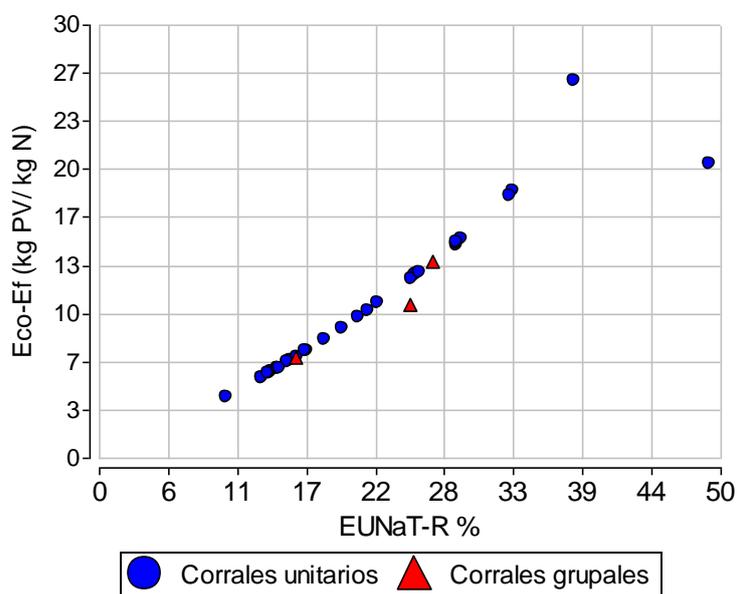


Figura III.d.27. Eco-eficiencia (kg PV/kg N) en función de la Eficiencia de Uso del nutriente -N- en el alimento por el Rodeo (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

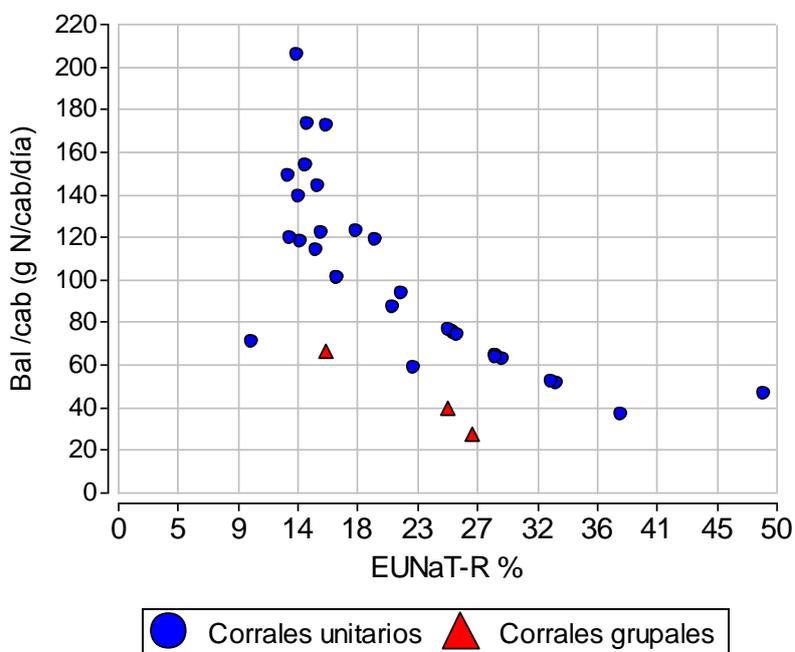


Figura III.d.28. Balance por cabeza (g N/cab/día) en función de la Eficiencia de Uso del nutriente -N- en el alimento por el Rodeo (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

A medida que aumentó la Eficiencia de uso del N del alimento se produjeron más kilogramos de peso por cada kilo de N de Balance corral y se excretó menos nitrógeno al medio, medido a través del indicador Bal/cab.

Relaciones entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances Corral de Fósforo y Parámetros productivos.

Se realizó el Análisis de Correlación de Spearman (al igual que se hizo con el nitrógeno) para los Indicadores de Uso de Fósforo asociados a la Alimentación con los Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental, componentes del balance y los parámetros de producción, con significancia al 5% (Tabla AIII.24 de Anexo “Resultados”). En dicha tabla se encuentran resaltadas las correlaciones significativas.

En relación con los componentes de los balances corral y parámetros de producción, solo hubo correlación significativa de los Requerimientos cubiertos de P (RC-P) con Peso vivo medio y con Conversión alimenticia en forma positiva ($r_s > 0,80$), y de la Eficiencia de uso del P del alimento (EUNaT-R) con los mismos parámetros, pero en forma negativa (en la Figura III.d.29 se puede ver la relación con la Conversión alimenticia). De igual forma que con el nitrógeno queda reflejado que a mayor conversión alimenticia (más kilogramos de alimento consumido por kilo de peso producido) menor eficiencia en el uso de los nutrientes, fósforo en este caso.

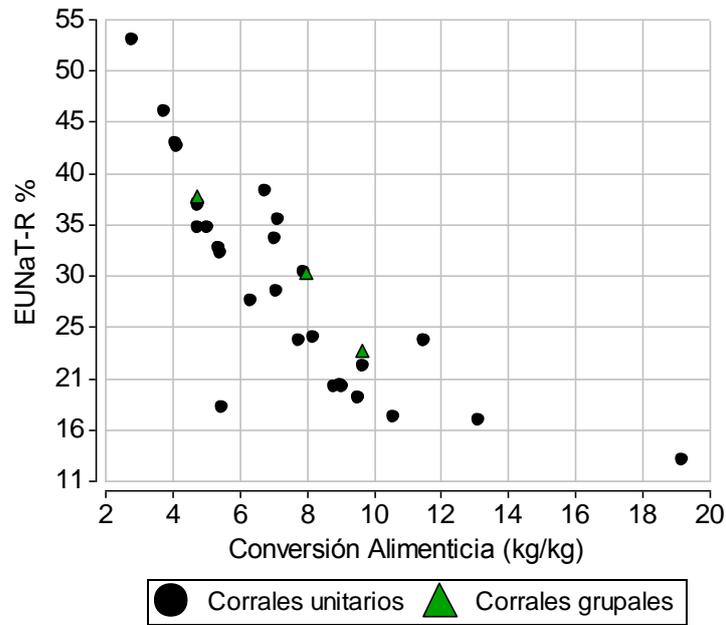


Figura III.d.29. Eficiencia de Uso del nutriente -P- en el alimento por el Rodeo (%) en función de la Conversión alimenticia (kg/kg) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

Entre los indicadores asociados a la alimentación y los indicadores de Manejo y Uso de Fósforo, RC-P tuvo correlación positiva con Bal-Nu-Pr y con Bal-Prod-Pr ($r_s = 0,96$), y con Excreción por cabeza ($r_s = 0,92$) (Figura III.d.30). Nuevamente, al igual que el nitrógeno, el exceso de P ($RC-P > 100\%$) no quedó retenido en el bovino y por lo tanto, pasó a formar parte del Balance corral de P, ya sea expresado por kilo de peso producido o por cabeza.

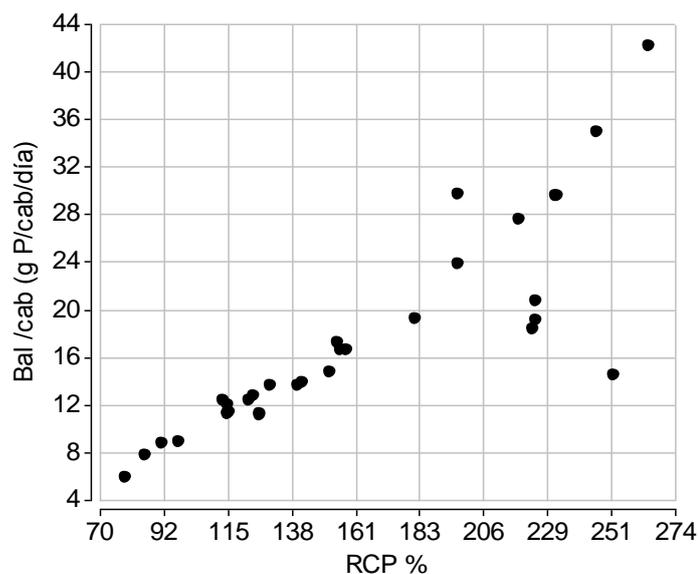


Figura III.d.30. Balance por cabeza (g P/cab/día) en función de los Requerimientos cubiertos de P (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

La Eco-eficiencia correlacionó en forma negativa con los RC-P ($r_s = -0,96$) (Figura III.d.31). A medida que aumenta el exceso de cobertura de los requerimientos se producen menos kilogramos de peso por kilo de P excedente -P del balance corral-.

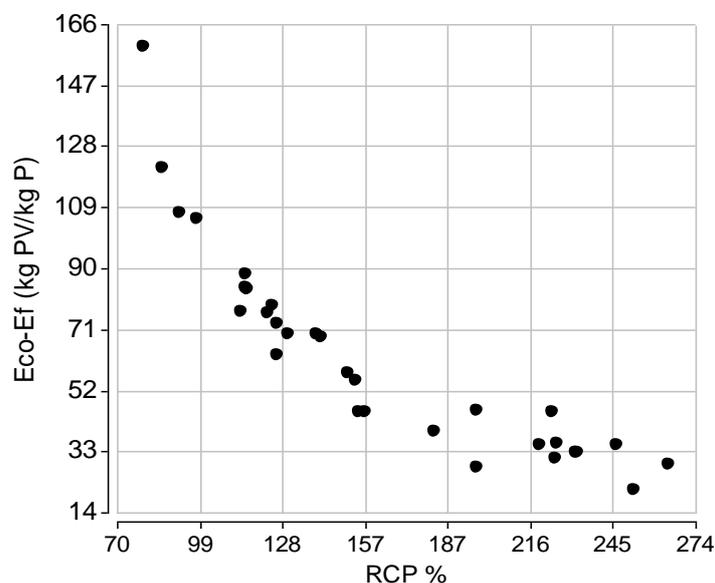


Figura III.d.31. Eco-eficiencia (kg PV/kg P) en función de los Requerimientos cubiertos de P (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

El EUNaT-R correlacionó en forma positiva con Eco-Ef ($r_s = 1$) (Figura III.d.32), y en forma negativa con los Balances por nutriente en Producto, Bal-Nu-Pr, y Balance por producto Producido, Bal-Prod-Pr, ($r_s = -1$); y con Bal/cab ($r_s = -0,83$) (Figura III.d.33).

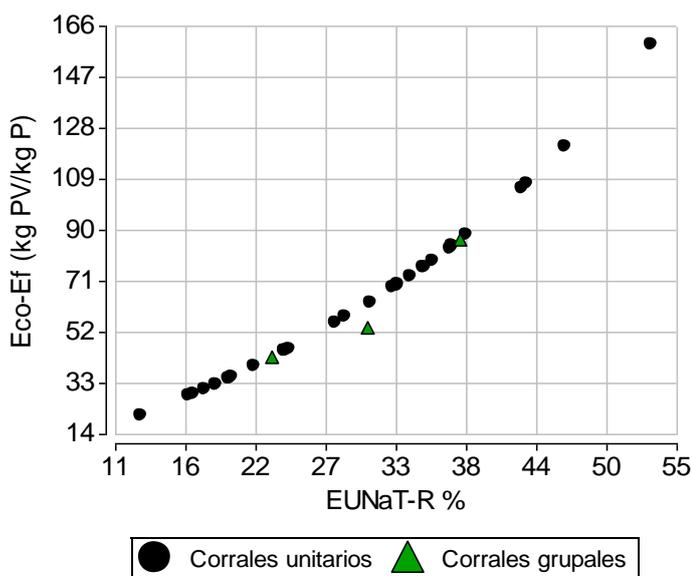


Figura III.d.32. Eco-eficiencia (kg PV/kg P) en función de la Eficiencia de Uso del nutriente -P- en el alimento por el Rodeo (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

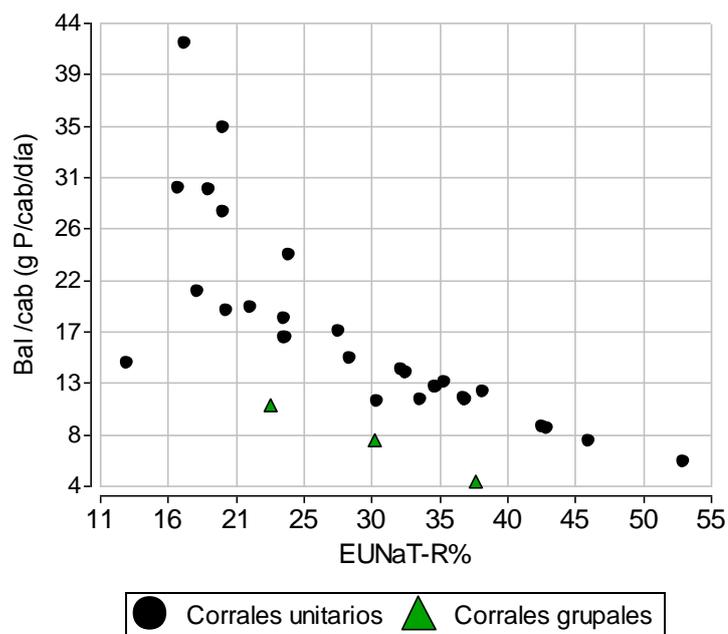


Figura III.d.33. Balance por cabeza (g P/cab/día) en función de la Eficiencia de Uso del nutriente -P- en el alimento por el Rodeo (%) para cada una de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

Al igual que con el nitrógeno, a mayores Eficiencias de uso del P mayor producción de kilogramos de peso por kilo de P excedente del balance corral y menor excreción de P al medio, evaluada a través del indicador Bal/cab.

Entre los Indicadores asociados a la Alimentación, hubo correlación negativa entre la Eficiencia de Uso del nutriente -P- del alimento por el Rodeo (EUNaT-R) con los Requerimientos cubiertos de P (RC-P) ($r_s = -0,96$).

Se realizó un **Análisis de Regresión Lineal Simple** entre el EUNaT-R para P y los RC-P para las 32 UdAs de corrales unitarios visto la alta correlación, obteniendo Modelo de Regresión:

$$\text{EUNaT-R} = 56,64 + (-0,17) * \text{RC-P} (\%) = \%$$

$$R^2 = 0,87$$

Los Requerimientos cubiertos de P (RC-P) de los animales (X) en el modelo estimado $y = -56,64 + (-0,17) * X$ explicó el 87% de la variabilidad del valor de la Eficiencia de Uso del Nutriente -P- en el alimento por el Rodeo en la población de sistemas intensivos (corrales unitarios) de la pcia. de Buenos Aires. *Resulta interesante encontrar que el grado de cobertura de los requerimientos de P explica gran parte de la Eficiencia de uso del P del alimento, lo cual podría contribuir a que las raciones no se formulen con exceso de P.* En la Figura III.d.34 se encuentra graficada dicha regresión lineal.

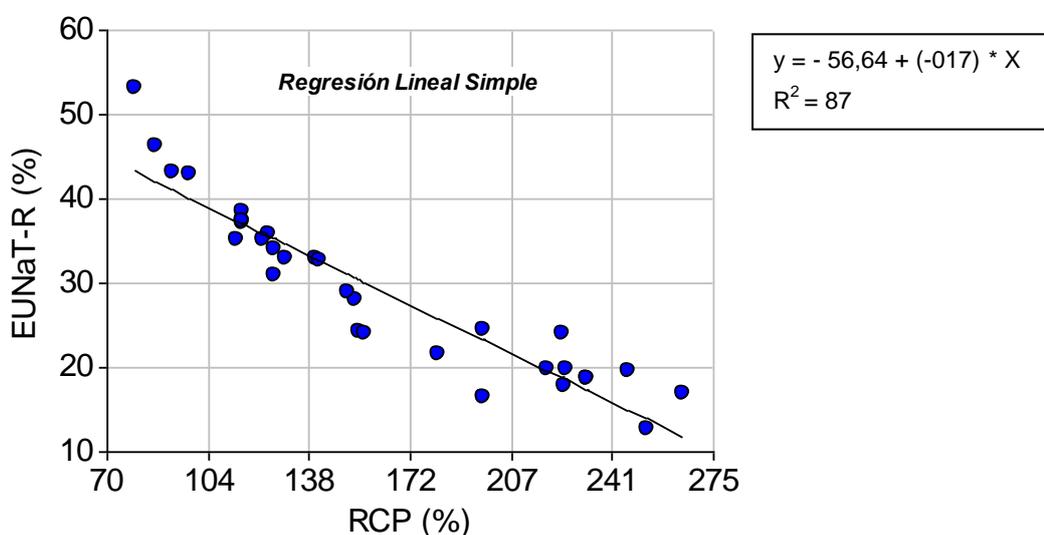


Figura III.d.34. Eficiencia de Uso del nutriente -P- en el alimento por el Rodeo (%) en función de los Requerimientos cubiertos de P (%) para cada una de las 32 UdAs con sistema intensivo de producción de carne con corrales unitarios.

Parcialmente se puede concluir, que para cada nutriente se observó una relación entre RC, EUNaT-R y Balance corral, ya sea expresada por kilo de peso producido o por cabeza. A mayor exceso en la cobertura del requerimiento de N o de P menor valor del indicador EUNaT-R correspondiente. Además, a medida que aumentó el exceso de cobertura de los requerimientos (RC >100%), el nutriente excedente que no quedó retenido en el bovino se excretó al medio, registrándose un incremento del Balance corral medido a

través del indicador Bal/cab. A su vez, se produjeron menos kilogramos de peso por kilo de N-P excedente (N-P del Balance corral) evaluado a través del indicador de Eco-eficiencia, o haciendo hincapié en el ambiente, por cada kilo de peso producido sobró más nutriente -el que pasó a formar parte del Balance corral- con los consiguientes aumentos en los valores de los indicadores Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr. Si los requerimientos de N-P están cubiertos correctamente (indicador RC en el orden del 100 %- 110 %) se puede decir que a medida que aumenta la Eficiencia de Uso del N-P del alimento (indicador EUNaT-R) se producen más kilogramos de peso por cada kilo de N-P de balance corral (indicador Eco-Ef) y se excreta menos N-P al medio (indicador Bal/cab).

A estos Indicadores de Manejo y Uso de nutrientes hay que incorporar los parámetros productivos referidos a la superficie para completar el panorama ambiental en los sistemas intensivos, dado que para las 35 UdAs analizadas se registró relación positiva del Balance corral por hectárea por día con la Producción de carne por hectárea por día, y a su vez, negativa de cada uno con respecto a la Densidad animal (m^2/kg PV).

DISCUSIÓN

Con respecto a los **Balances corral de N y P**, en la bibliografía bajo revisión no se han encontrado trabajos que los expresen por hectárea y por día para poder hacer una discusión. En cambio, sí han utilizado el cociente Ingreso / Egreso, es decir, el **CNu-I/E, indicador de Consumo de Nutrientes**. Los resultados obtenidos en esta tesis: medianas CNu-I/E 1,80 kg N/kg N con rango de 2,50 kg N; y CNu-I/E 1,51 kg P/ kg P con rango de 1,30 kg P, pueden compararse con el estudio más amplio sobre los Balances corral de N y P en sistemas intensivos de producción de carne, realizado por Koelsh & Lesoing (1999) en Nebraska, USA (33 establecimientos de engorde de vacunos y de porcinos). Los rangos para CN-I/E obtenidos en esta tesis son más acotados que los que obtuvieron estos autores, tanto para nitrógeno como, especialmente, para fósforo: entre 0,80 y 40 kg N/ kg N para nitrógeno, y entre 0,60 y 4,70 kg P/ kg P para fósforo. Muy posiblemente se deba a que en su trabajo incorporaron engordes intensivos de cerdos y de bovinos con una capacidad de encierre en los corrales (número total de cabezas engordadas en un momento determinado) muy variada. Además, en los egresos incluían el estiércol -en los casos que se exportara de los establecimientos- y también grano en los predios mixtos, y en los ingresos, fertilizantes en el caso de planteos mixtos que cultivaban parte del alimento para sus animales encerrados. En Australia, Neville et al. (2004) estudiaron el aporte de fósforo que recibía una cuenca hídrica según el uso agropecuario de la tierra. Calcularon el Balance de P y el indicador CNu-I/E para las distintas actividades, determinando para tres feedlots una mediana de 300,2 kg P/ha/año para Balance corral con un rango muy amplio, de 1167,2 kg P/ha/año, y para CNu-I/E una mediana de 2,3 kg P/kg P, con un rango estrecho, de 1 kg P. Estos valores del indicador CNu-I/E están más cercanos a los calculados en esta tesis que la mediana del Balance corral/ha, posiblemente por la diferencia en carga animal la cual influye en el balance por hectárea, mientras que para la producción individual hay menores diferencias en el consumo de fósforo a nivel de corral y consecuentes valores de CNu-I/E (mediana y rango).

En cuanto a las **Eficiencias de Uso de los nutrientes**, hay pocos trabajos enfocados desde el sistema dado que se considera primordial a la alimentación como factor de producción, centrándose la mayoría de los investigadores, casi exclusivamente, en el manejo de la nutrición. La mediana del **EUNTS** para P en el grupo de sistemas intensivos fue de 66%, valor en el orden de los presentados en un trabajo de Australia orientado a las buenas prácticas de manejo para reducir la carga de nutrientes en una cuenca hídrica, en el que mencionan Eficiencias de uso del fósforo en feedlots superiores al 50% (Keipert et al., 2008).

Finalmente, los indicadores que relacionan al balance con la **excreción ambiental**, **Bal/cab** y **Bal/kgPV**, son los que podremos discutir contra una mayor cantidad de autores, teniendo en cuenta algunas consideraciones. Los indicadores Balance corral por cabeza por día y Balance corral por kilo de peso vivo por día se presentan como estimadores de las excreciones de N y P al medio cuando se cuenta con los datos e información de todo el alimento ingerido. Distintos autores toman como válida la estimación de balance de masa animal, ya que el modelo de balance de insumos (alimentos) y salidas (productos como carne, leche, etc.) puede arrojar valores tan precisos como aquellos derivados de *datos de excreción medida en orina y materia fecal* (Smith & Frost, 2000; Torres Meléndez, 2005) o *derivados de datos obtenidos por diferencia entre el nutriente ingerido y el retenido calculado por ecuaciones de retención* (Klopfenstein & Erickson, 2002; Satter, et al., 2002; Erickson, 2003; ADAS, 2007; Cole & Todd, 2009; Erickson & Klopfenstein, 2010; Luebbe et al., 2011), o *derivados de datos de excreción predichos por ecuaciones* (Yan et al., 2007; Arias et al., 2013). La validez se centra en que los cálculos de balances de masa toman en cuenta la variación de composición y consumo de dietas, y el desempeño productivo (Van Horn et al., 1996; Erickson, 2003).

Con el fin de poder cotejar los resultados de Balance corral /kg PV /día -Bal/kgPV- con resultados de experiencias que calcularan la excreción en ensayos, se realizó un trabajo de análisis de varias de las publicaciones referidas precedentemente. La mayoría de estos trabajos concluyeron con el cálculo de la “excreción por cabeza por ciclo de engorde”,

mientras que algunos la estimaron para un ciclo anual. El análisis llevado a cabo consistió en calcular las excreciones totales, los pesos medios y duración de los engordes, para poder expresarlos por cabeza por día, y finalmente por kilo de peso vivo por día. De esta forma se hicieron comparables con los de esta tesis, con algunas salvedades, las cuales se expresarán en los casos que lo requieran.

Para las 35 UdAs, la mediana para **la excreción de N -Bal/kgPV-** fue de 0,44 g N/kg PV/d (rango entre 0,11 y 0,82 g N/kg PV/d) y para la **excreción de P**, el **Bal/kgPV** fue de 0,08 g P/kg PV/d (rango entre 0,02 y 0,13 g P/kg PV/d). En USA, Erickson (2003) para actualizar valores de referencia en excreción de nutrientes en feedlot analizó información de 13,9 millones de novillos bajo este sistema de producción, desde 1996 hasta 2002. Los valores de excreción arrojaron una media de N de 161 g N/cab/día y de 21 g P/cab/día, lo que correspondió a 0,36 g N/kg PV/d y 0,05 g P/kg PV/d, ambos valores semejantes a los valores del percentil 15 obtenidos en esta tesis (0,35 g N/kg PV/d y 0,05 g P/kg PV/d). Cole & Todd (2009), también en USA, calcularon excreciones de N y P por cabeza por día en corrales analizados a lo largo de un año, representando a casi 30.000 novillos. En dos corrales se computaron excreciones de 137 y 145 g N/cab/día y de 18 y 23,50 g P/cab/día, las cuales, referidas a sus pesos medios arrojaron valores de 0,31 y 0,33 g N/kg PV/d y de 0,04 y 0,05 g P/kg PV/d, nuevamente, valores que se acercan a los valores de P15 obtenidos en esta tesis. Posiblemente, estos valores obtenidos en USA correspondan a valores bajos de excreción comparados con los de esta tesis debido al mayor tamaño del biotipo utilizado y ganancia diaria promedio de peso (peso medio superior a 435 kg con ganancias mayores a 1,35 kg/cab/día), lo que lleva a una mayor eficiencia de producción de carne con consecuente menor conversión alimenticia (mayor eficiencia de conversión).

En el trabajo de Geisert et al. (2010) midieron excreciones de 10 a 27 g P/cab/día, valores semejantes a los percentiles 15 y 85 para las 35 UdAs intensivas, las que calculadas según peso vivo arrojaron una excreción entre 0,026 y 0,070 g P/kg PV/d, valores dentro de los presentados en este estudio de tesis. En este caso, la mayor similitud se debería a que utilizaron novillos de frame moderado, de 386 kg PV medio, con dietas con concentraciones

de P desde 0,12% hasta 0,42%. Dentro del trabajo de Satter et al. (2002) se hace referencia a los de Klopfenstein & Erickson (2002), en el cual calcularon para dos dietas con distinta concentración de P la excreción por cabeza por ciclo de engorde, las cuales llevadas a kilo de peso vivo estuvieron entre 0,039 y 0,080 g P/kg PV/d, correspondiendo el valor menor a la concentración de 0,25 %P en la dieta, todos valores comprendidos para machos castrados medidos en esta tesis. En el Reporte de excreción de N de ADAS (2007), en Inglaterra, calcularon la excreción de N para distintas alimentaciones. Para machos enteros de raza Holstein (biotipo lechero) calcularon, para alimentaciones tipo feedlot basadas en cereal, en silo de maíz y en silo de pastura, excreciones de 0,37; 0,56 y 0,46 g N/kg PV/d, respectivamente, todos valores dentro de los encontrados en esta tesis, con la salvedad de sexo y raza diferente comparando con las registradas en las UdAs de este estudio. Luebbe et al. (2011) ensayaron la adición de granos de destilería en raciones de feedlot (0; 15 y 30%) para corrales de terneros y novillos (n= 188 animales). Los rangos de excreción para todas las dietas y corrales estuvieron entre 0,36 y 0,57 g N/kg PV/d y entre 0,054 y 0,087 g P/kg PV/d, reflejando las distintas concentraciones de N y P de las dietas. Los valores estuvieron comprendidos dentro del rango de valores entre percentiles de esta tesis, superando el valor máximo al P85 para N, posiblemente debido a que no se reportó en nuestro estudio alguna UdA con ración con PB% de 16,9% (valor máximo de proteína en el ensayo de Luebbe et al.) o superior. Finalmente, en una revisión sobre los distintos tipos de alimentación y consecuentes excreciones en feedlot, Watts et al. (2011) consignaron valores desde 0,38 hasta 0,94 g N/kg PV/d, con la mayoría entre 0,40 y 0,58 g N/kg PV/dí valores incluidos en el rango entre mínimo y máximo de esta tesis.

En todos estos trabajos puntuales revisados, los bovinos resultaron ser de frame medio-alto, algunos con implantes de anabólicos, en algunos casos machos enteros, y siempre con dietas formuladas para alta producción, todas situaciones que suman diferencias para con nuestros resultados productivos, a saber: presentan mayores aumentos de peso diario y peso vivo final para faena, con menor conversión alimenticia. Por

biotipo y frame de los vacunos, resultan comparables entre ellos, pero con estas salvedades para la comparación con los corrales bajo estudio en esta tesis, los cuales corresponden a machos castrados y vaquillonas de frame bajo-medio, con ciclos que terminan en faena y otros que no (solo recría), y con ganancias diarias de peso que muchas veces son inferiores a su potencial (mediana de 0,95 kg/cab/día). Igualmente, con estas diferencias productivas, los valores de excreción estimados por los Balances corral se encuentran en rangos comparables a aquellos que fueron calculados a partir de la información de excreción (estimada a partir de la ingesta y de retención calculada por ecuaciones).

La relación positiva encontrada entre el indicador Bal/cab y peso vivo de los bovinos engordados en corrales (UdAs= 35), tanto para N ($r_s= 0,69$) como para P ($r_s= 0,62$), se puede comparar con la señalada por Smith & Frost (2000), que obtuvieron una relación positiva entre la excreción de N al año por animal, medido en las excretas, con el peso vivo ($R^2= 0,88$). En este trabajo, el rango de pesos fue mayor, y estuvo entre 250 kg y 580 kg, superando ampliamente al valor máximo de peso vivo medio de esta tesis.

Con respecto a los indicadores que involucran al balance corral y a la producción/egreso de animales (**Eco-Ef**, **Bal-Prod-Pr**, **Bal-Nu-Pr** y **Bal-Nu-Eg**), no se han encontrado trabajos que incorporen este abordaje.

En relación con los Indicadores asociados a la Alimentación, los valores obtenidos para la **Eficiencia de Uso de Nutriente en la alimentación Total por el Rodeo (EUNaT-R)** pueden compararse con las Eficiencias de retención de nitrógeno y fósforo calculadas en diversos ensayos. En esta tesis, la media para el **EUNaT-R** fue de **21,62% ± 8,54% para nitrógeno** y de **29,48% ± 9,69% para fósforo**, y resultaron, en general, algo superiores a las estimadas en ensayos por otros autores. Hay que tener en cuenta que las medias incluyen valores altos correspondientes a corrales (UdAs) donde los animales no cubrieron sus requerimientos de N y/o de P.

A través de cálculos teóricos, distintos investigadores estimaron retenciones de P entre 18 y 35% y de N entre 17 y 18,5% (Zehnder & DiCostanzo, 1997), de 12,3% para nitrógeno y 15,4% para fósforo (Kissinger et al., 2007) en Nebraska, USA, sobre una población de 6.366 cabezas. Retenciones de N de 13 a 13,9% y de P entre 12 y 18% para dietas con 0,45 y 0,35% P, respectivamente, fueron calculadas por Erickson & Milton (2001) en ensayos con novillitos y con terneros, con dietas ajustadas en proteína. En otros ensayos con distintas dietas y categorías, obtuvieron retenciones de N entre 11,2 y 17,7%, siendo los valores menores para la categoría de novillo con dietas con 30% de granos de destilería (Erickson & Klopfenstein, 2010). Se citan eficiencias de retención de N entre 29,5 y 31,1% -dietas con 18,3% proteína bruta- y de 31,70 y 35% -dietas con 17% proteína bruta- (Firkins & Reynolds, 2005). Si bien los trabajos son del exterior, con biotipos animales diferentes (mayor tamaño) y ensayos configurados para la estimación de retención/excreción, los valores encontrados no están alejados de aquellos obtenidos por el indicador EUNaT-R calculado en este trabajo de tesis. Para el nitrógeno, donde hubo mayor cantidad de corrales que no cubrieron sus requerimientos de N, para los 18 corrales que sí los cubrieron de los 32 estudiados, la media del EUNaT-R del 15,60 % se encuentra aún más en el rango de la mayoría de los trabajos discutidos. Finalmente, en un trabajo con dietas diversas a base de silaje de cebada y concentrado energético en distintas proporciones según etapa de recría o de terminación y aporte de N a partir de distintas fuentes, calcularon una Eficiencia promedio de uso del N de 19,8%. Además, dicha Eficiencia disminuyó desde el inicio del engorde hasta la terminación, de 24% hasta 7% (Koenig et al., 2013). El valor promedio de 19,8% y los valores máximo y mínimo resultaron muy parecidos a los encontrados en esta tesis para el EUNaT-R para nitrógeno. Posiblemente se deba a la variedad de materias primas en la formulación de las dietas, a la mayor semejanza en cuanto al biotipo y categoría (novillitos mestizos) y a los pesos iniciales y de finalización de los ensayos (235 kg y 363 kg, respectivamente), que fueron más similares a los registrados en nuestro trabajo.

En síntesis, los valores de excreción estimados por el Balance corral de N y P (Bal/cab y Bal/kgPV) se encuentran en rangos comparables a los que fueron calculados a partir de la información de excreción estimada a través de la ingesta y de la retención de los nutrientes.

Comparando los nutrientes N y P, del P presente en el alimento quedó retenido en el producto (carne) una mayor proporción, siendo coherente con los valores de retención de la bibliografía explicitada en los párrafos anteriores.

La Eficiencia de Uso del N-P del alimento por el Rodeo está en relación con el peso vivo de los animales y la conversión alimenticia. El EUNaT-R resultó mayor en animales jóvenes, de menor peso y mayor eficiencia en la conversión del alimento (menor IC).

Todas estas comparaciones con trabajos donde la Eficiencia de uso de N y de P se calcularon a partir de la dieta y de la retención del nutriente evaluada por ecuaciones, las cuales resultaron estar en el rango de las obtenidas para el EUNaT-R, señalan la posibilidad de utilizar a este indicador para las comparaciones de distintas estrategias de alimentación en los encierres a corral relacionadas con la concentración de N-P de las dietas, cobertura de requerimientos y/o niveles de consumo/conversión alimenticia.

CAPÍTULO III.e

Planteos Mixtos Transferencias

PLANTEOS MIXTOS CON PRODUCCIÓN DE CARNE

RESULTADOS

En esta sección de resultados se presentarán los relativos a los Planteos Mixtos con producción de carne bovina, correspondientes al partido de Carmen de Areco. Se analizaron cuatro unidades con información para el período 2003 - 2004. Todas las unidades de estudio tuvieron actividad agrícola y ganadera, con distinta importancia en cuanto a superficie dedicada a cada actividad, con la excepción de una (MCA4), que en el ejercicio estudiado no destinó superficie agrícola para producción de grano. Estas unidades de estudio de planteos mixtos corresponden a los establecimientos que realizaron invernada (recría - engorde) en "encierre a corral" en Carmen de Areco, cuyos Indicadores de Manejo y Uso de nutrientes fueron presentados previamente en el Capítulo III.d sobre Sistemas Intensivos.

Estas unidades de estudio de planteos mixtos se utilizaron para trabajar sobre la transferencia de nutrientes entre sectores del predio (potreros hacia los corrales), por lo cual se analizaron con una estadística descriptiva y calcularon los indicadores correspondientes a los Balances a nivel predial (Bal/ha Predial) y Balance corral (Bal/ha Corral) -este último calculado en el Capítulo III.d-, y los indicadores Índice Incremento por Transferencia (IT) y Grado de Integración (GI).

DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS DE NITRÓGENO Y DE FÓSFORO A LAS UNIDADES DE ANÁLISIS

Se presentan los resultados del comportamiento de N y P en función de los ingresos totales y según fuentes de origen.

La estadística descriptiva de los ingresos de nitrógeno y de fósforo a las Unidades de Análisis de planteos mixtos con producción de carne bovina se muestra en las Figuras III.e.1 y III.e.2, respectivamente.

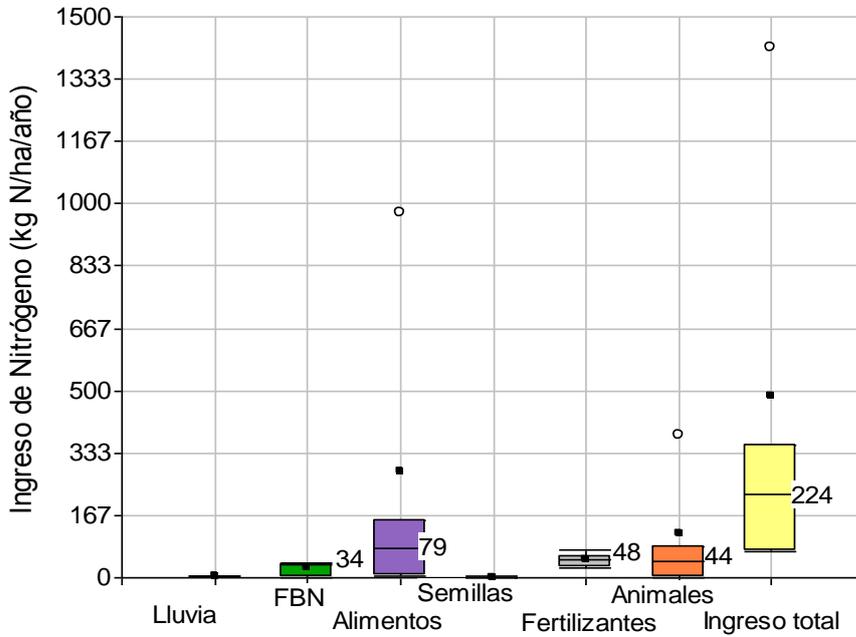


Figura III.e.1. Ingresos de nitrógeno a las Unidades de Análisis de planteos mixtos con producción de carne bovina (n= 4) según fuentes de origen, expresados en kg N/ha/año.

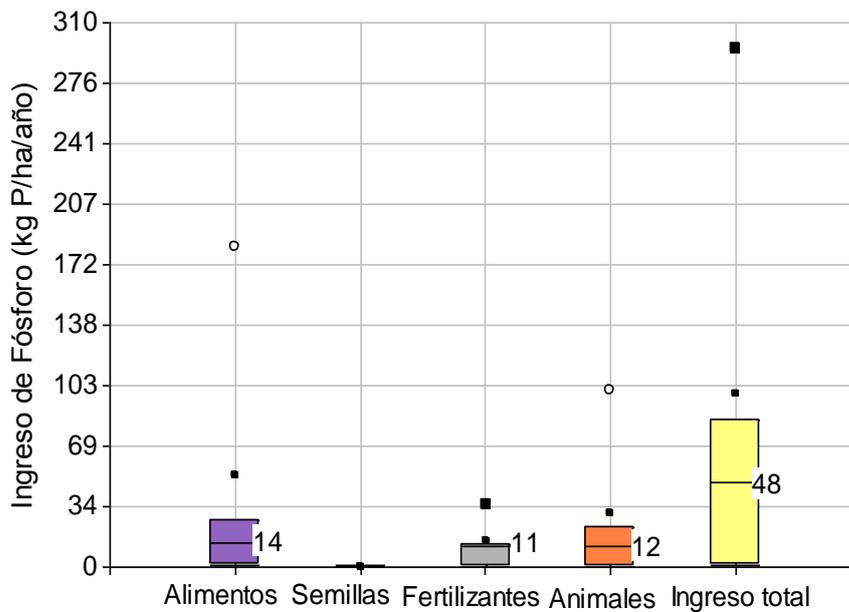


Figura III.e.2. Ingresos de fósforo a las Unidades de Análisis de planteos mixtos con producción de carne bovina (n= 4) según fuentes de origen, expresados en kg P/ha/año.

Para ambos nutrientes se puede observar la gran dispersión en las cantidades ingresadas según fuente de origen, particularmente para alimentos y animales (los alimentos están en relación con la cantidad de cabezas encerradas en los corrales), lo cual se traslada al ingreso total del nutriente considerado. La información desglosada se puede apreciar en las Tablas III.e.1 y III.e.2.

Tabla III.e.1. Ingreso de Nitrógeno a las Unidades de Análisis según fuente de origen, para los cuatro planteos mixtos (kg N/ha/año).

UdA	Lluvia	FBN	Alimentos	Semillas	Fertilizantes	Animales	Ingreso total
MCA1	3,90	35,13	5,60	0	25,67	1,61	71,90
MCA2	6,54	37,86	4,14	1,83	40,06	4,64	95,07
MCA3	6,54	32,59	151,57	3,70	74,12	84,34	352,86
MCA4	6,54	0	974,51	0,27	56,88	380,08	1418,28

Tabla III.e.2. Ingreso de Fósforo a las Unidades de Análisis según fuente de origen, para los cuatro planteos mixtos (kg P/ha/año).

UdA	Alimentos	Semillas	Fertilizantes	Animales	Ingreso total
MCA1	0,87	0	0	0,42	1,30
MCA2	1,34	0,26	9,74	1,22	12,56
MCA3	26,35	0,59	34,94	22,18	84,05
MCA4	182,02	0,06	13,08	99,95	295,11

BALANCE DE NUTRIENTES A NIVEL PREDIAL Y CORRAL. PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CARNE

La estadística descriptiva de los ingresos, egresos y Balances prediales de N y P (kg/ha/año) para el grupo de los planteos mixtos con producción de carne se presenta en las Figuras III.e.3 y III.e.4.

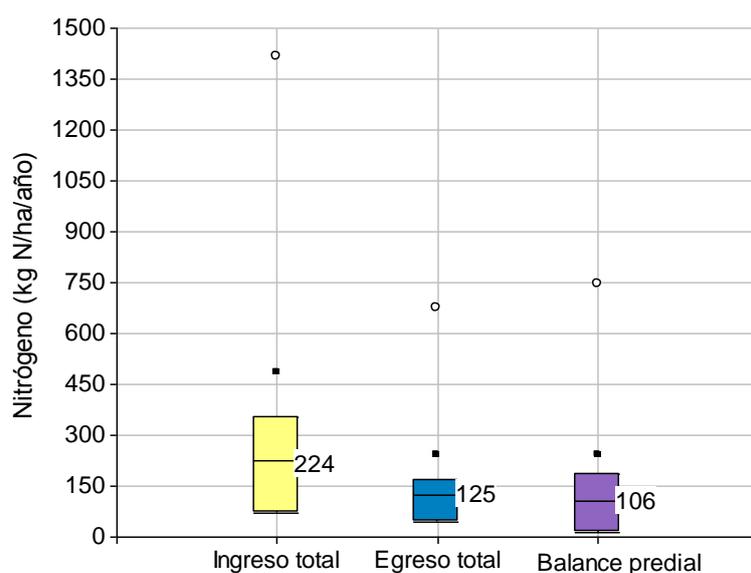


Figura III.e.3. Ingresos y egresos totales de N y Balance de N predial (kg N/ha/año) para los planteos mixtos con producción de carne bovina (n= 4).

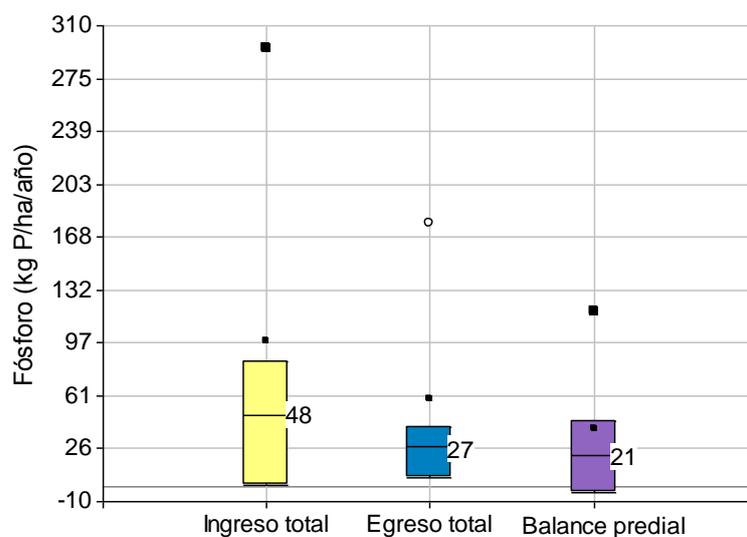


Figura III.e.4. Ingresos y egresos totales de P y Balance de P predial (kg P/ha/año) para los planteos mixtos con producción de carne bovina (n= 4).

Para ambos nutrientes se puede observar la gran dispersión en las cantidades de ingreso, egreso y por lo tanto, de los Balances, especialmente para el nitrógeno. Para el fósforo, dos unidades de estudio tuvieron Balance de P predial negativo.

Los valores para los parámetros productivos a nivel predial y de corrales de encierre se muestran en la Tabla III.e.3. La Producción de carne por hectárea se expresó por ciclo anual para las UdAs a nivel de establecimiento (predios que incluyen la superficie destinada a los corrales) y por día para los corrales, dado que una unidad de estudio engordó bovinos por un lapso de tiempo menor a un año.

Tabla III.e.3. Producción de carne y Carga Animal para los cuatro planteos mixtos y sus respectivas superficies destinadas a corrales.

UdA	Prod. Carne (kg /ha predial/año)	Carga Animal (kg /ha predial)	Prod. Carne (kg /ha corral/día)	Carga Animal (kg /ha corral)
MCA1	78,60	171,80	108,11**	21.000
MCA2	411,63	537,15	136,44*	63.003
MCA3	1.976,47	4.111,76	115,07*	87.400
MCA4	10.846,15	19.500,00	85,84*	56.300

* Ciclos de engorde en feedlot: 365 días.

** Ciclo de engorde en feedlot: 111 días (un solo corral)

Se observa gran disparidad en carga animal y productividad por hectárea, tanto a nivel de predio como de corrales de engorde, reflejo de la diversidad de actividades agropecuarias de estos planteos mixtos.

INDICADORES RELACIONADOS CON LAS TRANSFERENCIAS DE NUTRIENTES

Estos indicadores refieren a transferencias internas entre sectores dentro del predio o establecimiento. En estos planteos mixtos, las transferencias se producen entre los potreros que producen forraje (silaje o heno) o granos para la alimentación de los vacunos que engordan en sus corrales y los corrales donde se confina el ganado que consume dicho alimento. Para cada unidad de análisis, las distintas categorías vacunas fueron unificadas a partir de sus requerimientos energéticos, a través del Equivalente Vaca.

Los indicadores relacionados con estas transferencias entre sectores son el Índice “Incremento por Transferencia” y el “Grado de Integración”.

Índice “Incremento por Transferencia”

Los valores de los Balances de Nitrógeno y de Fósforo y los Incrementos por Transferencia (IT) para los cuatro planteos mixtos se presentan en las Tablas III.e.4 y III.e.5.

Tabla III.e.4 Balance de Nitrógeno a nivel predial (BalPd) y corral (BalC), e indicador Incremento por Transferencia (IT) para nitrógeno, para los cuatro planteos mixtos.

UdA	Balance Predial de N (kg N/ha/año)	Balance Corral de N (kg N/ha/año)	IT (BalC/BalPd)
MCA1	27,65	*1.919,78	69
MCA2	13,75	4.755,80	346
MCA3	185,08	6.078,59	33
MCA4	745,35	2.311,84	3

* Balance Corral proporcionado a 1 ha.

Tabla III.e.5 Balance de Fósforo a nivel predial (BalPd) y corral (BalC), e indicador Incremento por Transferencia (IT) para fósforo, para los cuatro planteos mixtos.

UdA	Balance Predial de P (kg P/ha/año)	Balance Corral de P (kg P/ha/año)	IT (BalC/BalPd)
MCA1	-4,43	*264,30	268
MCA2	-2,35	943,08	945
MCA3	44,32	996,83	22
MCA4	118,15	364,05	3

* Balance Corral proporcionado a 1 ha.

El análisis de la información presentada muestra que los valores de los Balances corral no están en relación con sus correspondientes Balances predial, ya sea para nitrógeno o para fósforo, debido a las distintas cargas animales e ingresos del nutriente, tanto del externo para el Balance predial, como del externo y por transferencias internas para el Balance corral. Las dos unidades que tuvieron como única actividad pecuaria al engorde intensivo en corrales (MCA3 y MCA4) presentaron los Balances prediales más

altos. Se debió a que, a pesar de haber tenido los egresos de N-P más altos, también presentaron los mayores ingresos de N-P (ver Tablas III.e.1 y III.e.2).

El valor numérico del índice Incremento por Transferencia **-IT-** indica cuántas veces el excedente del nutriente N-P (representado por su Balance predial) se concentró en los corrales con respecto a la hectárea promedio del predio. Estos dos planteos mixtos, MCA3 y MCA4, tuvieron los menores valores de IT como consecuencia de haber recibido la mayoría de los ingresos de N-P directamente a los corrales (que forman parte del predio) desde el exterior al mismo (alimentos y animales a engordar), con lo cual habría, en comparación, menos nutrientes para ser transferidos desde los potreros. La UdA con mayor valor de IT fue la MCA2, el planteo mixto más diversificado. El ingreso de grano de maíz y de silaje de maíz a los corrales provino de su propia producción, es decir, el nitrógeno y el fósforo ingresado a los corrales por estas dos materias primas de las raciones fueron transferidos desde distintos potreros hacia el área de corrales, y no fueron constituyentes de los Balances prediales de N-P.

Habiendo trabajado con estos cuatro Planteos Mixtos con Encierre a corral, los valores más bajos del IT (MCA3 y MCA4) parecieran indicar sistemas en los cuales las entradas y salidas del nutriente ocurren, principalmente, en la zona de los corrales. Debido a esto habría una distribución menos homogénea en el predio del nutriente que ingresó, independientemente del valor del Balance Corral en kg/ha/año. Los planteos más diversificados, MC1 y MC2, presentaron los IT mayores, señalando que los nutrientes se transfirieron en mayor cuantía (a través de los alimentos producidos y/o animales criados-recriados a pasto) desde los potreros a los corrales, siendo reflejo de que los nutrientes ingresados lo habían hecho en forma más distribuida en el predio. *Así, el índice IT podría brindar, no solo información sobre transferencias internas de nutrientes, sino también sobre la existencia de acumulación directa de N-P ingresado desde el exterior, la cual aumentaría la carga de N-P de todo el sistema pero en un espacio determinado, identificado. Sintetizaría*

en un solo valor y en forma proporcionada, los movimientos de un nutriente en un sistema productivo que incluye encierre a corral.

Cuando el Balance predial resulta negativo, el Incremento por Transferencia (IT) se calcula teniendo en cuenta el concepto del mismo. Hay que considerar que si el Balance predial resultó negativo “no quedó excedente de nutriente en la hectárea promedio del predio”, sino que salió más nutriente del que entró. Por lo tanto, el cálculo del IT se realiza según interpretación de su concepto, es decir, cuántas veces se concentró el excedente del nutriente (Balance predial -BalPd-) en los corrales (Balance corral -BalC-) con respecto a la hectárea promedio del predio.

A continuación se ejemplifica lo expuesto:

Si el BalPd = 1 kg/ha, el IT sería igual al valor del BalC, pues sería el resultado del cociente BalC / BalPd.

Esquema:

$$\text{Balance} = \begin{array}{r} \dots -3 \quad -2 \quad -1 \quad 0 \quad +1 \quad +2 \quad +3 \dots +500 \\ \hline \end{array}$$

Si BalC= +500 kg/ha, BalPd= +1kg/ha, $IT = 500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} / 1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 500$; **IT=500**

$$\text{Balance} = \begin{array}{r} 0 \quad +1 \dots +500 \\ \hline 500 \end{array}$$

Si BalC= +500 kg/ha, **BalPd= -1kg/ha**, como concepto, el nutriente se concentró en el corral 500 veces más una vez más (el -1 del BalPd), por lo cual el IT sería 501.

$$\text{Balance} = \begin{array}{r} -1 \quad 0 \quad +1 \dots +500 \\ \hline 501 \end{array}$$

Si BalC= +500 kg/ha, BalPd= +2kg/ha, $IT = 500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} / 2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 250$; **IT=250**

$$\text{Balance} = \begin{array}{r} +2 \dots +500 \\ \hline 250 \end{array}$$

Si $BalC = +500 \text{ kg/ha}$, $BalPd = -2\text{kg/ha}$, como concepto, el nutriente se concentró en el corral 500 veces más 2 veces más (el -2 del $BalPd$), por lo cual el IT sería 502.

$$BalC = \frac{-2 \quad 0 \quad +1 \dots \dots \dots +500}{\dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots} \quad \mathbf{502}$$

Por lo tanto, el concepto es dividir el Balance Corral por 1 ($BalC / 1$) y sumarle el valor absoluto del Balance Predial negativo.

Indicador “Grado de Integración”

El indicador “Grado de Integración” (GI) considera el área agrícola y forrajera que produce alimento para la producción de carne (superficie agrícola feedlot, en hectáreas) en relación con la dotación media de vacunos confinados en los corrales de encierre que lo consume (dotación, en Equivalente Vaca). En los planteos mixtos donde la ganadería no es pastoril, la integración de actividades agrícola y pecuaria y reciclado de nutrientes ya no se realiza a través de pastoreos. Este indicador Grado de Integración puede utilizarse para el manejo del estiércol generado por los vacunos en confinamiento, al asociarlo al reciclado de los nutrientes dentro del mismo predio/sistema y actividad productiva (engorde).

Para el cálculo e interpretación del indicador Grado de Integración se presenta la Tabla III.e.6 con los parámetros descriptivos relevantes, tanto a nivel de predio completo como de los corrales de encierre.

Tabla III.e.6. Parámetros descriptivos e indicador “Grado de Integración” para las cuatro Unidades de Análisis de planteos mixtos.

PARÁMETROS DESCRIPTIVOS	UNIDADES DE ANÁLISIS			
	MCA1	MCA2	MCA3	MCA4
Superficie predio (ha)	200	1.010	340	26
Superficie corrales (ha)	0,50	6	16	9
Carga Media Predio (EV/ha/día)	0,37	8,02	7,52	30,41
Carga Media Corrales (EV/ha/día)	93	337,66	160	87,84
Superficie agrícola feedlot (ha)	0	166	324	17
Dotación media anual feedlot (EV/día)	46,50	2.026	2.556	2.372
INDICADOR				
Grado de Integración -GI- (ha/EV*)	<i>0</i>	<i>0,08</i>	<i>0,13</i>	<i>0,007</i>

*EV: Equivalente Vaca

La UdA MCA1 no tuvo integración entre la actividad agrícola y la ganadera intensiva, ya que no produjo ningún tipo de alimento para los vacunos encerrados en el corral, por eso, el valor del indicador fue GI= 0. La UdA MCA4 presentó un valor de GI= 0,007, muy bajo. Significa que por cada EV encerrado destinó de su predio 0,007 hectáreas para producir alimento, en este caso, silaje de maíz (17 ha produjeron silaje de maíz para una dotación media de 2.372 EV). La UdA MCA2 destinó 25 ha para silaje de maíz, 32 ha de pastura consociada para realizar heno y 109 ha para cosechar grano de maíz (166 ha en total), todos componentes de la ración para sus animales encerrados, arrojando un valor de GI= 0,08 ha/EV. Finalmente, MCA3 destinó 324ha a superficie agrícola feedlot. En ellas produjo el grano de maíz, silaje de maíz, avena para realizar rollo granado y parte de la soja que intercambió por expeler de soja (concentraciones de N y P similares) listo para ser mezclado en la ración. Su GI fue de 0,13 ha/EV, el más alto de los cuatro planteos mixtos.

DISCUSIÓN

El Índice **Incremento por Transferencia** y los **Balances en Corrales** representan, a escala de predio, la transferencia y concentración de nutrientes en sectores determinados del campo, como son los corrales de encierre. Así, valores altos del indicador IT, que según estos estudios preliminares serían de dos dígitos o superiores, estarían expresando una distribución poco homogénea de los nutrientes dentro del establecimiento, situación que no se vería reflejada por indicadores generales de establecimiento (que indican valores medios por hectárea) como los Balances de N y P prediales, ya que éstos no consideran las transferencias internas de nutrientes. No se han encontrado trabajos con este enfoque sobre transferencias y cargas de nutrientes con los cuales compararse.

En relación con el indicador **Grado de Integración**, en este estudio sobre los cuatro planteos mixtos, las UdAs MCA1 y MCA4 no tendrían superficie suficiente para reciclar los nutrientes del estiércol en la propia actividad de producción de carne intensiva, según los valores de sus indicadores ($GI < 0,05$ ha/EV). Pordomingo (2005), en referencia a la gestión del estiércol en feedlot, propone como regla general disponer de 1 ha a fertilizar cada 20 a 25 animales encerrados en sistemas de secano, mientras que en áreas bajo riego, 1 ha a fertilizar cada 10 a 15 animales confinados en corral. Estas relaciones darían entre 0,05 y 0,04 ha/cabeza para áreas sin riego, y entre 0,06 y 0,10 ha/cabeza para áreas con riego. Si esta superficie a abonar con estiércol fuese la que produce alimento para los bovinos encerrados en los corrales, estas relaciones propuestas por Pordomingo (2005) podrían cotejarse con las del indicador Grado de Integración para confrontar si tienen suficiente superficie para reciclar los nutrientes del estiércol en la propia actividad de producción de carne intensiva. Van Horn et al. (1996) citan a partir de un ejemplo, una relación de 0,10 ha/cabeza. Los valores propuestos por estos autores contemplan el reciclado de los nutrientes sin llegar a una acumulación.

Los Balances prediales y Balances corral fueron disímiles para las tres UdAs que tuvieron animales encerrados a lo largo del año, a pesar de que la dotación media anual osciló entre 2.000 y 2.500 EV. Esto se originó por las distintas complementaciones con otras actividades (agrícolas y/o ganaderas pastoriles), por las diferentes Cargas Animales Media en los corrales y posiblemente, las distintas estrategias de alimentación.

En síntesis, el Índice Incremento por Transferencia se pudo asociar al traslado de los nutrientes desde potreros hacia áreas donde pueden acumularse (corrales) y convertirse en posibles focos de contaminación. Este índice se muestra promisorio para una descripción del flujo de nutrientes en planteos mixtos con alimentaciones a corral, no así para establecimientos con encierres permanentes (feedlots puros), donde no existe casi integración con superficie agrícola/forrajera propia. Podría brindar, no solo información sobre transferencias internas de nutrientes, sino también sobre la existencia de acumulación directa de N-P ingresado desde el exterior en un espacio determinado, identificado. Sintetizaría en un solo valor y en forma proporcionada, los movimientos de un nutriente en un planteo mixto que incluye encierre a corral.

El indicador Grado de Integración aportó información para programar el manejo del estiércol. Reutilizado como abono para fertilizar la superficie que producirá alimento para los animales en los corrales, permite el reciclado de los nutrientes con una consiguiente disminución del ingreso de N-P por fertilizantes al establecimiento y consecuente merma en el valor del Balance predial.

Los cuatro Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes involucrados en las transferencias internas: Balance predial, Balance corral, Incremento por Transferencia y Grado de Integración aportan, entonces, un enfoque circular al flujo de los nutrientes dentro del mismo sistema de producción y actividad ganadera.

CAPÍTULO III.f

Discusión comparada de los distintos sistemas productivos

DIFERENCIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE A PARTIR DE INDICADORES DE MANEJO Y USO DE NUTRIENTES.

En esta sección de resultados se presentará la comparación de los tres sistemas de producción de carne: extensivos, semiintensivos e intensivos, analizados en los Capítulos III.b; III.c y III.d, respectivamente. Dado que los ciclos de producción son diferentes entre los intensivos y los sistemas de base pastoril (extensivos y semiintensivos con suplementación), los componentes de los balances de nitrógeno y de fósforo y los parámetros productivos se expresaron por día, para poder ser tratados en conjunto y compararse.

BALANCE DE NUTRIENTES Y PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE CARNE

1- Nitrógeno

Los valores individuales del Balance de Nitrógeno (Bal N) y de los ingresos totales de nitrógeno a cada una de las 83 UdAs estudiadas se presentan en las Figura III.f.1.

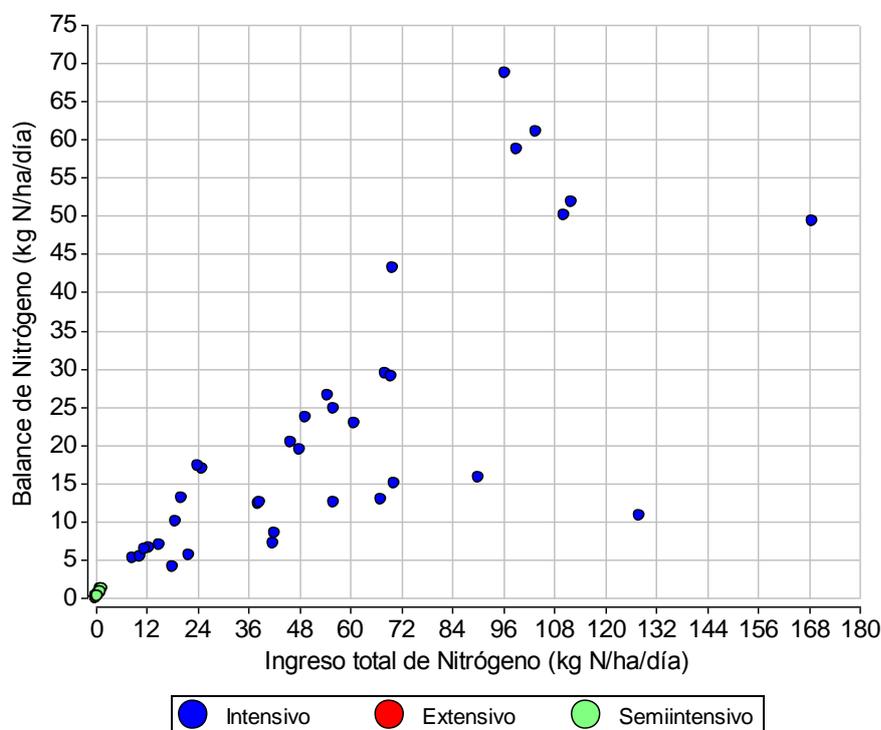


Figura III.f.1. Balance de Nitrógeno (kg N/ha/día) en función del Ingreso total de N (kg N/ha/día) para las 83 UdAs con producción de carne bovina, clasificadas según sistema de producción (● Intensivo n= 35; ● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).

Los Balances de N resultaron siempre positivos. Podemos observar como quedan separados los sistemas intensivos de los de base pastoril, tanto en relación con los ingresos como con los Balances de N. Debido a esta gran diferencia entre los sistemas Intensivos y los de base Pastoril, se graficaron por separado los sistemas Extensivos y Semiintensivos (Figura III.f.2).

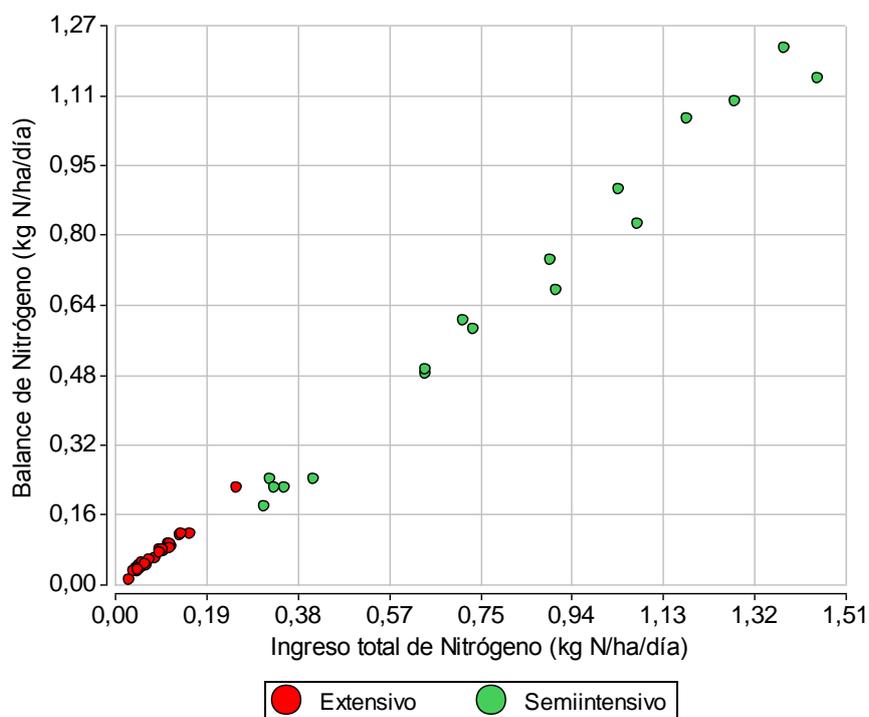


Figura III.f.2. Balance de Nitrógeno (kg N/ha/día) en función del Ingreso total de N (kg N/ha/día) para las 48 UdAs con producción de carne bovina base pastoril, clasificadas según sistema de producción (● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).

El valor mínimo para Bal N fue de 3,96 kg N/ha/día para los sistemas Intensivos y de 8,84 kg N/ha/día para ingresos totales de N (Figura III.f.1), muy alejados del ingreso máximo de N para los sistemas de base pastoril, que fue de 1,45 kg N/ha/día y del Bal N máximo de 1,22 kg N/ha/día, ambos para sistema Semiintensivo (Figura III.f.2).

Los sistemas Extensivos y Semiintensivos también quedaron diferenciados por el Bal N y los ingresos totales de N, con valores mínimos para el semiintensivo que resultaron ser, incluso, hasta superiores a los máximos del extensivo (Figura III.f.2).

Los valores individuales del Balance de Nitrógeno y de la Producción de carne para cada una de las 83 UdAs estudiadas se presentan en las Figura III.f.3.

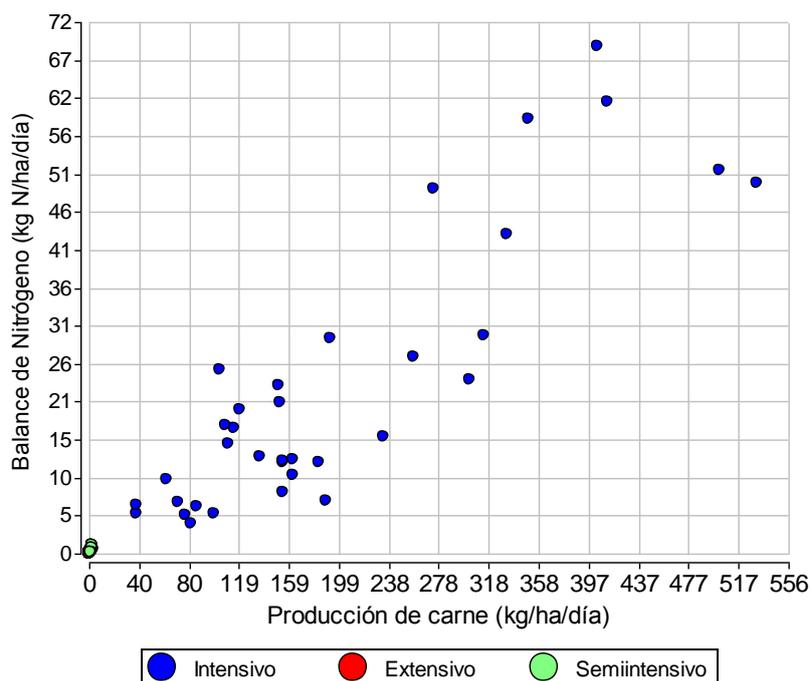


Figura III.f.3. Balance de Nitrógeno (kg N/ha/día) en función de la Producción de carne (kg /ha/día) para las 83 UdAs con producción de carne bovina, clasificadas según sistema de producción (● Intensivo n= 35; ● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).

Podemos observar, nuevamente, como quedaron separados los sistemas Intensivos de los de base pastoril en relación con los Balances de N como, así también, en relación con la Producción de carne (PC). Debido a esta diferencia entre los sistemas Intensivos y los de base pastoril, se graficaron por separado los sistemas Extensivos y Semiintensivos (Figura III.f.4).

El valor mínimo de PC fue de 38,13 kg/ha/día para los sistemas Intensivos (Figura III.f.3), muy alejado de la PC máxima para los de base pastoril, que fue de 3,19 kg/ha/día, correspondiendo a sistema Semiintensivo (Figura III.f.4).

Los sistemas Extensivos y Semiintensivos también quedaron diferenciados por la Producción de carne, además del Balance de N, con valor mínimo de PC para el semiintensivo (1,47 kg/ha/día) que resultó superior al máximo del extensivo (0,85 kg/ha/día) (Figura III.f.4).

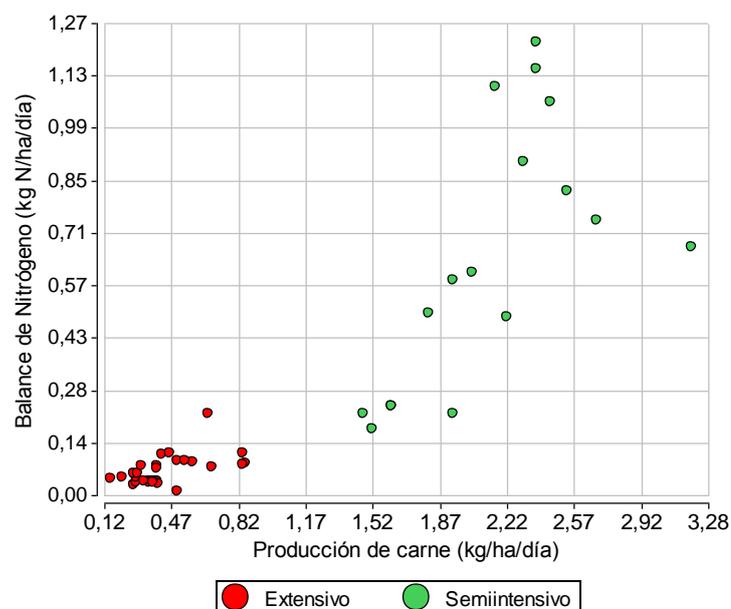


Figura III.f.4. Balance de Nitrógeno (kg N/ha/día) en función de la Producción de carne (kg/ha/día) para las 48 UdAs con producción de carne bovina base pastoril, clasificadas según sistema de producción (● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).

2- Fósforo

El comportamiento del fósforo resultó diferente para los tres sistemas, comparado con el comportamiento del nitrógeno. Los valores individuales del Balance de Fósforo (Bal P) y de los ingresos totales de fósforo a cada una de las 83 UdAs estudiadas se presentan en las Figura III.f.5.

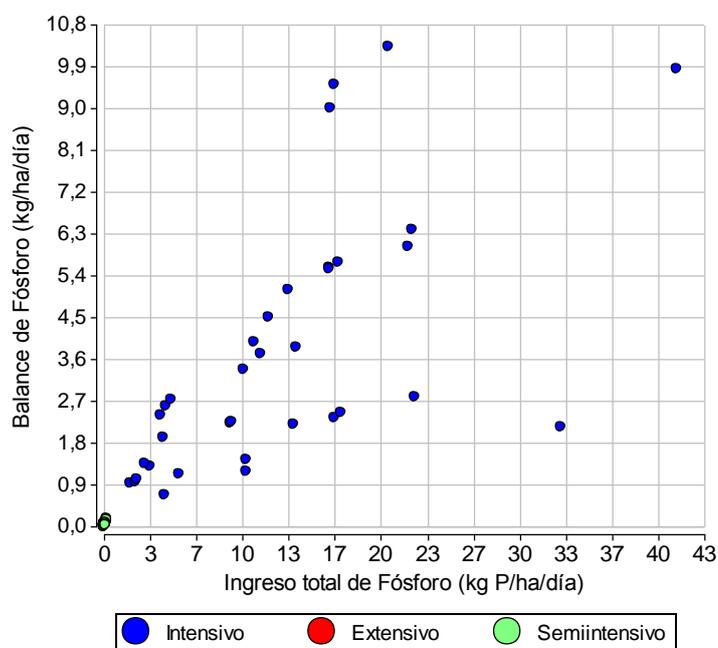


Figura III.f.5. Balance de Fósforo (kg P/ha/día) en función del Ingreso total de P (kg P/ha/día) para las 83 UdAs con producción de carne bovina, clasificadas según sistema de producción (● Intensivo n= 35; ● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).

Se registraron valores de Balances de P negativos para los sistemas de base pastoril. Los sistemas Intensivos quedaron separados de los de base pastoril, tanto en relación con los ingresos como con los Balances de P. Debido a esta diferencia entre los sistemas Intensivos y los de base pastoril, se graficaron por separado, nuevamente, los sistemas Extensivos y Semiintensivos (Figura III.f.6).

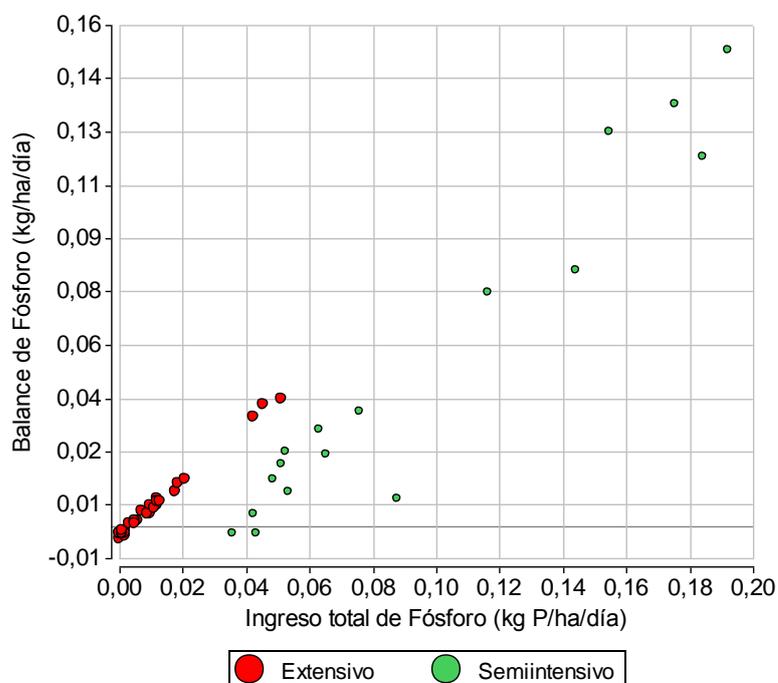


Figura III.f.6. Balance de Fósforo (kg P/ha/día) en función del Ingreso total de P (kg P/ha/día) para las 48 UdAs con producción de carne bovina base pastoril, clasificadas según sistema de producción (● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).

En los sistemas Intensivos el valor mínimo para Bal P fue de 0,67 kg P/ha/día y para ingresos totales de P de 1,87 kg P/ha/día (Figura III.f.5), alejados del ingreso máximo de P para los sistemas de base pastoril, que fue de casi 0,20 kg P/ha/día y del Bal P máximo de 0,15 kg P/ha/día, ambos para sistema Semiintensivo (Figura III.f.6).

Los sistemas Extensivos y Semiintensivos no quedaron separados en dos grupos bien diferenciados por el Balance de P predial y tampoco por los ingresos totales de P, ya que tres UdAs de sistema Extensivo con cría intensificada quedaron superpuestas con UdAs de sistema Semiintensivo, como pudo apreciarse en la Figura III.f.6. Así, valores bajos de

ingreso de P en UdAs con sistema Semiintensivo, en el orden de 0,04 a 0,05 kg P/ha/día concuerdan con los ingresos de P más altos de UdAs con sistemas Extensivos, aunque con valores diferentes de Balance de P predial. Las UdAs semiintensivas con estos ingresos de P tuvieron Bal P negativos (pérdida de P del sistema), mientras que las UdAs con sistema Extensivo presentaron los valores más altos de Bal P, cercanos a los 0,04 kg P/ha/día.

Los valores individuales del Balance de Fósforo y de Producción de carne para cada una de las 83 UdAs estudiadas se presentan en las Figura III.f.7.

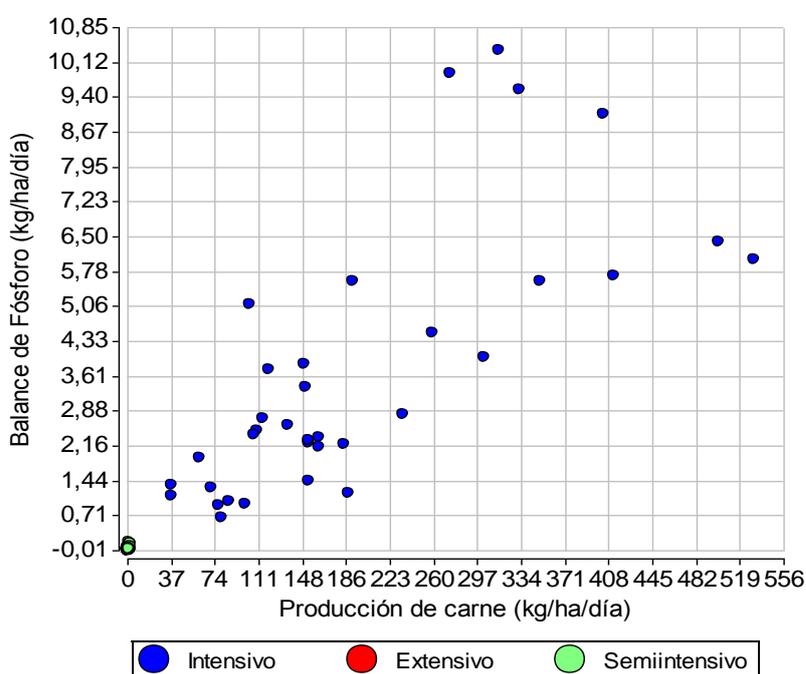


Figura III.f.7. Balance de Fósforo (kg P/ha/día) en función de la Producción de carne (kg /ha/día) para las 83 UdAs con producción de carne bovina, clasificadas según sistema de producción (● Intensivo n= 35; ● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).

Podemos observar, nuevamente, que quedaron separados los sistemas Intensivos de los de base pastoril en relación con los Balances de P, como así también, en relación con la Producción de carne. Debido a esta amplia diferencia entre los valores de los sistemas Intensivos y los de base pastoril, se graficaron por separado los sistemas Extensivos y Semiintensivos (Figura III.f.8).

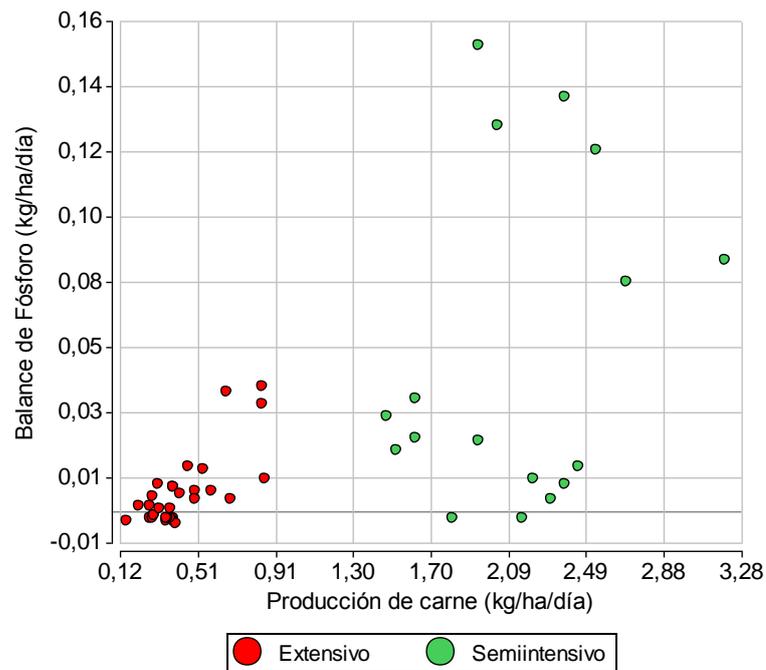


Figura III.f.8. Balance de Fósforo (kg P/ha/día) en función de la Producción de carne (kg/ha/día) para las 48 UdAs con producción de carne bovina base pastoril, clasificadas según sistema de producción (● Extensivo n= 31; ● Semiintensivo n= 17).

Los sistemas Extensivos y Semiintensivos quedaron diferenciados por la Producción de carne pero no separados en dos grupos por el Balance predial de P, como se explicitara previamente. Se puede observar que para los sistemas Extensivos y Semiintensivos, valores semejantes de Balance predial de P pueden ocurrir con Producciones de carne muy diversas. Por ejemplo, Bal P en el orden de 0,01 kg P/ha/día pueden originarse de sistemas que producen 0,25 kg/ha/día de carne (sistemas Extensivos) o que producen alrededor de 2,30 kg/ha/día de carne (sistemas Semiintensivos), resultando en este caso, con una menor emisión de fósforo al medio en relación a los kilogramos de carne producidos.

Los tres tipos de sistemas quedaron diferenciados por los valores de la Producción de carne. También quedaron diferenciados a través del Balance de Nitrógeno, en cambio, en relación con el fósforo, a través del Balance de Fósforo quedaron separados los sistemas Intensivos (engordes a corral) de los Extensivos y Semiintensivos, pero no hubo separación

neta entre estos dos tipos de sistemas base pastoril: se produjeron Balances de Fósforo (kg P/ha/día) semejantes para Producciones de Carne (kg/ha/día) muy diversas.

Relación entre los Balances de nutrientes y Parámetros productivos.

Para los tres sistemas de producción carne bovina se realizó, en conjunto, el Análisis de Correlación de Spearman entre los Balances de nitrógeno y de fósforo con la Producción de carne y Carga animal, cuyos resultados avalan las relaciones descritas y graficadas previamente.

1- Balance de Nitrógeno

En el Análisis de Spearman destacan la correlación positiva, altamente significativa, de los Balances de N con los Ingresos totales de N y con la Producción de Carne; además, los ingresos de N totales correlacionaron con los parámetros productivos (Tabla III.f.1).

Tabla III.f.1. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance de Nitrógeno, ingreso y egreso de N, y parámetros de producción de carne para las 83 UdAs con sistemas de producción de carne bovina.

	Ingreso N (kg N/ha/día)	Egreso N (kg N/ha/día)	Bal N (kg N/ha/día)	Prod. Carne (kg/ha/día)	Carga Animal (kg/ha/día)
Ingreso N (kg N/ha/día)	1	0	0	0	8,30E-10
Egreso N (kg N/ha/día)	0,98	1	0	0	9,90E-11
Bal N (kg N/ha/día)	0,98	0,95	1	0	1,20E-07
Prod. Carne (kg/ha/día)	0,96	0,96	0,96	1	3,70E-09
Carga Animal (kg/ha/día)	0,61	0,64	0,54	0,59	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$.

2- Balance de Fósforo

Al igual que con el nitrógeno, el Análisis de Spearman destacó la correlación positiva, altamente significativa, de los Balances de P con los Ingresos totales de P y con la Producción de Carne; además, la de los ingresos de P totales con los parámetros productivos (Tabla III.f.2).

Tabla III.f.2. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance de Fósforo, ingreso y egreso de P, y parámetros de producción de carne para las 83 UdAs con sistemas de producción de carne bovina.

	Ingreso P (kg P/ha/día)	Egreso P (kg P/ha/día)	Bal P (kg P/ha/día)	Prod. Carne (kg/ha/día)	Carga Animal (kg/ha/día)
Ingreso P (kg P/ha/día)	1	0	0	0	6,80E-05
Egreso P (kg P/ha/día)	0,98	1	0	0	0,01
Bal P (kg P/ha/día)	0,96	0,91	1	0	0
Prod. Carne (kg/ha/día)	0,96	0,96	0,92	1	5,40E-06
Carga Animal (kg/ha/día)	0,6	0,63	0,48	0,59	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$.

Comparación de los Sistemas de Producción de Carne a través de los Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes

Se presentará a través de la Prueba de la Mediana ($\alpha=0,05$), en una primera parte, la comparación entre los sistemas Intensivos con los de base Pastoril (Extensivos y Semiintensivos) y en una segunda, entre los de base Pastoril.

1- Comparación entre Sistema Intensivo y Sistemas de base Pastoril

Teniendo en cuenta el comportamiento del nitrógeno y del fósforo presentado en las Figuras III.f.1; III.f.3; III.f.5 y III.f.7, y de los resultados de las correlaciones señaladas en las Tablas III.f.1 y III.f.2 precedentes, se realizó la Prueba de la Mediana para los Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes y los Parámetros de producción de carne contrastando el grupo de los sistemas Intensivos (n= 35) con el grupo de los sistemas de base Pastoril (n= 48), para nitrógeno y para fósforo (análisis estadístico completo en Tablas AIII.29 y AIII.30 de Anexo "Resultados", respectivamente). Dentro de los indicadores, cabe recordar lo que fuera explicado en el capítulo de Metodologías sobre la Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción. En los sistemas Intensivos el EUNTS-Pr es equivalente al EUNexS-Pr de los sistemas Extensivos y Semiintensivos, dado que todo el nutriente que

ingresa a los corrales es “externo”. Por lo tanto, en la comparación aparecerá expresada esta eficiencia, para los tres sistemas, bajo el nombre del indicador “EUNexS-Pr”.

Para **el nitrógeno**, la prueba estadística arrojó diferencias significativas para todos los parámetros de producción e Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno, a excepción del indicador Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción (EUNexS-Pr) (ver Tabla III.f.3).

Tabla III.f.3. Valores de la Mediana y “p valor” correspondiente a la Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas intensivos y sistemas base pastoril -extensivo y semiintensivo- de producción de carne bovina) para los **Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno** y parámetros de producción de carne descriptivos de las **83 Unidades de Análisis comparadas** (nivel de Significancia $\alpha = 0,05$).

	n(I)	n(P)	Mediana(I)	Mediana(P)	p(2 colas)
Ing.t N (kg N/ha/día)	35	48	49,46	0,11	<0,0001
Egr.t N (kg N/ha/ día)	35	48	27,99	0,02	<0,0001
PC (kg/ha/ día)	35	48	154,02	0,52	<0,0001
CA (kg/ha)	35	48	907,01	601,60	0,0039
Bal N (kg N/ha/ día)	35	48	15,7	0,09	<0,0001
IeUN (%)	35	48	44,29	76,95	<0,0001
CNu-I/E	35	48	1,8	4,34	<0,0001
EUNexS (%)	35	48	55,71	23,06	<0,0001
EUNexS-Pr (%)	35	48	10,76	12,38	0,3762
Eco-Ef (kg PV/kg N)	35	40	9,75	5,64	0,011
Bal-Prod-Pr (kg N/kg PV-Pr)	35	40	102,6	166,17	0,0207
Bal-Nu-Pr (kg N/kg N-Pr)	35	48	3,80	6,16	0,0262
Bal-Nu-Eg (kg N/kg N-Eg)	35	48	0,80	3,34	<0,0001
Bal/kgPV (g N/kg PV/día)	35	40	0,44	0,24	0,0001

I: sistema Intensivo; P: sistema base Pastoril

El indicador Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción (EUNexS-Pr) para nitrógeno no distinguió los sistemas Intensivos de los de base Pastoril en conjunto. Los valores para el sistema Semiintensivo fueron coincidentes, en gran parte, con los del Intensivo (ver Figura III.f.9 y más adelante en el texto, Tabla III.f.5), posiblemente porque ambas actividades productivas estuvieron referidas a la invernada, es decir, al proceso biológico de incremento de peso.

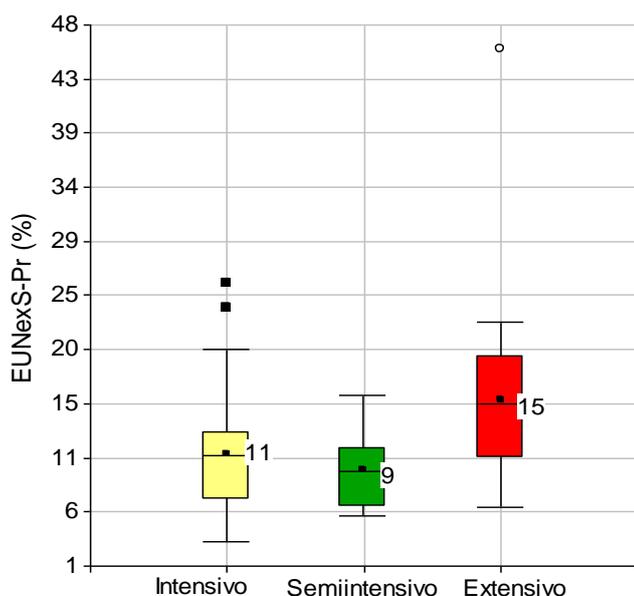


Figura III.f.9. Indicador de Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción -EUNexS-Pr- (%) para nitrógeno, para las Unidades de Análisis de los distintos sistemas de producción de carne bovina (n=83).

El indicador de Excreción ambiental Bal/kgPV para nitrógeno, con diferencias significativas entre sistemas Intensivos y de base Pastoril en su conjunto, se muestra graficado para los tres tipos de sistemas (Figura III.f.10), mostrando valores diferentes entre los extensivos y semiintensivos (ver más adelante en el texto, Tabla III.f.6). Es posible, que comparando sistema Intensivo con Semiintensivo solamente, no haya diferencias significativas debido al amplio rango de valores para este último, en este estudio.

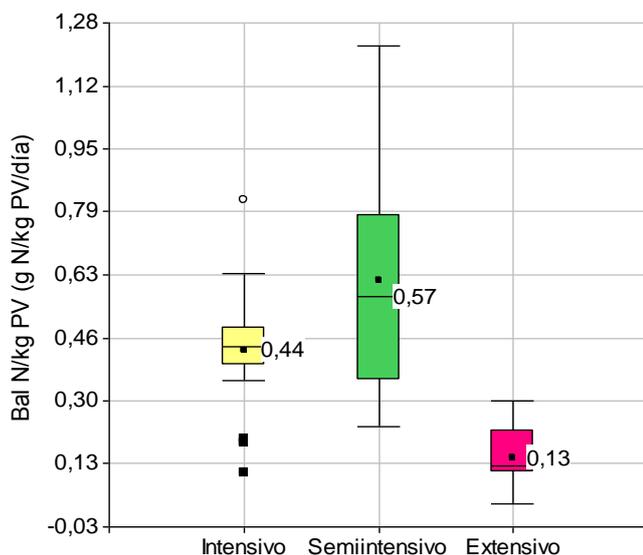


Figura III.f.10. Indicador de Excreción ambiental (g N/kg PV/día) para nitrógeno, para las Unidades de Análisis de los distintos sistemas de producción de carne bovina (n=83).

Para el **fósforo**, la Prueba de la Mediana arrojó diferencias significativas para todos los parámetros de producción y para los indicadores Bal P; leUN; EUNexS-Pr; Bal-Nu-Pr y Bal/kgPV (ver Tabla III.f.4).

El indicador Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción (EUNexS-Pr) para el fósforo se comportó distinto, diferenciando los sistemas Intensivos de los de base Pastoril en conjunto. Posiblemente se relacione con los altos valores del EUNexS-Pr de los sistemas Extensivos, con valores superiores al 100% (ver Figura III.f.11). Esto se debió a que los ingresos de fósforo externo fueron bajos o casi inexistentes en varios casos, lo cual, al ser referidos a los kilogramos de peso producidos, originaron altas eficiencias. En los sistemas Intensivos y Semiintensivos, el ingreso de fósforo fue mayor en relación con los kilogramos de carne producidos, arrojando, por lo tanto, menores valores de EUNexS-Pr.

Tabla III.f.4. Valores de la Mediana y “p valor” correspondiente a la Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas intensivos y sistemas base pastoril -extensivo y semiintensivo- de producción de carne bovina) para los **Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo** y parámetros de producción de carne descriptivos de las **83 Unidades de Análisis comparadas** (nivel de Significancia $\alpha = 0,05$).

	n(I)	n(P)	Mediana(I)	Mediana(P)	p(2 colas)
Ing.t P (kg P/ha/ día)	35	48	11,27	0,01	<0,0001
Egr.t P (kg P/ha/ día)	35	48	7,36	0,01	<0,0001
PC (kg/ha/ día)	35	48	154,02	0,52	<0,0001
CA (kg/ha)	35	48	907,01	601,6	0,0039
Bal P (kg P/ha/ día)	35	48	2,58	0,01	<0,0001
IeUN (%)	35	34	33,62	56,83	0,0038
CNu-I/E	35	48	1,51	1,62	0,5057
EUNexS (%)	35	47	66,38	61,34	0,276
EUNexS-Pr (%)	35	47	12,04	29,43	<0,0001
Eco-Ef (kg PV/kg P)	35	32	57,24	53,14	0,8083
Bal-Prod-Pr (kg P/kg PV-Pr)	35	40	17,47	13,24	0,491
Bal-Nu-Pr (kg P/kg P-Pr)	35	48	2,46	1,45	0,0465
Bal-Nu-Eg (kg P/kg P-Eg)	35	48	0,51	0,62	0,5057
Bal/kgPV (g P/kg PV/día)	35	32	0,08	0,03	<0,0001

I: sistema Intensivo; P: sistema base Pastoril

En la Figura III.f.11 no se consideraron las 30 UdAs de sistema Extensivo, sino 29, debido a que una arrojó un valor de EUNexS-Pr= 9.081%, valor “outlier” muy extremo -salido de escala -. Fue una UdA que no tuvo ingreso de fósforo, salvo a través de 4 toros (2.400 kg), y de la cual egresaron 752 cabezas bovinas (200.412 kg)-. Por eso, aparece una mediana de 34% para los sistemas Extensivos en dicha figura, diferente a la que figura en la Tabla III.f.6.

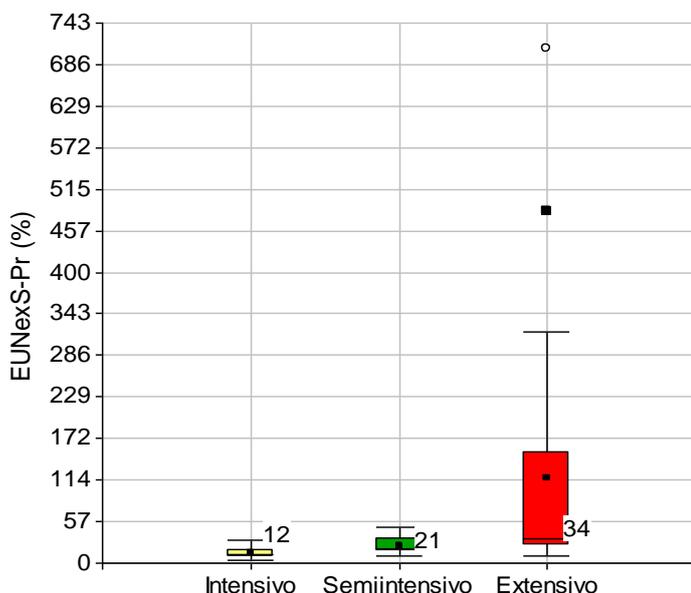


Figura III.f.11. Indicador de Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción - EUNexS-Pr- (%) para fósforo, para las Unidades de Análisis de los distintos sistemas de producción de carne bovina (n=83).

El indicador de Excreción ambiental Bal/kgPV y el de Ineficiencia de Uso de nutrientes leUN para fósforo, mostraron diferencias significativas entre sistemas Intensivos y de base Pastoral en su conjunto, los que se muestran graficados para los tres tipos de sistemas (Figura III.f.12 y Figura III.f.13, respectivamente). El Bal/kgPV mostró, también, valores diferentes, significativos, entre los sistemas Extensivos y Semiintensivos, lo cual no ocurrió para el leUN (ver más adelante en el texto, Tabla III.f.6).

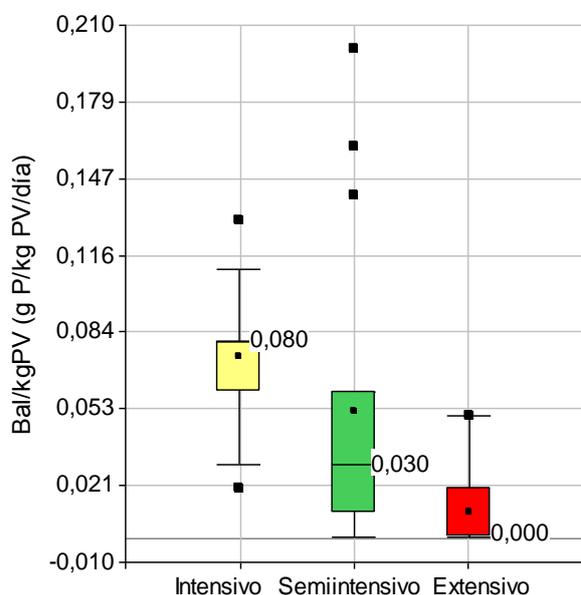


Figura III.f.12. Indicador de Excreción ambiental (g P/kg PV/día) para fósforo, para las Unidades de Análisis de los distintos sistemas de producción de carne bovina (n=83).

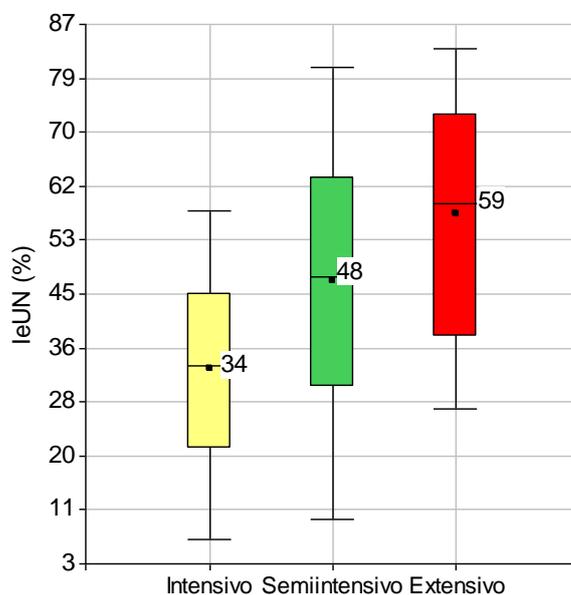


Figura III.f.13. Indicador de Ineficiencia de Uso de Nutrientes (%) para fósforo, para las Unidades de Análisis de los distintos sistemas de producción de carne bovina (n=83).

2- Comparación entre Sistema Extensivo y Semiintensivo

Teniendo en cuenta el comportamiento del nitrógeno y del fósforo presentado en las Figuras III.f.2; III.f.4; III.f.6 y III.f.8, y los resultados de las correlaciones en las Tablas III.f.3 y III.f.4 precedentes, se hizo la Prueba de la Mediana para los componentes del Balance, Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes y Parámetros de producción de carne, contrastando los grupos de sistemas Extensivos con el de Semiintensivos, para nitrógeno y para fósforo (estadística completa en Tablas AIII.31 y AIII.32 de Anexo “Resultados”).

Para **el nitrógeno** la prueba estadística arrojó diferencias significativas para todos los componentes del balance de nitrógeno, los parámetros de producción de carne y los indicadores de Manejo y Uso de N, a saber: Bal N; EUNexS-Pr y Bal/kgPV (ver Tabla III.f.5).

Tabla III.f.5. Valores de la Mediana y “p valor” correspondiente para la Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas extensivos y sistemas semiintensivos de producción de carne bovina) para los **Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno** y parámetros de producción de carne descriptivos de **las 48 Unidades de Análisis comparadas** (nivel de Significancia $\alpha = 0,05$).

	n(E)	n(S)	Mediana(E)	Mediana(S)	p(2 colas)
FBN (kg N/ha/año)	31	17	12,05	112,36	<0,0001
Alim (kg N/ha/año)	31	17	0	39,54	<0,0001
Fert (kg N/ha/año)	31	17	2,28	31,77	0,0416
Anim (kg N/ha/año)	31	17	0,59	26,83	<0,0001
Ing.t N (kg N/ha/año)	31	17	23,89	248,73	<0,0001
Egr.t N (kg N/ha/año)	31	17	5,73	48,45	<0,0001
Egr.kgPV (kg PV/ha/año)	31	17	174,93	1648,09	<0,0001
PC (kg/ha/año)	31	17	141,29	789,70	<0,0001
CA (kg/ha)	31	17	360	985	<0,0001
Bal N (kg N/ha/año)	31	17	18,31	182,22	<0,0001
IeUN (%)	31	17	76,79	77,10	0,7734
CNu-I/E	31	17	4,31	4,37	0,7734
EUNexS (%)	31	17	23,21	22,90	0,7734
EUNexS-Pr (%)	31	17	15,2	9,42	0,0083
Eco-Ef (kg PV/kg N)	23	17	6,75	4,47	0,1269
Bal-Prod-Pr (kg N/kg PV-Pr)	23	17	143,45	223,64	0,1269
Bal-Nu-Pr (kg N/kg N-Pr)	31	17	5,09	8,28	0,1479
Bal-Nu-Eg (kg N/kg N-Eg)	31	17	3,31	3,37	0,7734
Bal/kgPV (g N/kg PV/día)	31	17	0,13	0,57	<0,0001

E: sistema Extensivo; S: sistema Semiintensivo

Los tres indicadores que aparecen como diferentes por la prueba estadística en forma significativa, servirían, en un primer momento, para diferenciar ambos tipos de sistemas: Balance predial de N (kg N/ha/año) (Figura III.f.14), Eficiencia de Uso del nitrógeno por la Producción -EUNexS-Pr (%) (ver Figura III.f.9) y la Excreción ambiental a través del Balance por kilo de peso -Bal/kgPV (g N/kg PV/día) (ver Figura III.f.10). Estos dos últimos indicadores, además, diferenciaron los sistemas Intensivos de los de base Pastoril.

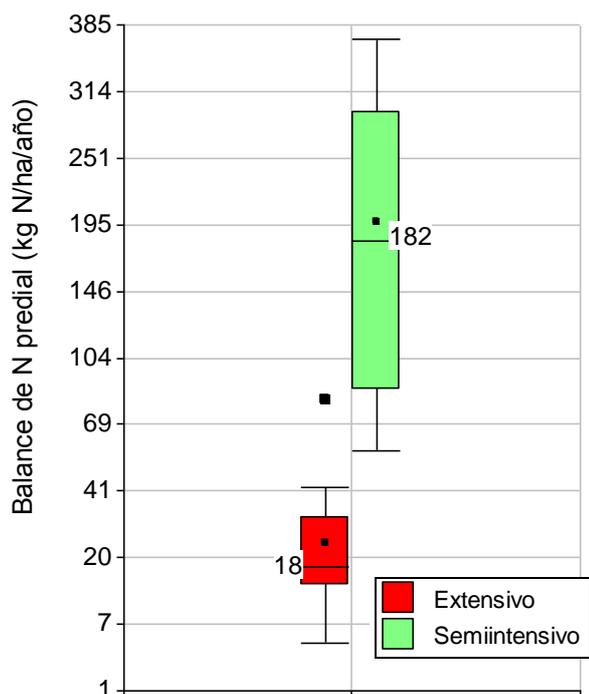


Figura III.f.14. Balance predial de Nitrógeno (kg N/ha/año) para las Unidades de Análisis de los sistemas Extensivos y Semiintensivos de producción de carne bovina (n=48).

El comportamiento de algunos indicadores que no arrojaron diferencias significativas se grafican a continuación, a modo de ejemplo.

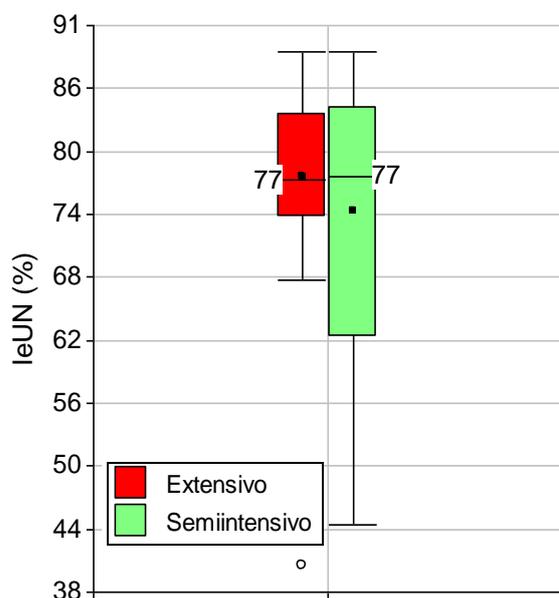


Figura III.f.15. Indicador de Ineficiencia de uso de Nutrientes (%) para Nitrógeno para las Unidades de Análisis de los sistemas Extensivos y Semiintensivos de producción de carne bovina (n=48).

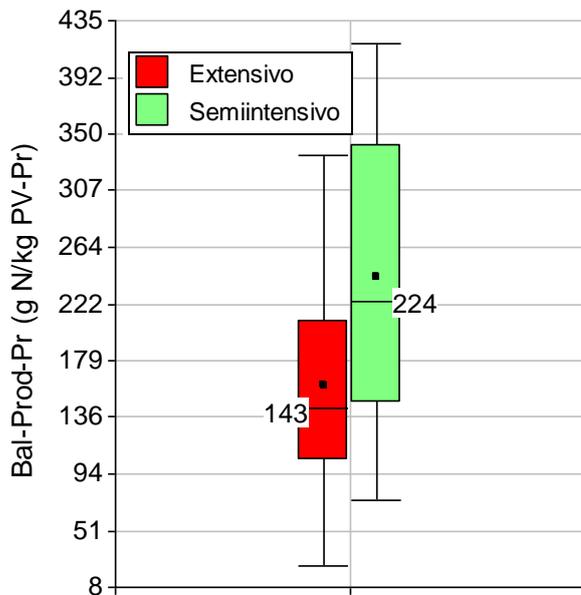


Figura III.f.16. Balance por producto Producido (g N/kg PV-Pr) para Nitrógeno para las Unidades de Análisis de los sistemas Extensivos y Semiintensivos de producción de carne bovina (n=48).

Sea por valores de medianas semejantes (IeUN; Figura III.f.15) o con ciertas diferencias (Bal-Prod-Pr; Figura III.f.16), se aprecian superposiciones de valores y amplitudes importantes en los rangos (principalmente intercuartílico), siendo más marcado para los sistemas Semiintensivos. Probablemente, esto se relacione con la mayor disparidad en los valores de los Balances prediales de N en dichos sistemas.

Para **el fósforo**, la prueba estadística arrojó diferencias significativas para todos los componentes del Balance de fósforo a excepción del ingreso de P a través de fertilizantes ($p= 0,387$). Obviamente, arrojó diferencias significativas para los parámetros de producción de carne, y para los indicadores, solo para Bal P y Bal/kgPV (ver Tabla III.f.6).

El ingreso de Fósforo por fertilizantes resultó ser la única fuente de origen que no marcó diferencia significativa entre los sistemas Extensivos y los Semiintensivos, posiblemente por su uso más generalizado al ser diagnosticado como nutriente limitante para la producción de carne en la zona de estudio.

Tabla III.f.6. Valores de la Mediana y “p valor” correspondiente Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas extensivos y sistemas semiintensivos de producción de carne bovina) para los **Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo** y parámetros de producción de carne descriptivos de **las 48 Unidades de Análisis comparadas** (nivel de Significancia $\alpha = 0,05$).

	n(E)	n(S)	Mediana(E)	Mediana(S)	p(2 colas)
Alim (kg P/ha/año)	31	17	0	7,84	<0,0001
Fert (kg P/ha/año)	31	17	1,32	12,27	0,3869
Anim (kg P/ha/año)	31	17	0,16	7,06	<0,0001
Ing.t P (kg P/ha/año)	31	17	2,13	23,18	<0,0001
Egr.t P (kg P/ha/año)	31	17	1,38	12,39	<0,0001
Egr.kgPV (kg PV/ha/año)	31	17	174,93	1648,09	<0,0001
PC (kg/ha/año)	31	17	141,29	789,70	<0,0001
CA (kg/ha)	31	17	360	985	<0,0001
Bal P (kg P/ha/año)	31	17	0,75	8,76	0,0083
leUN (%)	19	15	59	47,56	0,1015
CNu-I/E	31	17	1,55	1,83	0,3869
EUNexS (%)	30	17	63,30	54,76	0,5469
EUNexS-Pr (%)	30	17	37,88	20,67	0,0687
Eco-Ef (kg PV/kg P)	17	15	54,73	51,48	0,7397
Bal-Prod-Pr (kg P/kg PV-Pr)	17	17	15,79	14,83	0,7468
Bal-Nu-Pr (kg P/kg P-Pr)	31	17	0,55	0,83	0,3869
Bal-Nu-Eg (kg P/kg P-Pr)	31	17	1,06	2,09	0,1479
Bal/kgPV (g P/kg PV/día)	31	17	0	0,03	0,0308

E: sistema Extensivo; S: sistema Semiintensivo

Los dos indicadores que aparecen como diferentes en forma significativa según la Prueba de la Mediana servirían, en un primer momento, para diferenciar ambos tipos de sistemas: Balance predial de P (kg P/ha/año) (Figura III.f.17) y la Excreción ambiental a través del Balance por kilo de peso por día -Bal/kgPV (g P/kg PV/día) (ver Figura III.f.12.). Además, estos dos indicadores diferenciaron los sistemas Intensivos de los de base Pastoril.

La observación que debe realizarse es que, a pesar de arrojar diferencias significativas, existe superposición de valores en un extremo del rango muestral en los Semiintensivos, para ambos indicadores (ver Figuras III.f.12 y III.f.17).

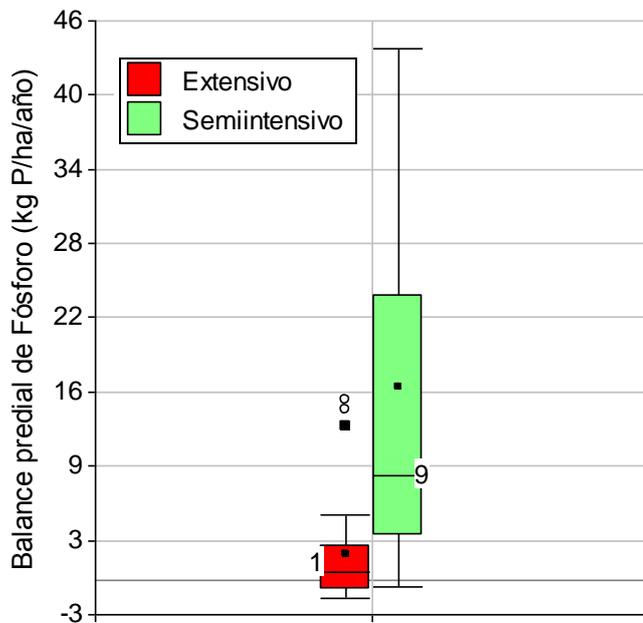


Figura III.f.17. Balance predial de Fósforo (kg P/ha/año) para las Unidades de Análisis de los sistemas Extensivos y Semiintensivos de producción de carne bovina (n=48).

3- Comparación entre los tres Sistemas de Producción de carne bovina

3.a. Análisis de Componentes Principales

A partir del Análisis de Componentes Principales (ACP) y los gráficos “Biplot” se han examinado todos los datos en un espacio de menor dimensión que el espacio original de las variables. Se han podido visualizar las observaciones o casos (UdAs) y las variables (indicadores) seleccionadas, en primer lugar, según información obtenida a partir de las Correlaciones y Pruebas de la Mediana, pudiéndose identificar asociaciones entre observaciones, entre variables y entre variables y observaciones, considerando a las 83 Unidades de Análisis originales.

En el **Análisis de Componentes Principales** para **nitrógeno** se utilizaron las variables:

- Bal N: Balance de N (kg N/ha/día)
- IeUN: Ineficiencia de Uso de Nutriente (%)
- EUNexS-Pr: Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción (%)
- CNu-I/E: Consumo de Nutriente (kg N/kg N)
- Eco-Ef: Eco-eficiencia (kg PV/kg N)
- Bal-Nu-Eg: Balance por Nutriente en producto Egresado (kg N/kg N-Eg)
- Bal-Prod-Pr: Balance por producto Producido (g N/kg PV-Pr)

- Bal/kgPV: Balance por kilo de peso vivo (g N/kg PV/día)

El análisis estadístico completo se presenta en el Cuadro III.2 de Anexo “Resultados”, mientras que a continuación se describirá el resumen e interpretación de los resultados.

El Componente principal 1 (CP1) explica el 52% de la variabilidad total del conjunto de datos y el segundo (CP2) el 25,7%. Al sumar ambos ejes, se explica el 78% de la variabilidad total de los datos. La tabla de autovectores contiene los coeficientes para cada componente principal. Los valores absolutos mayores indican mayor contribución del indicador en cuestión (variable). Así, al armar el CP1 (e1), el mayor peso en positivo estuvo dado por los indicadores CNU-I/E (0,45), Bal-Nu-Eg (0,45), Bal-Prod-Pr (0,44) y el leUN (0,41), y en negativo, la Eco-Ef (-0,37). Al armar el CP2 (e2), en positivo tuvo mayor peso el EUNexS-Pr (0,57) y luego leUN y Eco-Ef (0,27), y en negativo Bal/kgPV (-0,48) y Bal N (-0,41) (ver Cuadro III.2 de Anexo “Resultados”). La contribución de cada indicador en el componente principal se puede ver también en el gráfico Biplot al considerarse la longitud de cada vector o “brazo” desde el cero (Figura III.f.18). Además, se puede observar el grado de correlación entre las variables según los ángulos entre los vectores correspondientes a cada variable (indicador). Si el ángulo tiende a 0 están correlacionadas positivamente, si tiende a 90 no hay correlación y si tienden a 180 grados la correlación es negativa. Se verifica que los indicadores CNU-I/E, Bal-Nu-Eg y el leUN están correlacionados positivamente, en forma muy fuerte (los tres indicadores refieren al ingreso y egreso de nitrógeno). EUNexS-Pr con Bal/kgPV, por un lado, y Eco-Ef con Bal-Prod-Pr por otro, se encuentran correlacionados negativamente, también en forma potente (refieren a productividad y balance de N), mientras que Balance N en kg/ha/día con Eco-Ef y con Bal-Prod-Pr pareciera no tener correlación.

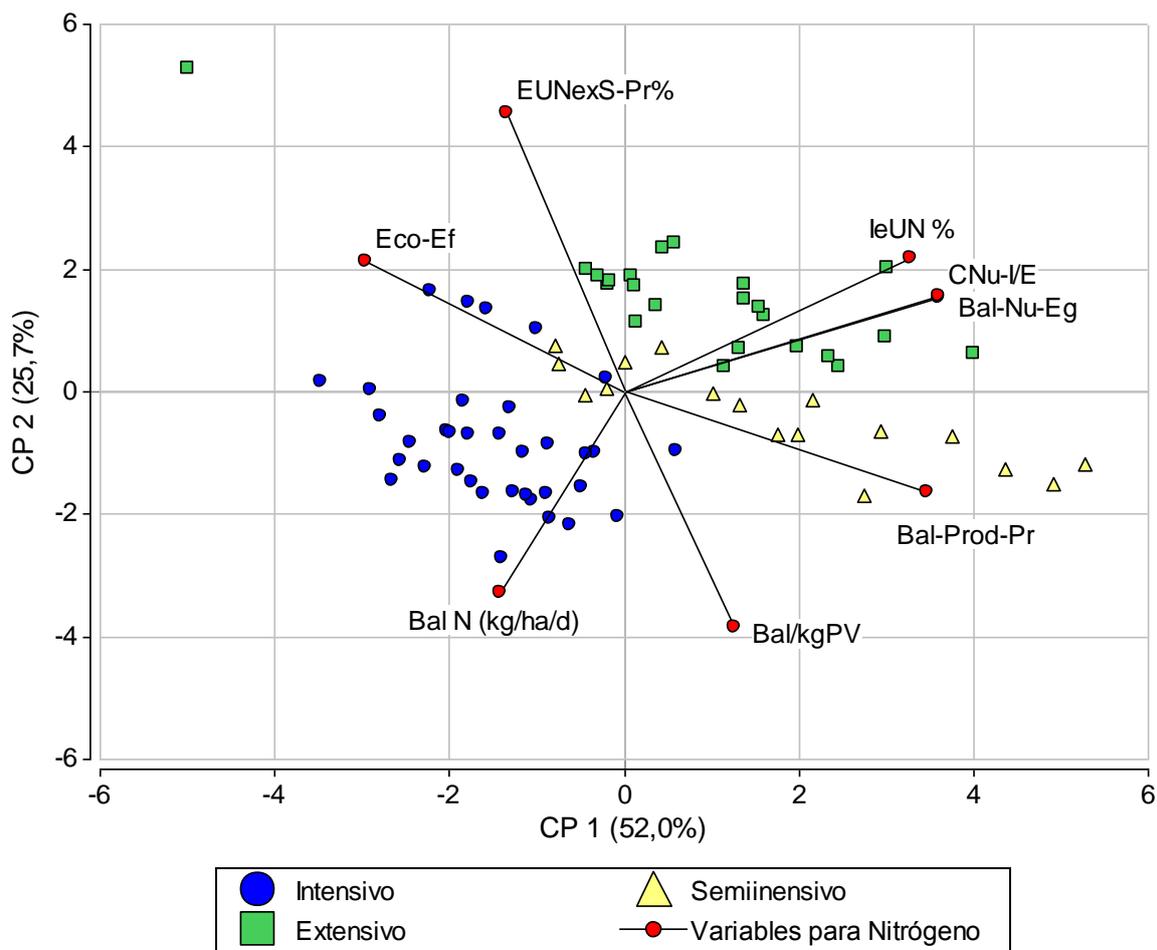


Figura III.f.18. Relaciones y asociaciones de las Unidades de Análisis con distinto tipo de sistema de producción de carne y los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno a través del gráfico “Biplot”.

En lo referente a los casos, se observa que las UdAs se encuentran medianamente agrupadas entre ellas según su tipo de sistema (extensivo, semiintensivo e intensivo).

El CP1 agrupa las UdAs con valores más altos de CNU-I/E, Bal-Nu-Eg, Bal-Prod-Pr y de leUN y las opone a aquellas con mayores valores del Ecoeficiencia. Así, separa, sistemas de base pastoril, principalmente Semiintensivos y Extensivos con algún grado de intensificación en el manejo de la cría, de los Intensivos con mayores valores de Ecoeficiencia.

El CP2 agrupa a las UdAs con valores más altos de EUNexS-Pr y las opone a aquellas con valores mayores de Bal/kgPV y Bal N (kg/ha/d). Separa, aunque en menor medida, sistemas Extensivos de los Intensivos y de los Semiintensivos.

Con el uso de algunos indicadores, a través del ACP se han corroborado los resultados arrojados por las Pruebas de la Mediana, las cuales separaron a los sistemas Intensivos de los de base Pastoril a partir de todos los indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno (con excepción del EUNexS-Pr), tal como separó el CP1; y los sistemas Extensivos de los Semiintensivos, en gran medida, a partir de los indicadores Bal/kgPV, Bal N (kg/ha/d) y EUNexS-Pr, como hizo en parte el CP2.

En el **Análisis de Componentes Principales** para **fósforo** se utilizaron como variables los mismos indicadores que para nitrógeno, a excepción de Bal-Prod-Pr que se cambió por Bal-Nu-Pr, acorde al resultado de la Prueba de la Mediana:

- Bal P: Balance de P (kg P/ha/día)
- leUN: Ineficiencia de Uso de Nutriente (%)
- EUNexS-Pr: Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción (%)
- CNu-I/E: Consumo de Nutriente (kg P/kg P)
- Eco-Ef: Ecoeficiencia (kg PV/kg P)
- Bal-Nu-Eg: Balance por Nutriente en producto Egresado (kg P/kg P-Eg)
- Bal-Nu-Pr: Balance por Nutriente en producto Producido (kg P/kg P-Pr)
- Bal/kgPV: Balance por kilo de peso vivo (g P/kg PV/día)

El análisis estadístico completo se presenta en el Cuadro III.3 de Anexo “Resultados”, mientras que a continuación se describirá el resumen e interpretación de los resultados.

El Componente principal 1 (CP1) explica el 48,4% de la variabilidad total del conjunto de datos y el segundo (CP2) el 29,5%. Ambos, explican el 78% de la variabilidad total de los datos, al igual que con el nitrógeno. La tabla de autovectores contiene los coeficientes

para cada componente principal. Al armar el CP1 (e1), el mayor peso en positivo estuvo dado por los indicadores CNU-I/E (0,46), Bal-Nu-Eg (0,46), Bal-Nu-Pr (0,46) y el leUN (0,43), y en negativo, la Eco-Ef (-0,30). Al armar el CP2 (e2), en positivo tuvo mayor peso el EUNexS-Pr (0,51) y luego Eco-Ef (0,28) y el leUN (0,26), y en negativo Bal P (-0,48) y Bal/kgPV (-0,46) y (ver Cuadro III.3 de Anexo “Resultados”). La contribución de cada indicador en el componente principal se puede ver también en el gráfico Biplot al considerarse la longitud de cada vector o “brazo” desde el cero (Figura III.f.19).

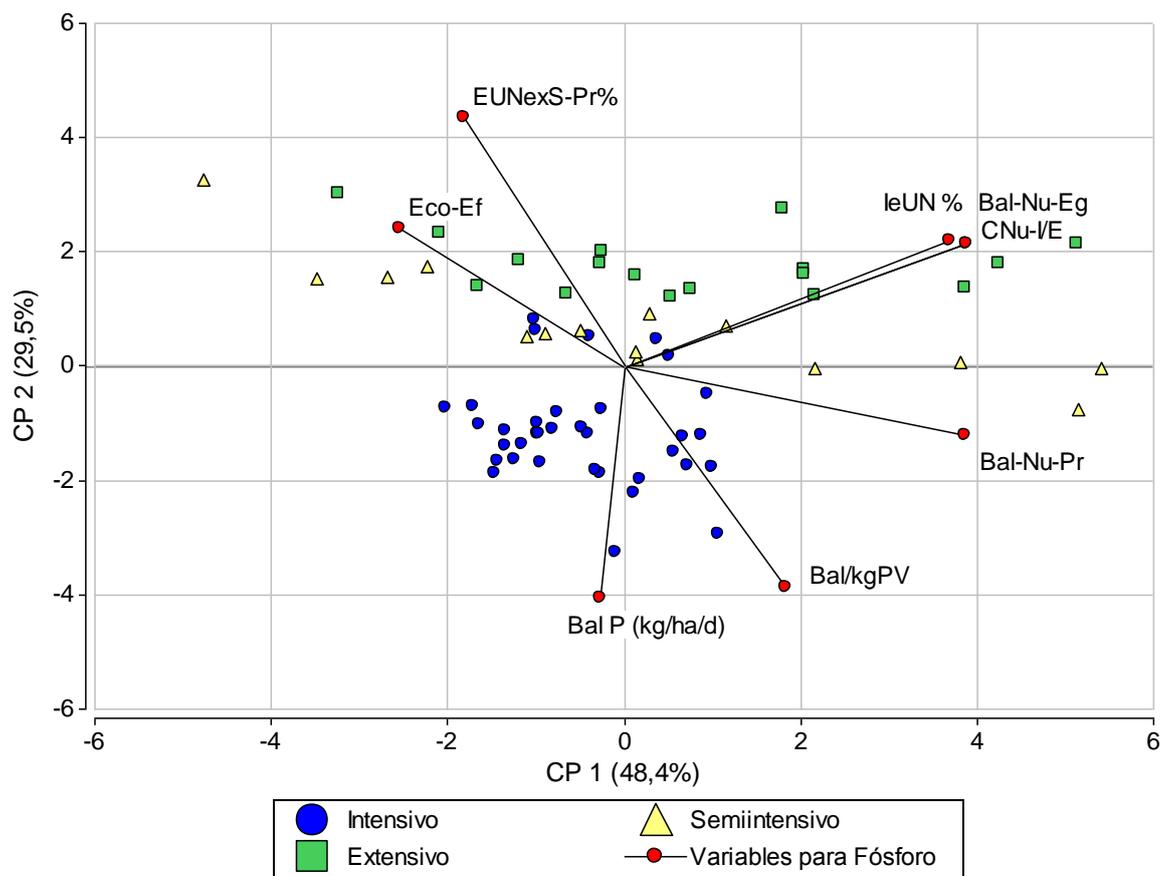


Figura III.f.19. Relaciones y asociaciones de las Unidades de Análisis con distinto tipo de sistema de producción de carne y los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo a través del gráfico “Biplot”.

Además, en la Figura III.f.19 se puede observar el grado de correlación entre las variables según los ángulos entre los vectores correspondientes a cada indicador. Se verifica que los indicadores CNU-I/E, Bal-Nu-Eg y el leUN están correlacionados positivamente, en forma muy fuerte (los tres indicadores refieren al ingreso y egreso de

fósforo). EUNexS-Pr con Bal/kgPV se encuentran correlacionados negativamente, también en forma potente (refieren a productividad y balance de P), y Eco-Ef con Bal-Nu-Pr también, aunque menos marcada, posiblemente porque uno involucra solo kilogramos de peso de animales y el otro involucra producción agrícola, aunque haya estado presente en muy pocas UdAs. El Balance P en kg/ha/día y Bal-Nu-Pr parecieran estar muy poco correlacionados, probablemente por referir uno solo al egreso del nutriente y por unidad de superficie, y el otro, al nutriente producido, haya salido o no del sistema.

En lo concerniente a los casos, se observa que las UdAs se encuentran medianamente agrupadas entre ellas según su tipo de sistema (extensivo, semiintensivo e intensivo). Los de base Pastoril, principalmente en función del CP2 (poca variación en la ubicación en el espacio en relación con los valores del eje), mientras que el sistema Intensivo presentó variación más equilibrada en la ubicación en ambos componentes, CP1 y CP2.

El CP2 agrupa a las UdAs con valores más altos de EUNexS-Pr y las opone a aquellas con valores mayores de Bal/kgPV y Bal P (kg/ha/d). Separa los sistemas Extensivos de los Intensivos, mientras que los casos Semiintensivos con alto valor de Eco-eficiencia quedan intercalados con los Extensivos, en el espacio del gráfico Biplot.

El CP1 agrupa las UdAs con valores más altos de CNu-I/E, Bal-Nu-Eg, Bal-Nu-Pr y de leUN, que corresponden a UdAs con sistemas Semiintensivos y Extensivos con manejo de la cría en forma intensiva, y las opone a aquellas con mayores valores del Eco-eficiencia, que también resultan ser UdAs con sistemas Semiintensivos y Extensivos con manejo de la cría intensificada en distinto grado, debido al poco aporte de fósforo desde el exterior en relación al egreso de animales, comparado con las UdAs con sistema Intensivo (corrales de engorde).

Con el uso de algunos indicadores, a través del ACP se han corroborado, también para el fósforo, resultados arrojados por las Pruebas de la Mediana, las cuales separaron a

los sistemas Intensivos de los de base Pastoril a partir de los indicadores de Manejo y Uso de Fósforo EUNexS-Pr, Bal/kgPV y Bal P (kg/ha/d). En el ACP, la separación realizada por el CP2 fue bastante semejante, si bien la diferenciación fue completa únicamente entre los sistemas Intensivos y los Extensivos.

3.b. Análisis de Conglomerados

A partir de los resultados obtenidos con el ACP se realizó el Análisis de Conglomerados para nitrógeno y para fósforo. La selección de los indicadores tuvo en cuenta el grado de contribución de cada uno en el CP (mayor contribución) y que no se superpusieran entre ellos (elección de uno solo).

Para **nitrógeno** se eligieron los cinco indicadores siguientes:

- Bal N: Balance de N (kg N/ha/día)
- leUN: Ineficiencia de Uso de Nutriente (%)
- EUNexS-Pr: Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción (%)
- Bal-Prod-Pr: Balance por producto Producido (g N/kg PV-Pr)
- Bal/kgPV: Balance por kilo de peso vivo (g N/kg PV/día)

Con esta técnica descriptiva y exploratoria, las 83 UdAs sometidas al análisis fueron agrupadas según el Método de Agrupamiento Jerárquico Promedio. Los resultados se muestran en un Dendrograma (diagramas de árboles en dos dimensiones), en el que se observan las uniones y/o divisiones que se fueron realizando en cada nivel del proceso de construcción de los conglomerados o clases (ver Figura III.f.20). Las variables Bal N, leUN EUNexS-Pr, Bal-Prod-Pr y Bal/kgPV fueron estandarizadas. Casos leídos 83, casos omitidos 8. Correlación cofenética = 0,822.

Para poder hacer un análisis del Dendrograma, la numeración de las UdAs (caso) y el tipo de sistema al que pertenecen se muestran en el Cuadro III.f.1, a continuación.

caso	UdA	Sistema	Categoría
1	IBall7	Int	Novillitos
2	IBall8	Int	Novillitos
3	IBall1	Int	Vaquill.
4	IBall2	Int	Vaquill.
5	IARl	Int	Terneros
6	IBall3	Int	Novillos
7	IBall4	Int	Novillos
8	IBall5	Int	Vaquill.
9	IBall6	Int	Novillitos
10	ITLI1	Int	Terneros
11	ITLI2	Int	Terneros
12	ITLI3	Int	Terneros
13	ITLI4	Int	Terneros
14	ITLI5	Int	Terneros
15	ITLI6	Int	Terneros
16	ITLI7	Int	Terneros
17	ITLI8	Int	Terneros
18	ITLI9	Int	Novillos
19	ITLI10	Int	Vaquill.
20	ITLI11	Int	Vaquill.
21	ITLI12	Int	Novillos
22	ITLI13	Int	Vaquill.
23	ITLI14	Int	Vaquill.
24	ITLI15	Int	Terneros
25	ITLI16	Int	Terneros
26	ITLI17	Int	Terneros
27	ITLI18	Int	Vaquill.
28	ITLI19	Int	Terneros
29	ITLI20	Int	Novillitos
30	ITLI21	Int	Terneros
31	ITLI22	Int	Terneros
32	ICAI2	Int	varias
33	ICAI3	Int	varias
34	ICAI4	Int	varias
35	ICAI1	Int	Terneros
36	IBaIS5	Semi	Novillitos
37	IBaIS6	Semi	Novillos
38	IBaIS1	Semi	Novillitos
39	IBaIS2	Semi	Novillitos
40	IBaIS3	Semi	Novillitos
41	IBaIS8	Semi	Novillos
42	IBaIS9	Semi	Novillos
43	IBaIS11	Semi	Novillitos
44	IBaIS12	Semi	Novillitos
45	IBaIS7	Semi	Novillitos
46	IBaIS4	Semi	Novillitos
47	IBaIS10	Semi	Novillos
48	ICHs1	Semi	Novillitos
49	ICHs2	Semi	Nov/vaquill
50	ICHs3	Semi	Nov/vaquill
51	ICHs4	Semi	Nov/vaquill
52	ICHs5	Semi	Nov/vaquill

caso	UdA	Act	Manejo
53	CLapE1	Ext	Cría Ex
54	CLapE2	Ext	Cría Ex
55	CLapE3-m	Ext	Cría Ex
56	CLapE4-m	Ext	Cría Ex
57	CLapE5-m	Ext	Cría Ex
58	CLapE6-m	Ext	Cría Ex
59	CLapE7	Ext	Cría Ex
60	CLapE8-m	Ext	Cría Ex
61	CLapE9	Ext	Cría Ex
62	CLapE10	Ext	Cría Ex
63	CLapE11	Ext	Cría Ex
64	CLapE12-m	Ext	Cría Ex
65	CLapE13-m	Ext	Cría Ex
66	CLapE14-m	Ext	Cría Ex
67	CLapE15-m	Ext	Cría Ex
68	CCh_iE1	Ext	Cría In
69	CCh_iE2	Ext	Cría In
70	CCh_iE3	Ext	Cría In
71	CCh_iE4	Ext	Cría In
72	CCh_iE5	Ext	Cría In
73	CAR_iE1	Ext	Cría In
74	CAR_iE2	Ext	Cría In
75	CAR_iE3	Ext	Cría In
76	CAR_sE1	Ext	Cría Se
77	CAR_sE2	Ext	Cría Se
78	CAR_sE3	Ext	Cría Se
79	CCh_sE1	Ext	Cría Se
80	CCh_sE2	Ext	Cría Se
81	CCh_sE3	Ext	Cría Se
82	CCh_sE4	Ext	Cría Se
83	CCh_sE5	Ext	Cría Se

Cuadro III.f.1. Numeración para las 83 UdAs en el Análisis de Conglomerados, indicando el tipo de sistema, categoría en los Intensivos y grado de intensificación en el manejo de la cría en los Extensivos.

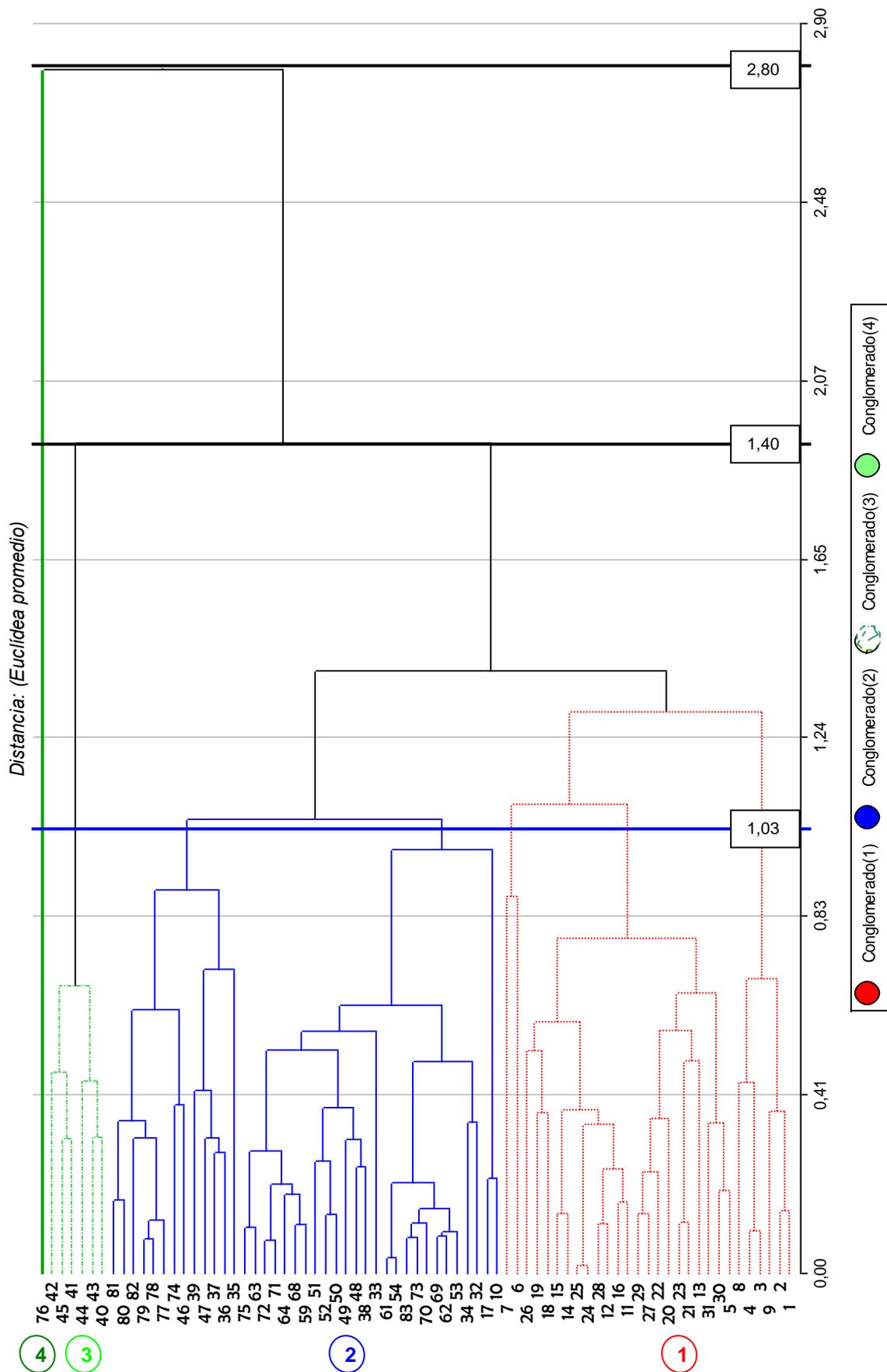


Figura III.f.20. Dendrograma de las Unidades de Análisis con distinto tipo de sistema de producción de carne según Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno.

Las ramas en el árbol representan los conglomerados, y las mismas se unen en un “nodo” cuya posición a lo largo del eje de distancias indica el nivel en el cual la fusión ocurre. Los grupos más distintos son los que se unen a la mayor distancia. El gráfico tiene posicionada la línea de corte o criterio de diferenciación de conglomerados al 50% (1,40) del valor máximo (2,80) en el cual todas las entidades forman un único conglomerado (“nodo raíz”), quedando así, agrupados los casos (UdAs) en cuatro clases o conglomerados (C) (Figura III.f.20).

Relacionando la numeración de las UdAs provista en el Cuadro III.f.1 con los conglomerados, se puede observar que en el C1 (29 UdAs) resultaron agrupados todos casos correspondientes a los sistemas Intensivos. Únicamente dos “corrales unitarios” de Trenque Lauquen quedaron al inicio del conglomerado siguiente, UdAs 10 y 17, las cuales exhibieron los valores más bajos de Bal N/ha y más altos de EUNexS-Pr, dentro de los sistemas Intensivos. En el C2 se agrupó la mayor cantidad de casos (39 UdAs), correspondiendo a los sistemas Extensivos y a los Semiintensivos con uso más eficiente del nitrógeno externo y menor excedente en el ambiente. El C3, con 6 UdAs, concentró a los sistemas Semiintensivos con mayor ingreso de nitrógeno, arrojando peores indicadores en cuanto a eficiencia de uso del nitrógeno externo y excedente ambiental. Finalmente, quedó una sola UdA en el C4 (caso atípico), correspondiendo a sistema Extensivo con manejo de la cría en forma semiintensiva, con buenos valores para los indicadores de manejo y uso de nitrógeno externo debido al escaso ingreso de nitrógeno al sistema y producción de carne por hectárea por encima de la media para este tipo de manejo de la cría (180 kg/ha/año).

Con un agrupamiento más detallado, con línea de corte alrededor del 35% (valor 1,03), los C1 y C2 quedan divididos en subgrupos. El C1 se subdivide en tres subgrupos o subclases, correspondiendo la más exterior a UdAs intensivas de Balcarce con categorías jóvenes, mientras que las UdAs 6 y 7 con novillos en terminación, también en Balcarce, quedan en un subgrupo en el otro extremo del C1, con indicadores con valores buenos a nivel ambiental (Bal/ha, Bal/kgPV e leUN), pero no para aquellos relacionados con la

producción (EUNexS-Pr y Bal-Prod-Pr). En el C2 quedan subagrupadas en el extremo más cercano al C3, UdAs de sistema Extensivo con manejo de la cría en forma semiintensiva, con valores en los rangos de peor eficiencia de uso del nitrógeno externo, tanto para los indicadores a nivel ambiental como productivo.

Por lo tanto, el análisis de conglomerados al 50% para nitrógenos agrupó a los sistemas Intensivos y los separó de los de base Pastoril, teniendo en cuenta cinco Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno que reflejan manejo del nutriente a nivel ambiental y productivo.

Este agrupamiento por Conglomerados resultó coincidente con los resultados de la Prueba de la Mediana para los grupos de sistemas Intensivos y los de base Pastoril, los cuales resultaron diferentes según todos los indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno, con excepción del indicador Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción (EUNexS-Pr). Sin embargo, este indicador contribuyó a la diferenciación, según la Prueba de la Mediana, entre los sistemas de base Pastoril, Extensivos y Semiintensivos. Como esta Prueba de la Mediana los distinguió solo a partir de tres de los cinco indicadores involucrados en el análisis de Conglomerados (Bal N, Bal/kgPV y EUNexS-Pr), posiblemente esto sea razón del por qué no pudieron armarse dos conglomerados completamente separados para Extensivo y Semiintensivo.

Para el Análisis de Conglomerados para **fósforo** se eligieron los cinco indicadores siguientes:

- Bal P: Balance de P (kg P/ha/día)
- leUN: Ineficiencia de Uso de Nutriente (%)
- EUNexS-Pr: Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción (%)
- Bal-Nu-Pr: Balance por Nutriente en producto Producido (kg P/kg P-Pr)
- Bal/kgPV: Balance por kilo de peso vivo (g P/kg PV/día)

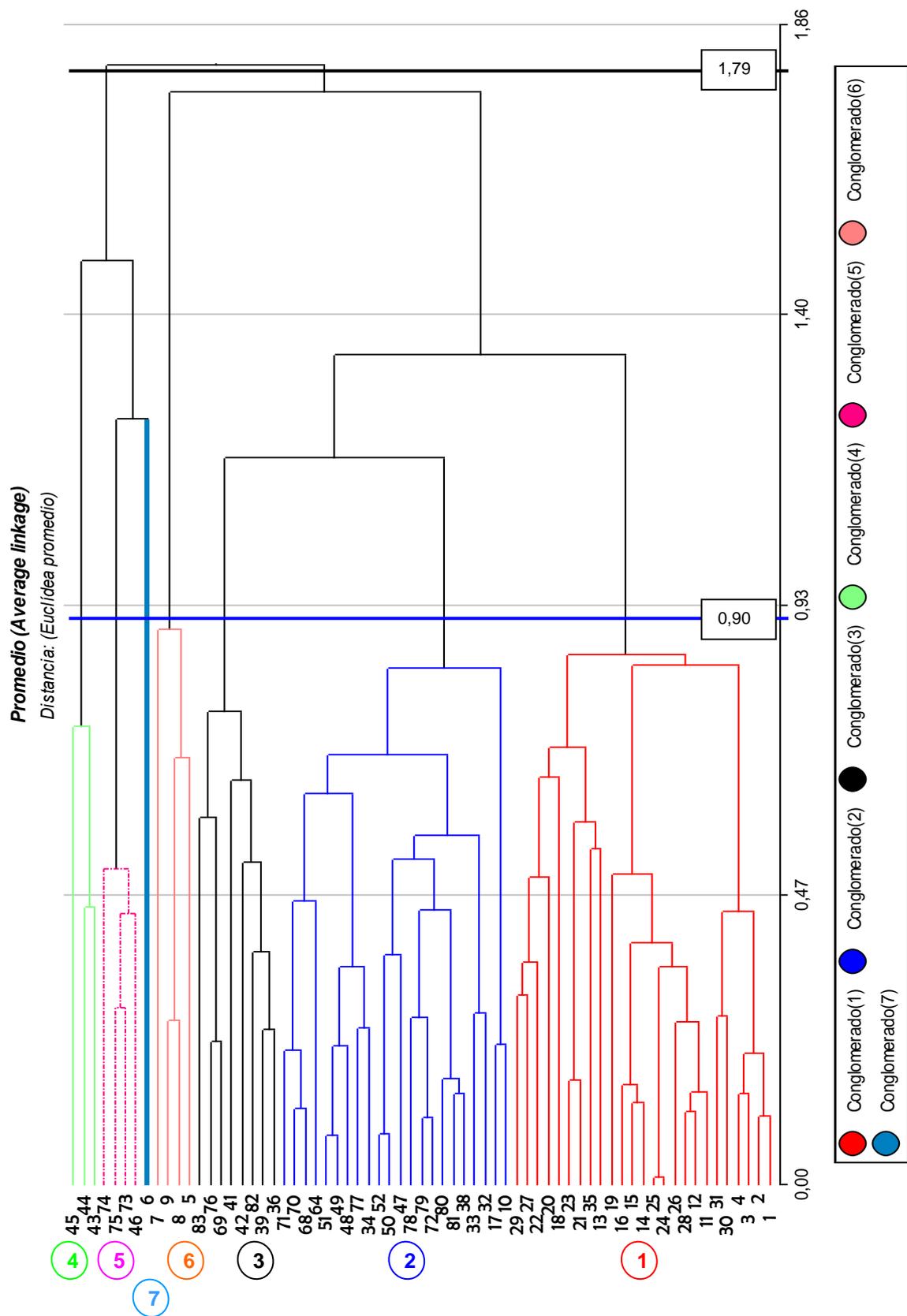


Figura III.f.21. Dendrograma de las Unidades de Análisis con distinto tipo de sistema de producción de carne según Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo.

Con esta técnica descriptiva y exploratoria, las 83 UdAs sometidas al análisis fueron agrupadas, también, según el Método de Agrupamiento Jerárquico Promedio. Los resultados se muestran en un Dendrograma (ver Figura III.f.21). Para el análisis del mismo se utilizó la numeración de las UdAs (caso) y el tipo de sistema al que pertenecen del Cuadro III.f.1.

Las variables Bal P, leUN, EUNexS-Pr, Bal-Nu-Pr y Bal/kgPV fueron estandarizadas. Casos leídos 83, casos omitidos 16. Correlación cofenética = 0,749. Debido a que el sistema Extensivo con manejo de la cría en forma extensiva tuvo casi siempre Balances prediales de P negativos, la mayoría de los casos omitidos por el análisis estadístico correspondieron a este sistema y tipo de manejo de la cría.

El gráfico tiene posicionada la línea de corte o criterio de diferenciación de conglomerados al 50% (0,90) del valor máximo (1,79), quedando así, agrupados los casos (UdAs) en siete clases o conglomerados (C) (Figura III.f.21).

En el C1 (25 UdAs) resultaron agrupados todos casos correspondientes a los sistemas Intensivos. El C2 (22 UdAs) agrupó a los sistemas Semiintensivos correspondientes a Chascomús, a los Extensivos con manejo de la cría con distinto grado de intensificación que presentaron los valores de menor eficiencia de uso del fósforo externo y correspondiente mayor excedente en el ambiente (dentro de los extensivos) y, en el extremo cercano al C1, un subgrupo de UdAs intensivas correspondientes a “grupo corrales feedlot” y a dos “corrales unitarios” de Trenque Lauquen con los valores más bajos de Bal P/ha y más altos de EUNexS-Pr. El C3, con 8 UdAs, concentró a los sistemas Extensivos con manejo de la cría con distinto grado de intensificación que presentaron los valores más bajos para los Bal P/ha positivos y más altos para la Eficiencia de uso del P externo por la producción, EUNexS-Pr, y a UdAs con sistema Semiintensivo, con y sin ingreso de P por fertilizantes.

Continuando con el ordenamiento que aparece en el Dendograma (Figura III.f.21), el siguiente conglomerado, el C6, agrupó a 4 UdAs intensivas (tres de Balcarce y la de Las Armas) que tuvieron requerimientos de fósforo cubiertos en exceso, en casi 200% y más, con bajos EUNexS-Pr y altos Bal P/kgPV. Luego, el C7 incluyó una sola UdA, con bajos Bal P/ha y Bal P/kgPV, pero a su vez, también baja eficiencia productiva en el uso del P debido a la mediana productividad de los animales (baja ganancia diaria para un corral de encierre de novillos). El C5 agrupó a una UdA semiintensiva que aplicó fertilizante fosforado con las 3 UdAs con sistema Extensivo de la localidad de Las Armas con manejo de la cría en forma intensiva, las cuales tuvieron los peores valores para los indicadores (dentro de los extensivos). Finalmente, el C4 con 3 UdAs semiintensivas, dos sin aplicación de fertilizante fosforado con los mejores valores para los indicadores (bajo Balance de P por hectárea y por kilo de peso, y alta Eficiencia de uso del P externo por la Producción) y la última, en el extremo del dendrograma, que aplicó fertilizante y arrojó valores altos para el Bal P/ha y Bal/kgPV con alto leUN y baja Eficiencia de uso del P externo por la Producción.

El análisis de conglomerados al 50%, para fósforo, agrupó a casi todos los sistemas Intensivos (71%) y los separó de los de base Pastoril, teniendo en cuenta cinco Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo que reflejan manejo del nutriente a nivel ambiental y productivo. Solo quedaron muy separados corrales cuya oferta de fósforo en el alimento cubrió con gran exceso los requerimientos de P de los animales.

Este agrupamiento por Conglomerados resultó en parte coincidente, por lo tanto, con los resultados de la Prueba de la Mediana para los grupos de sistemas Intensivos y los de base Pastoril, los cuales resultaron suficientemente diferentes según estos cinco indicadores de Manejo y Uso de Fósforo. La diferenciación entre los sistemas Extensivos y Semiintensivos estuvo dada, solamente, por los indicadores Bal P/ha y Bal/kgPV, según la Prueba de la Mediana. Posiblemente por esto no pudieron armarse conglomerados que separasen los sistemas Extensivos de los Semiintensivos, dado que comparten valores de los otros indicadores (leUN, EUNexS-Pr y Bal-Nu-Pr) en un amplio rango. Sin embargo, para

los Extensivos, el análisis de conglomerados los subagrupó teniendo en cuenta el grado de intensificación del manejo de la cría.

En síntesis, teniendo en cuenta los resultados de todos los análisis realizados, un conjunto de cinco Indicadores que reflejan el manejo del nitrógeno a nivel ambiental y productivo permitieron agrupar a los sistemas Intensivos y diferenciarlos de los sistemas de base Pastoril: Balance de N por hectárea (Bal N/ha), Balance por producto Producido (Bal-Prod-Pr), Balance por kilo de peso vivo por día (Bal/kgPV), Ineficiencia de Uso de Nutrientes (IeUN) y Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción (EUNexS-Pr /EUNTS-Pr). La diferenciación entre los sistemas Extensivos y los Semiintensivos estuvo dada, principalmente por el Balance predial de N, Bal/kgPV, y con menor significancia por el indicador EUNexS-Pr (Tabla III.f.7).

Tabla III.f.7. Valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno utilizados en la diferenciación de los sistemas de Producción de Carne (Mediana y rango de valores seleccionados que describen los sistemas).

INDICADOR	EXTENSIVO	SEMIINTENSIVO	INTENSIVO
Balance de Nitrógeno (kg N/ha/día)	0,05 (0,04 - 0,09)	0,50 (0,19 - 0,90)	16 (6,50 - 59)
Bal/kgPV (g N/kg PV/d)	0,12 (0,10 - 0,23)	0,57 (0,28 - 0,98)	0,44 (0,35 - 0,50)
EUNexS-Pr / EUNTS-Pr (%)	15,20 (9 - 20)	9,40 (6 - 13)	10,70 (6,50 - 13)
IeUN (%)	76,80 (73 - 83)	77,10 (58 - 86)	44,30 (21 - 59)
Bal-Prod-Pr (g N/kg PV-Pr)	143,50 (101 - 250)	223,60 (120 - 385)	111,30 (65 - 170)

En relación con el Fósforo, la diferenciación resultó menos completa, ya que hubo más de un indicador que no diferenció significativamente a los sistemas Intensivos de los de base Pastoril, e incluso, entre los Extensivos y Semiintensivos, solo dos indicadores lo hicieron significativamente: Bal P/ha y Bal/kgPV (Tabla III.f.8).

Tabla III.f.8. Valores de los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo utilizados en la diferenciación de los sistemas de Producción de Carne (Mediana y rango de valores seleccionados que describen los sistemas).

INDICADOR	EXTENSIVO	SEMIINTENSIVO	INTENSIVO
Balance de Fósforo (kg P/ha/día)	0,004 (-0,002 a 0,014)	0,024 (0,004 - 0,12)	2,60 (1 - 6)
Bal/kgPV (g P/kg PV/d)	0,01 (0 - 0,04)	0,04 (0,01 - 0,14)	0,08 (0,05 - 0,1)
EUNexS-Pr / EUNTS-Pr (%)	37,90 (18 - 300)	20,70 (9 - 42)	12,04 (6,50 - 19)
leUN (%)	60,40 (35 - 78)	47,60 (21 - 76)	33,60 (14 - 50)
Bal-Nu-Pr (kg P/kg P-Pr)	1,07 (-1 a 4)	2,09 (0,20 - 7)	2,50 (1,50 - 4,50)

Se ha podido encontrar una serie de indicadores que permiten un primer acercamiento a la caracterización de los sistemas de Producción de carne bovina en base al manejo del nitrógeno y/o del fósforo en relación con la sustentabilidad ambiental, de los cuales varios resultaron significativos para su diferenciación. Entre los mismos se encuentran indicadores referidos a los Balances de nutrientes y los distintos objetivos de estudio, y otros indicadores, relacionados con el Uso de nutrientes dependientes de los balances, tanto con énfasis ambiental como productivo.

➤ Balance de N-P

- Sistémico /ambiental: **Balance de N-P/ha/año o día** (Bal/ha)
- Productivo /ambiental: **Balance por producto Producido** (Bal-Prod-Pr)
Balance por Nutriente en producto Producido (Bal-Nu-Pr)
- Excreción ambiental: **Balance por kilo de peso por día** (Bal/kgPV)

➤ Uso de N-P

- Énfasis ambiental: **Ineficiencia de Uso de N-P** (leUN)
- Énfasis productivo: **Eficiencia de Uso del N-P externo por la Producción**
(EUNexS-Pr) / **Eficiencia de Uso del N-P total por la Producción** (EUNTS-Pr)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La evaluación del manejo y uso de nutrientes en los sistemas ganaderos y agro-ganaderos, desde el punto de vista ambiental necesita del conocimiento de los distintos componentes del sistema y de la dinámica de los rodeos. La distribución de los nutrientes que ingresan al predio, las transferencias entre componentes de un año a otro, la producción y el almacenamiento en stock o su egreso/venta a través de los productos, no quedan evidenciados por medio de indicadores de sustentabilidad ambiental a escala predial y anual.

El estudio y caracterización de sistemas ganaderos bovinos, en este contexto, han estado priorizados hacia los de producción lechera. Los sistemas de producción de carne presentan una diferencia sustancial relacionada con el producto objetivo, ya que los bovinos cumplen la función de producir el producto que saldrá del sistema (kilos de peso vivo o carne) y a su vez, resultan ser el producto vendible (bovinos con un peso -kilos-determinado), por lo cual, el mismo producto es fuente de ingreso y de egreso de nutrientes.

Los distintos productos que se obtienen de estos sistemas ganaderos bovinos, animales con un peso determinado (producción de carne) y leche (producción lechera), junto a sus mecanismos de venta diferentes (la leche sale del establecimiento, usualmente, en forma diaria), influyen en la interpretación de indicadores referidos a la producción y al ambiente. A partir de la dinámica de los rodeos ganaderos (de cría y de invernada) y del concepto fundamental de Balance de nutrientes, quedó evidenciado, en este trabajo, que es incorrecto considerar a la Producción de carne como sinónimo de Egreso de nutrientes.

Se han identificado y construido indicadores e índices de manejo y uso de nutrientes, algunos desarrollados específicamente en esta tesis y otros adaptados para los sistemas de producción de carne propiamente dichos, a partir de los cuales se han podido diferenciar, según el nivel de intensificación en el uso del nitrógeno y del fósforo, los sistemas intensivos de producción de carne (engordes a corral) de aquellos menos intensificados (de base pastoril) para la zona de estudio, provincia de Buenos Aires. De esta forma queda plasmado

un primer acercamiento a la caracterización de los sistemas de Producción de carne bovina y subsistema rodeo, en base al manejo del nitrógeno y/o del fósforo en relación con la sustentabilidad ambiental. Entre los descriptores que resultaron significativos para su diferenciación se encuentran indicadores referidos a los Balances de nutrientes y los distintos objetivos de estudio, y otros indicadores relacionados con el Uso de nutrientes dependientes de los balances, tanto con énfasis ambiental como productivo.

En forma más específica se ha determinado un conjunto de cinco Indicadores que reflejan el manejo del nitrógeno a nivel ambiental y productivo, los que permitieron agrupar a los sistemas Intensivos y diferenciarlos de los sistemas de base Pastoril. Los mismos fueron: Balance de N por hectárea (Bal N/ha), Balance por producto Producido (Bal-Prod-Pr), Balance por kilo de peso vivo por día (Bal/kgPV), Ineficiencia de Uso de Nutrientes (IeUN) y Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción (EUNexS-Pr /EUNTS-Pr). La diferenciación entre los sistemas Extensivos y los Semiintensivos estuvo dada, principalmente por el Balance predial de N, el Balance por kilo de peso vivo por día y con menor significancia por el indicador Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción (EUNexS-Pr). En relación con el Fósforo, la diferenciación entre los sistemas Intensivos y los sistemas de base Pastoril resultó menos acabada, contribuyendo, igualmente, los mismos indicadores que para el nitrógeno, a excepción de uno, el Bal-Prod-Pr. En su lugar, para el fósforo resultó significativo el Balance por Nutriente en producto Producido (Bal-Nu-Pr).

En relación con las transferencias de nutrientes entre sectores dentro del sistema, en los planteos de producción de carne mixtos con encierres a corral, los valores individuales de los Balances prediales y de los Balances corral permitieron estimar los excedentes de nitrógeno y de fósforo, y sus transferencias a través del Índice Incremento por Transferencia, el cual se muestra promisorio para una descripción del movimiento de nutrientes. Este índice agregado sintetizaría en un solo valor y en forma proporcionada, los movimientos de un nutriente en este tipo de planteos productivos donde existe integración entre ganadería

intensiva y producción agrícola/forrajera propia. Contribuye a la caracterización y diferenciación de los planteos mixtos con encierres a corral según la homogeneidad de la distribución del nutriente ingresado en el predio. Podría brindar, no solo información sobre transferencias internas de nutrientes, sino también sobre la existencia de acumulación directa de nitrógeno/fósforo ingresado desde el exterior en un espacio determinado e identificado.

El indicador Grado de Integración aportó información que puede servir para programar el manejo del estiércol en caso que quiera ser reutilizado como abono para fertilizar la superficie que producirá alimento para los animales en los corrales. Permitiría el reciclado del nitrógeno y del fósforo con una consiguiente disminución del ingreso de N-P a través de fertilizantes y consecuente merma en el valor del Balance predial. Los cuatro Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes involucrados en las transferencias internas: Balance predial, Balance corral, Incremento por Transferencia y Grado de Integración aportaron a un enfoque circular del flujo de los nutrientes dentro del mismo sistema de producción y actividad ganadera.

La transferencia de nutrientes a compartimentos específicos del sistema se relaciona con el movimiento de los nutrientes ingresados y almacenados en los compartimentos del mismo. Los indicadores involucrados en este descriptor son el Balance por Nutriente en producto Egresado (Bal-Nu-Eg) y el Balance por Nutriente en producto Producido (Bal-Nu-Pr), agregados a través del indicador Diferencia entre Balances por nutriente (Dif-Bal-Nu). Este tipo de transferencia ocurrió solo en algunos casos de sistema Extensivo con manejo de la cría en forma extensiva en los que la Eficiencia de Uso del Nutriente externo por la Producción (EUNexS-Pr) fue superior a la Eficiencia de Uso del Nutriente externo en el Sistema (EUNexS).

Por lo tanto, para evaluar el manejo de nutrientes a nivel predial en los sistemas ganaderos alcanzaría con los indicadores referidos a nutriente egresado (Bal-Nu-Eg y EUNexS), pero para evaluar las transferencias y ubicaciones en los distintos

compartimentos del sistema es necesario evaluarlos en conjunto con los indicadores de nutrientes referidos a la producción (Bal-Nu-Pr y EUNexS-Pr), dado que el stock de animales puede incrementarse o decrecer para distintos ejercicios o años. En los casos de stock incrementado, el valor del Balance de nutrientes enmascara parte del nitrógeno y fósforo que quedó almacenado como producto (animales) en el sistema, nutrientes que no resultan una “pérdida al ambiente” con potencial de contaminación.

A través de los distintos indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes se describieron los tres tipos de sistemas de Producción de carne, indicando un rango de variación para cada uno.

SISTEMAS EXTENSIVOS

Los Balances prediales de Nitrógeno resultaron positivos en todos los casos, incluso en los extensivos sin registro de ingreso de alimentos o fertilizantes, debido al aporte de nitrógeno por lluvia y por FBN. En cambio, para el fósforo, al no existir ingreso por esas vías, los Balances prediales de Fósforo negativos (cesión del nutriente por el sistema al producto egresado) ocurrieron en la mayoría de los sistemas Extensivos con manejo extensivo de la actividad de cría. Estas situaciones quedaron evidenciadas, además, en los resultados negativos de los correspondientes indicadores que involucran al balance y por los valores de Eficiencia de uso del Nutriente externo en el Sistema (EUNexS) y por la Producción (EUNexS-Pr) superiores al 100%. El ingreso total de N y de P explicó el 98%-99% de la variabilidad del Balance predial de N y de P, respectivamente, en la población de establecimientos extensivos de la pcia. de Buenos Aires.

Con respecto a la excreción ambiental del N y P que fueran incorporados al sistema desde el exterior, los valores por kilo de peso vivo por día (Bal/kgPV) resultaron insignificantes para el P y muy bajos para el N, y llevados a excreción diaria por vientre no implicarían una incorporación importante al predio.

La acumulación de nitrógeno externo por transferencia al compartimento animal ocurrió en dos casos de todos los analizados, en los cuales hubo aumento de stock de cabezas. Los valores de Dif-Bal-Nu señalaron que el 8% y el 14% de los kilos de nitrógeno sobrantes (balance) por kilo de N egresado fueron incorporados al stock de animales y no disipados en el ambiente.

SISTEMAS SEMIINTENSIVOS

Los Balances prediales de N resultaron positivos en todos los casos debido al aporte de N por lluvia, FBN y por alimentos. En cambio, se registraron Balances prediales de P negativos en algunos casos sin fertilización fosforada, aunque tuvieron ingreso de alimento. Si bien no se pudo modelar la relación entre los ingresos totales de N y los Balances prediales de N, a medida que se incrementaron los ingresos de N aumentaron los valores de los Balances de N. En cambio, el ingreso de fósforo total explicó el 95% de la variabilidad del Balance predial de P en la población de establecimientos semiintensivos de la pcia. de Buenos Aires. La cantidad total de fósforo ingresada resultó mucho menor que la del nitrógeno, con lo cual, su eficiencia de uso superó a la del nitrógeno (EUNexS 55% vs. 23%, para fósforo y nitrógeno, respectivamente).

Se observó una relación entre los Balances de nutrientes, la fuente de ingreso del nutriente (alimento o fertilizantes) y la Producción de Carne. A mayor ingreso de nitrógeno/fósforo por suplementos alimenticios mayores Balances prediales de N-P pero acompañado con una mayor Producción de Carne por hectárea, mientras que a mayor ingreso de nitrógeno/fósforo por utilización de fertilizantes nitrogenados/fosforados, mayores Balances prediales de N-P, pero sin un acompañamiento del aumento de la Producción de Carne por hectárea. Desde el punto de vista ambiental pareciera más conveniente aumentar la producción de carne a partir de suplementación con alimentos externos que a través de la fertilización, ya que en este caso existe un paso más en la

cadena de transformación (suelo-planta y planta-animal) en la cual se generan mayores pérdidas al sistema hasta llegar al producto final, la carne.

En los sistemas semiintensivos de invernada de compra y duración de alrededor de un año, los animales que salen tienen incorporados los kilos de peso producidos más los kilos de peso con los que ingresaron e iniciaron el engorde, por lo cual, los kilos de peso totales que egresan resultan mayores a los producidos. La Eficiencia de uso del nutriente externo en el Sistema (EUNExS) resultó siempre mayor que la Eficiencia de uso correspondiente a la Producción (EUNExS-Pr) y la cantidad de nutriente en exceso (Balance predial) por kilo de peso egresado (Bal-Prod-Eg) menor a la cantidad de nutriente por kilo de peso producido (Bal-Prod-Pr).

En relación con los Indicadores asociados a la Alimentación, según el indicador Grado de Autosuficiencia ($65\% \pm 11,97\%$) todas las unidades de estudio respondieron a un sistema semiintensivo de producción de carne en función de la autosuficiencia incompleta en referencia con el componente alimento del sistema. La Eficiencia de uso del fósforo ingresado con el alimento, por el rodeo (EUNaEx-R) fue de $67\% \pm 39\%$, y para nitrógeno algo menor, $53\% \pm 34\%$, con valores mínimos y máximos para ambos nutrientes muy alejados, reflejo de las distintas estrategias nutricionales en estos sistemas semiintensivos. En los casos en que se pudo calcular la Eficiencia de Uso del Nutriente del alimento total por el Rodeo, EUNaT-R, los valores disminuyeron a $23,5\%$ para P y $10,5\%$ para N, debido a que están considerados, además de los suplementos, los forrajes consumidos en el pastoreo.

SISTEMAS INTENSIVOS

A través de los distintos indicadores se describieron los sistemas Intensivos, los que incluyeron encierres a corrales unitarios, la mayoría, y encierres en grupo de corrales analizados como un todo (feedlot). Para estos sistemas, la alimentación desempeñó un papel fundamental en el comportamiento ambiental.

Los valores de medianas de los Balances corral de N y P por hectárea y por día resultaron muy parecidos entre los corrales unitarios y los feedlots, aunque con rangos de valores más estrechos para estos últimos. Mostraron correlación positiva con la Carga animal de los corrales y la Producción de carne por hectárea por día. El ingreso de N-P por alimentos resultó un buen predictor del Balance corral de N-P por hectárea por día. A medida que se incrementó el peso vivo medio y la conversión alimenticia se produjeron menos kilos de peso por kilo N-P excedente en el balance corral, disminuyendo el valor del indicador de Eco-Eficiencia.

La Eficiencia de uso del nutriente total en el Sistema (EUNTS) resultó siempre mayor que la Eficiencia de uso correspondiente a la Producción (EUNTS-Pr) y la cantidad de nutriente en exceso (Balance corral) por kilo de peso egresado (Bal-Prod-Eg) menor a la cantidad de nutriente por kilo de peso producido (Bal-Prod-Pr), debido a que los kilos de peso vivo que salen de los corrales siempre son mayores a los kilos producidos. De los tres sistemas de producción de carne, los Intensivos tuvieron los valores más altos de EUNTS, medianas de 54 % y 66 % para nitrógeno y fósforo, respectivamente.

Al incorporar los indicadores asociados a la Alimentación, para cada nutriente se observó una relación entre los indicadores Requerimientos cubiertos (RC), Eficiencia de Uso del Nutriente del alimento total por el Rodeo (EUNaT-R) y Balance corral de N-P, ya sea expresado por kilo de peso producido (Bal-Prod-Pr) o por cabeza por día (Bal/cab). A mayor exceso en la cobertura del requerimiento de N o de P menor valor del indicador EUNaT-R correspondiente. Comparando ambos nutrientes, el P presente en el alimento quedó retenido en el producto (carne) en una mayor proporción. Para los corrales cuyos animales cubrieron sus requerimientos de N (RC >100%), la media del EUNaT-R fue 15,6% y para los que cubrieron los requerimientos de P, de 27%. Además, a medida que aumentó el exceso de cobertura de los requerimientos (RC >100%), el nutriente excedente no retenido en el bovino se excretó al medio, registrándose un incremento del indicador de excreción ambiental Balance por cabeza por día (Bal/cab). A su vez, se produjeron menos kilos de

peso por kilo de N-P excedente del balance corral evaluado a través del indicador de Eco-eficiencia, o desde la perspectiva ambiental, por cada kilo de peso producido sobró más nutriente con los consiguientes aumentos en los valores de los indicadores Bal-Prod-Pr y Bal-Nu-Pr. Para el fósforo se encontró que los RC de P de los animales explicaron el 87% de la variabilidad del valor del EUNaT-R en los corrales unitarios de la provincia de Buenos Aires.

Si bien no se ha llegado a desarrollar un índice ponderado que permita caracterizar y diferenciar los tres sistemas, sí se ha determinado un conjunto de pocos indicadores que contribuyen a esta tarea, especialmente en relación con el nitrógeno, y que abarcan el enfoque ambiental y el productivo. Los sistemas Extensivos y los Semiintensivos se diferenciaron, principalmente, por el Balance predial de N y el indicador de excreción ambiental Bal/kgPV, presentando valores superiores los Semiintensivos; y por el indicador de Eficiencia de Uso del Nutriente externo relacionado con la Producción, el EUNexS-Pr, resultando más eficientes los sistemas Extensivos, aunque con menor significancia. Los sistemas Intensivos presentaron siempre valores de Balance de N/ha/día superiores a los Semiintensivos, y por lo tanto, a los Extensivos. Además, el sistema Intensivo presentó valores más bajos de leUN que los otros dos sistemas de base Pastoril, contribuyendo a la diferenciación entre los tres tipos de sistemas de producción de carne.

En síntesis, se ha podido encontrar una serie de indicadores que permiten un primer acercamiento a la caracterización y diferenciación de los sistemas de producción de carne bovina en base al manejo y uso de nutrientes, principalmente nitrógeno, en relación con la sustentabilidad ambiental para la provincia de Buenos Aires.

IMPLICANCIAS

Las implicancias del presente trabajo de investigación pueden agruparse en aquellas relacionadas con: a) la teoría y la academia, y b) las prácticas en el manejo de los nutrientes en los sistemas productivos en manos de los profesionales del sector.

Desde el punto de vista de la academia, este trabajo ha realizado aportes:

1) para que se pueda abordar el manejo de nutrientes en los sistemas de producción de carne bovina desde una perspectiva ambiental y productiva utilizando distintos indicadores, con el fin de considerar ambos aspectos en el desempeño del sistema.

2) para que sea más sencillo identificar comportamientos diferentes en el ciclo de los nutrientes entre la producción bovina lechera y la bovina de carne, en referencia al producto objetivo de cada tipo de producción (leche y carne -vacuno en pie-) como fuente de ingreso/egreso de nutrientes, lo cual facilitaría la interpretación de indicadores de sustentabilidad agroambiental referidos a la producción y al ambiente.

3) con el análisis exhaustivo realizado se pueda contribuir al cuerpo de saberes sobre indicadores abocados a la evaluación del comportamiento del nitrógeno y fósforo en los sistemas de producción de carne bovina, en relación con el manejo de los mismos en función de armonizar sustentabilidad agroambiental y productividad, acorde a distintos niveles de intensificación a escala local. Se espera que puedan ser base para futuros estudios de sistemas de producción de carne con una variedad más amplia de recursos alimenticios y/o formas de intensificación.

4) dado que se han obtenido indicadores que permitieron una primera caracterización de los tres tipos de sistemas de producción de carne presentes en la provincia de Buenos Aires, éstos podrían aplicarse a sistemas en otras zonas del país, e incluso, en otros países con situaciones productivas semejantes.

Desde el punto de vista de las implicancias prácticas, a partir de los resultados obtenidos se demuestra que se pueden formalizar: a) *observaciones* que debieran ser tenidas en cuenta por los profesionales tomadores de decisiones, para que las medidas que escojan en relación con el manejo de nutrientes contemplen el enfoque productivo-ambiental; y también, b) *recomendaciones* para que el manejo de nitrógeno/fósforo en los distintos sistemas de producción de bovinos de carne en la provincia de Buenos Aires considere este tipo de enfoque productivo-ambiental.

Implicancias prácticas en Sistemas base Pastoril

■ Dado que los ingresos de N y de P por fertilizantes tuvieron alta injerencia en los valores finales de los Balances prediales de N y de P en los sistemas Extensivos, el correcto uso de los fertilizantes en predios que intensificaron su actividad de cría resultará crucial para armonizar productividad con valores de los Balances prediales de N y de P que no resulten en excedentes importantes (principalmente para nitrógeno).

■ Siendo importante la proporción de superficie destinada a cultivos anuales (verdeos para pastoreo directo o para ensilaje), y que además se presenta como una información fácil de conocer y cuantificar a través de los registros básicos de los establecimientos, el % de cultivos anuales puede usarse como herramienta que orienta a ratificar un incremento del Balance predial de P a medida que aumenta la inclusión de verdeos en los sistemas Extensivos. El aumento de la productividad a partir de esta práctica de manejo debe, entonces, evaluarse en consonancia con los valores previos de Balance predial de P.

■ Para el caso de los sistemas Semiintensivos, se puede recomendar que sería más conveniente inclinarse por la suplementación con alimentos externos en lugar del incremento de la producción forrajera a través de la fertilización nitrogenada o fosforada, ya que en estos casos existe un paso más en la cadena de transformación (suelo-planta y

planta-animal) en la cual se generan mayores pérdidas al sistema hasta llegar al producto final, la carne. Sin embargo, para el fósforo, la falta de fertilización en la mayoría de los casos, lleva déficit de fósforo en el sistema (Balances negativos), por lo que el ingreso de P por alimentos externos compensaría el fósforo necesario para el aumento de peso por los bovinos, pero con riesgo de disminuir el stock de fósforo del componente suelo del sistema, especialmente de potreros de cultivos anuales si no se contempla un manejo que lo restituya. Por lo tanto, es recomendable para compensar estas transferencias, la realización de análisis de concentración de P en suelo para decidir la distribución de los comederos, de los silos de autoconsumo y/o de corrales de encierre “estratégicos” en las zonas con bajo contenido de P y utilizar, así, a los bovinos para que repongan el fósforo por medio del bosteo.

- Los indicadores de Cobertura de Requerimientos por el alimento interno (RCi) y por el alimento externo (RCe) ayudan a identificar aquellos sistemas Semiintensivos donde: 1- la suplementación con un determinado nutriente resulta indispensable para la producción de carne, según carga animal y nivel de productividad, por presentar RCi menores al 100%; 2- la suplementación aporta un nutriente en demasía (se ha visto para el fósforo) en relación con el aporte realizado por el forraje base (RCe mayor al 100%), lo que implica una excreción de P al medio en abundancia. El indicador RCe resultará más accesible y fácil de calcular que el RCi, por parte de los profesionales, y a su vez, es el de mayor importancia a nivel de aumento de carga de nutrientes a escala de predio completo, en relación con la alimentación. Se recomienda en este caso, evaluar las materias primas y/o composición del núcleo vitamínico-mineral para corregir la concentración de P del suplemento alimenticio completo.

- Otro de los aspectos de los analizados en esta tesis que puede ser utilizado para el manejo de nutrientes se relaciona con la cobertura de los requerimientos totales de N-P de los animales, la cual muestra, que cuando está en exceso ($RC > 100\%$) las Eficiencias de Uso de Nutrientes del alimento Total por el Rodeo (EUNaT-R) son bajas y el nutriente

excedente no retenido en el animal es excretado al medio. Las consecuencias ambientales resultan distintas según procedencia del nutriente: 1- si una alta proporción provino de alimentos importados, se estaría aumentando la carga de nutrientes en el medio; 2- si una alta proporción provino de alimentos producidos en el propio sistema, con esta excreción aumentada se estarían transfiriendo nutrientes entre sectores del predio (entre potreros, entre un potrero y el sector donde se suplementan los animales). El manejo de nutrientes debiera ser diferente. Se recomienda, en el primer caso, una evaluación de las materias primas y/o composición del núcleo vitamínico-mineral para corregir la concentración del nutriente en el suplemento alimenticio completo (reducción del mismo). Además, orientar al manejo del “bosteo” por parte de los animales. Habría que evitar largos períodos de permanencia cerca de las aguadas, ya que sus excretas se concentran en dichas zonas al igual que en las áreas donde se colocan los comederos o se ubican los corrales para los “encierres estratégicos”. Estas situaciones llevarían a organizar racionalmente los pastoreos para proveer localizaciones distintas de los comederos (incluso programar distintos lugares en los distintos años) y los bebederos, con el fin de repartir más los nutrientes excretados. Incluso, en los pastoreos rotativos podría recomendarse la utilización de bebederos en cada parcela de pastoreo. Para el segundo caso, con el fin de reciclar los nutrientes transferidos desde otros potreros, se recomienda la ubicación de los comederos, de los silos de autoconsumo y/o de corrales de encierre “estratégicos” en los potreros donde fueron producidos dichos alimentos, con el fin de que restituyan y reciclen el N y P a través de las excretas.

Implicancias prácticas en Sistemas Intensivos

■ Como observación general, se puede decir que habrá que utilizar más de un indicador para abordar ambientalmente el manejo de nutrientes en los Encierres a corral. Hay que considerar, en forma integrada, densidad animal, categoría y requerimientos según

etapa de crecimiento/engorde, formulación de raciones y conversión alimenticia, con el fin de armonizar productividad y sustentabilidad en el manejo de los nutrientes.

- Los indicadores Balance por cabeza por día (Bal/cab) y Balance por kilo de peso vivo por día (Bal/kgPV) permitirán en los sistemas Intensivos comparar el efecto, en la excreción ambiental, de distintas estrategias de alimentación relacionadas con la concentración de N-P de las dietas, la cobertura de requerimientos o los niveles de consumo, y además, tener una aproximación a la carga de N y P que recibe una superficie al relacionarlos con la densidad animal del corral. Cuando los requerimientos no están cubiertos (RC menores al 100%), los indicadores Bal/cab y Bal Corral/ha/día arrojarán valores menores (menor excreción ambiental y menor carga de nutrientes en el corral), pero a costa de una productividad inferior a la potencial.

- El indicador Eficiencia de Uso de Nutriente del alimento total por el Rodeo (EUNaT-R) podrá ser utilizado como contrapartida de los indicadores de excreción ambiental, aportando el enfoque de eficiencia productiva en la evaluación de las distintas estrategias de alimentación. Los profesionales deberán tener en cuenta que debe estar asociado, siempre, al grado de cobertura de los requerimientos, pues si éstos no están cubiertos (RC menores al 100%) el valor del indicador EUNaT-R resultará alto, con excreción baja del nutriente al medio evaluada a través del Bal/cab pero, posiblemente, con incrementos de peso vivo diario inferiores a los potenciales, favoreciendo la sustentabilidad ambiental en detrimento de la productividad. Se recomienda, entonces, la evaluación y comparación de las distintas estrategias de alimentación a partir de los indicadores Bal/cab, Bal/kgPV, EUNaT-R y RC en conjunto, para tener una valoración completa, tanto desde la perspectiva productiva como ambiental en referencia a determinado nutriente. Estos indicadores aportan al enfoque de la evaluación de la “nutrición de precisión”.

- En los Encierres a Corral, a través de los Balances corrales por hectárea se podrían estimar, entonces, los nutrientes disponibles en el estiércol para ser utilizados como abono de cultivos, ya sean para cosecha o para proveer de alimento al mismo sistema

Intensivo de engorde en aquellos planteos mixtos. Esto permitiría manejar el flujo de dichos nutrientes dentro de cada establecimiento con el fin de reciclarlos y hacer, así, más eficiente su uso, con la posibilidad de disminuir el ingreso de N y/o P por fertilizantes y consecuente disminución del Balance de nutriente a nivel predial, estrategia importante para los sistemas que presenten altos valores de Balance predial por hectárea.

■ En los predios con planteos mixtos que engordan en Encierres a corral, a través de la aplicación del índice Incremento por Transferencia (IT) se logrará obtener información sobre la homogeneidad de la distribución del nutriente ingresado en el predio. A modo de ejemplo, si la acumulación del nitrógeno/fósforo ingresado a los corrales proviene, en su mayoría, del exterior al predio (IT de 1 dígito) se produce un incremento de la carga total de nutrientes en el mismo, especialmente en la zona de los corrales. Si la acumulación del nitrógeno/fósforo ingresado a los corrales proviene, en su mayoría, de transferencias internas desde los potreros a través de grano cosechado y forraje conservado (IT de 3 dígitos), el aumento de la carga total de nutrientes en el predio no es el efecto más importante, sino el movimiento de nutrientes dentro del establecimiento. La mejora de la situación del predio mixto en cuanto a la carga de nutrientes de los corrales y del predio debería abordarse en forma distinta.

➤ Cuando se llega a la situación con IT de 3 dígitos, se recomienda considerar el indicador Grado de Integración. El mismo aportará la información para programar el manejo del estiércol para la reutilización de los nutrientes como abono para fertilizar la superficie de la cual provino el alimento para los animales encerrados en los corrales: se podría hacer restitución, por un lado, y disminución de la carga de nutrientes en la zona de los corrales, por otro. Además, brindará herramientas para disminuir el ingreso de N-P a través de fertilizantes, y consecuentemente contribuir a disminuir el valor del Balance predial por hectárea.

➤ Para la situación de IT de 1 dígito se pueden recomendar distintas opciones. El exceso de nutrientes incorporados del exterior puede reutilizarse, en parte, como en el caso anterior; o

transformarse en algún subproducto (compostaje, por ejemplo) para venderse y así disminuir la carga total de nutrientes (evaluada a través del Balance predial por hectárea); o bien, disminuir la carga total de nutrientes mediante el tratamiento de los efluentes.

Entre los distintos caminos que se abren a partir de este trabajo de tesis figura la difusión de estos indicadores para la evaluación del manejo de nutrientes bajo un enfoque productivo-ambiental en los sistemas de producción de bovinos de carne. A nivel internacional, en algunos países ya existe legislación sobre valores máximos de Balances prediales de nitrógeno y fósforo. Estos requisitos ambientales a cumplir podrían extenderse, en un futuro, hacia los países de los cuales importan carne. De esta forma, este trabajo está contribuyendo a que los establecimientos productores puedan estar en condiciones, rápidamente, de cumplimentar estos requerimientos.

➤ Podría desarrollarse un manual de Buenas Prácticas Ambientales en relación a esta temática en la que figure un glosario que permita mejorar la comprensión de términos específicos, consideraciones relacionadas con el manejo y ubicación de los comederos, silos autoconsumo, canastos o portarrollos, instalación de corrales de “encierre estratégico” y bebederos, especialmente para los sistemas de base pastoril. Además, los instructivos para poder recolectar la información necesaria para los distintos Indicadores de Manejo y Uso de nutrientes a nivel predial y corral, para que profesionales capacitados puedan, finalmente, calcularlos y utilizarlos como herramientas de gestión.

➤ Otra forma de facilitar el acceso a la elaboración de estos indicadores, podría ser a través del desarrollo de una Herramienta digital, para que a partir de la misma, luego del ingreso de la información de campo, los interesados (profesionales, investigadores, docentes) puedan obtener sus propios resultados.

Finalmente, se pretende abrir una puerta hacia otros aspectos que pueden resultar críticos en la intensificación de los sistemas ganaderos de carne. En los últimos años se ha visto que muchos patógenos que afectan a la salud animal se excretan por heces, y que además de ser un riesgo para ellos mismos pueden poner en riesgo la salud pública si llegan por lixiviados a aguas subterráneas o por escurrimiento a aguas superficiales. Algo similar se ha evidenciado con los residuos de algunas drogas veterinarias excretadas por heces. A pesar de que se conoce menos sobre su comportamiento, se observa un creciente número de legislaciones internacionales que consideran su impacto ambiental cuando el estiércol y efluentes son reutilizados como abono. Dado que dentro de las prácticas recomendadas en esta tesis se encuentra el reuso del estiércol de los corrales de encierre, queda explicitada la propuesta de considerar no solo los aspectos productivos y ambientales, sino también los sanitarios para evitar posibles impactos que afecten la salud de los rodeos y de las poblaciones expuestas, así como la calidad de los alimentos producidos.

CAPÍTULO V

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acebal, M.A., Cechetti, S.R. & Martín, B. 2011. La sustentabilidad en un sistema de producción mixto de la Pampa Mesopotámica. Comunicación. Revista Argentina de Producción Animal 31, Supl. 1: 199-269, pp. 249.
- Acosta, A., Miguens Piran, N., Acosta, G., Rossi, J.J., Bailleres, M., Golluscio, R. & Schor, A. 2012. Respuesta animal bajo pastoreo de *Lotus tenuis* con y sin suplementación de grano de maíz. Revista Argentina de Producción Animal 32, Supl. 1: 266.
- ADAS, 2007. Nitrogen output of livestock excreta. ADAS report to Defra – supporting paper F2 for the consultation on implementation of the Nitrates Directive in England. Accesible en:
<http://archive.defra.gov.uk/environment/quality/water/waterquality/diffuse/nitrate/documents/consultation-supportdocs/f2-excreta-n-output.pdf> Visitado en diciembre 2013.
- Aguilar, C. & Cañas, R. 1992. Simulación de Sistemas: Aplicaciones en Producción Animal, pp. 195-284. En: Simulación de Sistemas Pecuarias, editado por Manuel Ruiz, IICA, RISPAL, San José, Costa Rica.
- Aguirre Arroyuela, M. 2008. Aproximación a los indicadores ambientales. Concepto y características básicas. En: Indicadores agroambientales y de desarrollo como herramienta de apoyo a la gestión sostenible del medio rural. Curso avanzado del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza, Zaragoza (España), abril 2008.
- Alfaro, M. & Salazar, F., 2005. Ganadería y Contaminación Difusa, Implicancias para el Sur de Chile. Agricultura Técnica 65 (3): 330 - 340.
- Alfaro, M., Salazar, F.S., Oenema, O., Iraira, S., Teuber, N., Ramirez, L. & Villarroel, D. 2009. Nutrients balances in beef cattle production systems and their implications for the environment. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 9 (1): 40 - 54.
- Álvarez, H.J. & Giraudó, P.G., 2011. Sustentabilidad de un sistema ganadero integrado con agricultura. Comunicación. Revista Argentina de Producción Animal 31, Supl. 1: 199 - 269, pp. 248.

- Álvarez, H.J., Nicolai, C., Larripa, M.J., Galli, J.R. & Pece, M.A., 2012. Cambios en la sustentabilidad ambiental de un tambo del sur de Santa Fe. Comunicación. Revista Argentina de Producción Animal 32, Supl. 1: 21 - 79, pp. 62.
- Andriulo, A., 2010. Guía de buenas prácticas para el manejo de nutrientes (N y P) en la Pampa Ondulada. Desarrollo de Índices de riesgo de contaminación por N y P. Coord. Andriulo, A. Grupo Medio Ambiente -EEA INTA Pergamino-. 65 p. Accesible en:
http://inta.gob.ar/documentos/guia-de-buenas-practicas-para-el-manejo-de-nutrientes-n-y-p-en-la-pampa-ondulada.-desarrollo-de-indices-de-riesgo-de-contaminacion-por-nitrogeno-n-y-fosforo-p/at_multi_download/file/Gu%C3%ADa_Buenas_Pr%C3%A1cticas_Manejo_de_nutrientes_NyP2010.pdf Visitado junio de 2015
- Arias, R.A., Velásquez, A., Toneattia, M. 2013. Simulación de la eficiencia de la utilización de nitrógeno en novillos finalizados a pastoreo en el sur de Chile. Archivos de Medicina Veterinaria 45: 125 - 134.
- Arriaga, H., Pinto, M., Calsamiglia, S. & Merino, P. 2009. Nutritional and management strategies on nitrogen and phosphorus use efficiency of lactating dairy cattle on commercial farms: An environmental perspective. Journal of Dairy Science 92: 204 – 215.
- Atkinson, D. & Watson, C.A., 1996. The environmental impact of intensive systems of animal production in the lowlands- Animal Science. 63: 353 – 361.
- Ávila, M. 1983. Diagnóstico de ganaderías: Bases conceptuales y alcance de esta labor en el istmo centroamericano, pp. 29 - 43. En: Novoa, A.R. (Ed). Caracterización y evaluación de sistemas de ganaderías en producción de leche. Turrialba, CR, CATIE.
- Bacon, S.C., Lanyon, L.E., Schlauder, R.M., Jr. 1990. Plant nutrient flow in the managed pathways of an intensive dairy farm. Agronomy Journal 82: 755 - 761.
- Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves F., Di Rienzo, J.A., Robledo, C.W. 2008. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.

- Baron, V.S., Dick, A.C., Mapfumo, E., Malhi, S.S, Naeth, M.A., & Chanasyk, D.S. 2001. Grazing impacts on soil nitrogen and phosphorus under Parkland pastures. *Journal of Range Management* 54 (6): 704 – 710, November.
- Bassanino, M., Grignani, C., Sacco, D., Allisiardi, E. 2007. Nitrogen balances at the crop and farm-gate scale in livestock farms in Italy. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 122: 282 - 294.
- Bergström, L., Bowman, B.T. & Sims, J.T. 2005. Definition of sustainable and unsustainable issues in nutrient management of modern agriculture. *Soil Use and Management* 21: 76 - 81.
- Berry, P.M., Stockdale, E.A., Sylvester-Bradley, R., Philipps, L., Smith, K.A., Lord, E.I., Watson, C.A. & Fortune, S. 2003. N, P and K budgets for crop rotations on nine organic farms in the UK. *Soil Use and Management* 19 (2): 112 – 118. Accesible en: <http://orgprints.org/8054>. Visitada en octubre 2009.
- Bierman, S.; Erickson, G.E.; Klopfenstein, T.J.; Stock, R.A. and Shain, D.H. 1999. Evaluation of Nitrogen and Organic matter balance in the feedlot as affected by level and source of dietary fiber. *Journal of Animal Science* 77: 1645 – 1653.
- Blackburn, H. 1998. Livestock production, the environment and mixed farming systems. En: Nell, A.J. (Ed.), *Proceedings of International Conference on Livestock and the Environment*. Wageningen (Netherlands), 16-20 Jun 1997. Corp.authors: FAO, Rome (Italy); International Agricultural Centre, Wageningen (Netherlands); World Bank, Washington, DC (USA). 294 p..
- Block, H.C., Erickson, G.E. & Klopfenstein, T.J. 2004. Review: Re-evaluation of Phosphorus Requirements and Phosphorus Retention of Feedlot Cattle. *The Professional Animal Scientist* 20: 319 – 329.
- Bolton, A., Studdert, G.A., Echeverría, H.E. 2004. Utilización de estiércol de animales en confinamiento como fuente de recurso para la agricultura. *Revista Argentina de Producción Animal* 24 (1-2): 53 - 74.

Bonorino, A.G., Albouy, R., Lexow, C. & Carrica, J. 1999. Nitratos en el acuífero de la zona periserrana de las sierras australes. Serie de Correlación Geológica, Tomo 13: 231 - 240. Accesible en:

<http://www.unesco.org.uy/phi/libros/congreso/25bonorino.pdf>. Visitada en marzo 2008.

Boulding, D.R. & Klausner, S.D. 2002. Managing nutrients in manure: general principles and applications to dairy manure in New York, pp. 65 - 88. En: Animal waste utilization: effective use of manure as a soil resource. Hatfield, J.L., Stewart, B.A. eds. Lewis Publishers, CRC Press Company, 320 p.

Bowles, S. & Demiate, I.M. 2006. Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês. Food Science and Technology (Campinas) 26 (3): 652 - 659.

Buckley, C., Murphy, P., Wall, D. 2013. Farm-gate N and P balances and use efficiencies across specialist dairy farms in the Republic Ireland. Working Paper 13-WP-RE-02, Teagasc, Rural Economy & Development Programme.

Burón Alfano, V., Questa, G., Herrero, M.A., Orlando, A.A., Flores, M., Charlón, V. 2009. Potencial de reutilización de los residuos provenientes de tambos comerciales para la fertilización de recursos forrajeros. Investigaciones Veterinarias 11 (2): 85 - 92.

Bünemann, E.K. & Condon, L.M. 2007. Phosphorus and Sulphur cycling in terrestrial ecosystems, pp. 65 - 91. En: Nutrient cycling in terrestrial ecosystems. Marschner, P. and Rengel, Z. (Eds). Soil Biology, Volume 10, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Calsamiglia, S., Ferret, A., Bach, A. 2004. Tablas FEDNA de valor nutritivo de Forrajes y Subproductos fibrosos húmedos. Fundación Española para la Nutrición Animal, Madrid, 70 p. Accesible en: <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/introducci%C3%B3n-forrajes> Visitada octubre 2014.

Camino, V.R. & Müller, S. 1993. Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Proyecto IICA/ GTZ. (Serie de programas IICA No. 38). 134 p.

- Carbó, L., Charlón, V, Herrero, M.A. y Cuatrin, A. 2014. Balance de fósforo en tambos y su relación con indicadores de estructura y de manejo. *Revista Argentina de Producción Animal* 34, Supl. 1: 213 - 290, pp. 217.
- Carbó, L.I. 2011. Balances de nutrientes como herramienta para estimar el potencial para el reciclado de los efluentes de tambo en recursos forrajeros. Trabajo de coronamiento para la Especialidad en Manejo de Sistemas Pastoriles. Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires, 54 p.
- Cardozo, G., Uribe, E. & Chilbroste, P. 2010. Evaluación de indicadores de sustentabilidad en sistemas pastoriles de producción de leche en el litoral oeste del Uruguay. Comunicación. *Revista Argentina de Producción Animal* 30, Supl. 1: 109 - 158, pp. 153 - 155.
- Carlsson, G., Huss-Danell, K. 2003. Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant Soil* 253: 353 - 372.
- Carreño, L.V., Pereyra, H., Ricard, F. 2010. Captura y emisión de gases de efecto invernadero, 31 - 35. En: *Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental*. INTA (Ed), Buenos Aires, Argentina, 102 p.
- Castillo, A.R. 2004. Impacto ambiental de los sistemas intensivos de producción de leche en los países desarrollados, problemas, soluciones y posibles escenarios futuros. XXXII Jornadas Uruguayas de Buitría, Paysandú Uruguay.
- Castillo, A.R., St-Pierre, N.R., Silva del Rio, N., Weiss, W.P. 2013. Mineral concentrations in diets, water, and milk and their value in estimating on-farm excretion of manure minerals in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96: 3388 – 3398.
- CATIE-BID, 1984. Investigación aplicada en sistemas de producción de leche: informe técnico final 1979-1983 del proyecto CATIE-BID/ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Departamento de Producción Animal - Turrialba, Costa Rica, CATIE. 168 p.

- Cechetti, S.R., Acebal, M.A. & Martín, B. 2012. Análisis de la sustentabilidad de un sistema de producción ganadero. Comunicación. Revista Argentina de Producción Animal 32, Supl. 1: 21 - 79, pp. 66.
- Cereigido, J.J. 2007. Efecto de la suplementación en el potrero sobre la fertilidad de lomas arenosas en tambos del Oeste de la Provincia de Buenos Aires. Trabajo correspondiente al Ciclo de Intensificación para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Ingeniería Agrícola y Ciencias de la Tierra, Buenos Aires.
- Chaneton, E.J., Lemcoff, J.H., Lavado, R.S., 1996. Nitrogen and phosphorus cycling in grazed and ungrazed grassland in Argentina. *Journal of Applied Ecology* 33: 291 - 302.
- Charlón, V., Carbó, L., Herrero, M.A. y Cuatrin, A. 2014. Balance de nitrógeno en tambos y su relación con indicadores de estructura y de manejo. *Revista Argentina de Producción Animal* 34, Supl. 1: 213 - 290, pp. 266.
- Cherry, K., Mooney, S.J., Ramsden, S., Shepherd, M.A. 2012. Using field and farm nitrogen budgets to assess the effectiveness of actions mitigating N loss to water. *Agriculture Ecosystems and Environment* 147: 82 – 88.
- Chizzotti, M.L., de Campos Valadares Filho, S., Tedeschi, L.O., Veiga Rodrigues Paulino, P., Fonseca Paulino, M., Ferreira Diniz Valadares, R., Amaral, P., Del Bianco Benedeti, P., Rodrigues, T.I., Alves Fonseca, M. 2009. Net requirements of calcium, magnesium, sodium, phosphorus, and potassium for growth of Nellore×Red Angus bulls, steers, and heifers. *Livestock Science* 124: 242 – 247.
- CITAB - Banco Provincia. 2011. Regiones geográficas de la provincia de Buenos Aires. Centro de investigaciones territoriales y ambientales bonaerenses -CITAB-, 6 p.
- Cobo, J.G., Dercon, G., Cadisch, G. 2010. Nutrient balances in African land use systems across different spatial scales: A review of approaches, challenges and progress. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 136: 1 - 15.
- Cocimano, M, Lange, A., Menvielle, E. 1975. Estudio sobre Equivalencias Ganaderas. *Producción Animal* 4: 161 - 190.

- Cole, N.A. & Todd, R.W. 2009. Nitrogen and phosphorus balance of beef cattle feedyards. Texas Animal Manure management issues. Conference. Agri-Life Research, 29 - 30 september, Round Rock, Texas, pp. 17 - 24. Accesible en: <http://www.cprl.ars.usda.gov/REMM%20Pubs/Nitrogen%20and%20phosphorus%20balance%20of%20beef%20cattle%20feedyards.pdf>. Visitado el 2/03/2014.
- Conforti, P. & Giampietro, M. 1997. Fossil energy use in agriculture: an international comparison. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 65: 231 - 243.
- Cornell, S.E. 2011. Atmospheric nitrogen deposition: Revisiting the question of the importance of the organic component. *Environmental Pollution* 159: 2214 - 2222.
- Costa J.L. & García F.O. 1997. Respuesta de un pastizal natural a la fertilización con P y N en un natracuol. *Revista de Investigaciones Agropecuarias -RIA-* 28 (2): 31 - 39.
- Craswell, E.T., Grote, U., Henao, J. & Vlek, P.L.G. 2004. Nutrient Flows in Agricultural Production and International Trade: Ecological and Policy Issues. ZEF – Discussion Papers on Development Policy No. 78, Center for Development Research, Bonn, January, pp. 62.
- Crespo, G., Castillo, E., Rodriguez, I. 1998. Estudio del reciclaje de N, P y K en dos sistemas de producción de vacunos de carne en pastoreo, pp. 234 - 236. En: *Memorias III taller Internacional silvopastoril realizado del 23-27 de noviembre, Cuba.*
- Dahl, A.L. 2012. Achievements and gaps in indicators for sustainability. *Ecological Indicators* 17: 14 – 19.
- Dahlin, A.S., Emanuelsson, U. & McAdam, J.H. 2005. Nutrient management in low input grazing-based systems of meat production. *Soil Use and Management* 21: 122 - 131.
- Dalgaard, T., Halberg, N. & Kristensen, I.S. 1998. Can organic farming help to reduce N-losses? *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 52: 277 - 287.

- Deike, S., Pallutt, B., Christen, O. 2008. Investigations on the energy efficiency of organic and integrated farming with specific emphasis on pesticide use intensity. *European Journal of Agronomy* 28: 461–470.
- del Valle Gastaminza, F. 2003. Lenguajes documentales: los tesauros. Accesible en: <http://www.ucm.es/info/multidoc/prof/fvalle/tesauro.htm>. Visitado marzo de 2014.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. 2012. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Dias, R.S., López, S., Patiño, R.M.P., Silva, T.S., Silva Filho, J.C., Vitti, D.M.S.S., Peçanha, M.R.S.R., Kebreab, E. & France, J. 2011. An extended model of phosphorus metabolism in growing ruminants. *Journal of Animal Science* 89: 4151 - 4162.
- Díaz Zorita, M. 1998. Producción de carne bajo pastoreo en Argentina: ¿es una práctica sostenible? 22º Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal, Córdoba, Argentina, 1998.
- Díaz Zorita, M. 2000. Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas intensivos de producción de carne. Public. Tec. Nº 27, EEA-General Villegas, Buenos Aires, Argentina.
- Díaz Zorita, M. 2001. El ciclo de nutrientes en sistemas pastoriles. En: Taller de Manejo de pastoreo. Soporte Informático. Asociación Argentina de Producción Animal, Balcarce, Argentina, 17 p.
- Díaz Zorita, M., Barraco, M. 2002. ¿Cómo es el balance de P en los sistemas pastoriles de producción de carne en la región pampeana? Accesible en: www.elsitioagricula.com/articulos/diazzorita/Balance. Visitada el 15 de Marzo de 2005.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

- Djodjic, F., Bergström, L. & Grant, C. 2005. Phosphorus management in balanced agricultural systems. *Soil Use and Management* 21: 94 – 101.
- Domburg, P., Edwards, A.C., Sinclair, A.H. & Chalmers, N.A. 2000. Assessing nitrogen and phosphorus efficiency at farm and catchment scale using nutrient budgets. *Journal of the Science of the Food and Agriculture* 80: 1946 – 1952.
- Dou, Z., Ferguson, J., Fiorini, J., Toth, J., Alexander, S., Chase, L., Ryan, C., Knowlton, F., Kohn, R., Peterson, A, Sims, J., Wu, Z. 2003. Phosphorus feeding levels and critical control points on dairy farms *Journal of Dairy Science* 86: 3787 - 3795.
- Dou, Z., Lanyon, L.E., Ferguson, J.D. Kohn, R.A., Boston R.C. & Chalupa W. 1998. Integrated Agricultural Systems. An integrated approach to managing nitrogen on dairy farms: Evaluating farm performance using the Dairy Nitrogen Planner. *Agronomy Journal* 90 (5): 573 – 581.
- EEA (European Environmental Agency), 2006. Integration of environment into EU agriculture policy—the IRENA indicator-based assessment report. Report 2-2006, Copenhagen, Denmark.
- Elizondo-Salazar, J.A., Jiménez-Castro, J.P. 2014. Balance de fósforo en fincas para la producción de leche en siete cantones de la Región Huetar norte y Región Central de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 38 (1): 189 - 197.
- Erickson, G. 2003. A Nutritionist's Perspective on the Updated Environmental Regulations Applicable to Beef Feedlots, pp 20 - 26.. En: Plains Nutrition Council Spring Conference, April 3-4, San Antonio, Texas. Publication No. AREC 03-13, Texas A&M Research and Extension Center, Amarillo.
- Erickson, G. & Milton, T. 2001. Using Dietary Strategies to Reduce the Nutrient Excretion of Feedlot Cattle. Lesson 13. MidWest Plan Service, Iowa State University, Ames, Iowa, 18 p.
- Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J., Milton, C.T., Brink, D., Orth, M.W. & Whittet, K.M. 2002. Phosphorus requirement of finishing feedlot calves. *Journal of Anim. Science* 80: 1690 – 1695.

- Ericsson, G.E. & Klopfenstein, T.J. 2010. Nutritional and management methods to decrease nitrogen losses from beef feedlots. *Journal of Animal Science* 88 (E. Suppl.): E172 – E180.
- Escobar, L. 2006. Indicadores sintéticos de calidad ambiental: un modelo general para grandes zonas urbanas. *Revista EURE*, Santiago 32 (96): 73 - 98.
- Eastermann, B.L., Sutter, F., Schlegel, P.O., Erdin, D., Wettstein, H.R. & Kreuzer, M., 2002. Effect of calf age and dam breed on intake, energy expenditure, and excretion of nitrogen, phosphorus, and methane of beef cows with calves. *Journal of Animal Science* 80: 1124 - 1134.
- Eurostat Statistics Explained, 2013. Agri-environmental indicator - risk of pollution by phosphorus. Accesible en: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_risk_of_pollution_by_phosphorus Visitada en junio de 2015.
- Evia, G. 2002. Uruguay, segundo en América en calidad ambiental o el mito de Maracaná. Análisis. AMBIENTAL.net. Abril. Accesible en: www.ambiental.net/opinion/EviaIndicadoresSustentabilidad.htm Visitada en diciembre de 2006.
- Fernández, H. 2010. Tabla de composición de alimentos para rumiantes. *Nutrición Animal*, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -INTA- EEA Balcarce. Accesible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/46-Tabla.pdf. Visitada en octubre 2011.
- Firkins, J.L. & Reynolds, C. 2005. Whole animal Nitrogen Balance in cattle, pp.167 - 186. En: *Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle*. Pfeffer, E and Hristov, A.N. (Eds.), Centre for Agriculture and Bioscience International -CABI-, 288 p.
- Fiske, C.H. & Subbarow, Y. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry*, 66: 375 - 400.
- Frank, F. 2007. Impacto agroecológico del uso de la tierra a diferentes escalas en la región pampeana de Argentina. Tesis de Magister Scientae, Ciencias Agrarias – Área de Producción Vegetal Manejo y Conservación de Recursos Naturales para la

Agricultura, Orientación Agroecosistemas, Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Mar del Plata, 164 p.

Frank, F.C., Viglizzo, E.F. 2010. Balances de Carbono, Nitrógeno y Fósforo, pp. 27 - 30. En: Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto Ecológico-Ambiental. Viglizzo, E.F, Jobbágy, E. (Eds.), Ed. INTA, 102 p.

Freddi, A.J., Piazza, A.M. & Galli, J.R. 2011. Efecto de la intensificación sobre la sustentabilidad ambiental de un sistema ganadero. Revista Argentina de Producción Animal 31, Supl. 1: 199 - 269, pp. 216.

Fundación Universitaria Iberoamericana - FUNIBER- 2013. Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos. Accesible en: <http://www.composicionnutricional.com/alimentos/TOFUOKARA-6> Visitada octubre de 2013.

Galli, J.R., Larripa, M.J., Nicolai, C., Alvarez, H.J. 2012. Análisis ambiental de la inclusión y pastoreo de cultivos invernales en sistemas agrícolas. Comunicación. Revista Argentina de Producción Animal, Supl. 1: 21 - 79, pp. 63.

Galli, J.R., Planisich, A. & Nicolai, C. 2011. Análisis ambiental de un sistema agrícola-ganadero en la región sojera de Santa Fe. Comunicación. Revista Argentina de Producción Animal 31, Supl. 1: 199 - 269, pp. 247.

García, F., Micucci, F., Rubio, G., Rufo, M. e Daverede, I. 2002. Fertilización de forrajes en la región pampeana. Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdesos. Instituto de la Potasa y el Fósforo -INPOFOS- Cono Sur. Potash and Phosphate Institute (PPI), Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC), Marzo.

Gargano, A. O., Adúriz, M.A., Vollegas, H. M., Pellejero, O., Saldungaray, M. C. 1988. Sistemas de producción representativos del Sur Bonaerense y contribución a su mejoramiento. Revista Argentina de Producción Animal 8 (4): 237 – 247.

Gargano, A. O., Adúriz, M.A., Saldungaray, M. C, Chimeno, P., Conti, V.P. 2001. Sistemas agropecuarios extensivos del Partido de Saavedra. Revista Argentina de Producción Animal 21 (1): 53 - 65.

- Gaviria Uribe, X., Naranjo Ramírez, J.F., Bolívar Vergara, D.M., Barahona Rosales, R. 2015. Consumo y digestibilidad en novillos cebuínos en un sistema silvopastoril intensivo. *Archivos de Zootecnia* 64 (245): 21 - 27.
- Geisert, B.G., Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J., Macken, C.N., Luebbe, M.K. & MacDonald, J.C. 2010. Phosphorus requirement and excretion of finishing beef cattle fed different concentrations of phosphorus. *Journal of Animal Science* 88: 2393 – 2402.
- Gerber, C., Gil, S.B., Herrero, M.A., Cyngiser, A., Miguez, M.S, Rebelo da Fonseca, G, Torno, H., Alvarez, O. 2007a. Balances e indicadores de utilización de nitrógeno y fósforo en sistemas de producción porcina en confinamiento. *Revista Argentina de Producción Animal* 27, Supl. 1: 285 – 286.
- Gerber, P., Wassenaar, T., Rosales, M., Castel, V. & Steinfeld, H. 2007b. Environmental impacts of a changing livestock production: overview and discussion for a comparative assessment with other food production sectors, pp. 37–54. En: D.M. Bartley, C. Brugère, D. Soto, P. Gerber and B. Harvey (Eds). *Comparative assessment of the environmental costs of aquaculture and other food production sectors: methods for meaningful comparisons*. FAO/WFT Expert Workshop. 24-28 April 2006, Vancouver, Canada. FAO Fisheries Proceedings. No. 10. FAO, Rome.
- Gibbons, J.M., Williamson, J.C., Pryor Williams, A., Withers, P.J.A., Hockley, N., Harris, I.M., Hughes, J.W., Taylor, R.L., Jones, D.L., Healey, J.R. 2014. Sustainable nutrient management at field, farm and regional level: Soil testing, nutrient budgets and the trade-off between lime application and greenhouse gas emissions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 188: 48 – 56.
- Gil, S.B., Orlando, A.A., Herrero, M.A. 2006. Indicadores de Riesgo Ambiental en Sistemas agropecuarios con Engorde a Corral. *Revista Argentina de Producción Animal* 26, Supl. 1: 330 – 332.
- Gil S.B., Herrero, M.A., Flores, M.C., Pachoud, M.L., Hellmers, M.M. 2009. Evaluación de procesos de intensificación agropecuaria mediante indicadores de sustentabilidad ambiental. *Archivos de Zootecnia* 58: 413 - 423.

- Gómez Castro, H. 1993. Caracterización y evaluación de ganaderías lecheras bajo un programa de control y monitoreo de hatos en una región húmeda tropical de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. p. 3-4.
- Goodlass, G., Halberg, N., Verschuur, G., 2001. Study on Input/Output Accounting Systems on EU agricultural holdings. Centre for Agriculture and Environment -CLM 489 -, Utrecht, March.
- Goodlass, G., Halberg, N., Verschuur, G. 2003. Input output accounting systems in the European community- an appraisal of their usefulness in raising awareness of environmental problems. *European Journal of Agronomy* 20: 17 - 24.
- Goulding, K.W.T, Stockdale, E.A., Fortune, S., Watson, C. 2000. Nutrient cycling on organic farms. *Journal of Royal Agricultural Society of England* 161: 65–75. Accesible en: <http://orgprints.org/8053>. Visitada en octubre de 2008.
- Gourley, C.J.P., Powell, J.M., Dougherty, W.J. & Weaver, D.M. 2007. Nutrient budgeting as an approach to improving nutrient management on Australian dairy farms. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47: 1064 – 1074.
- Gourley, C.J.P., Aarons, S.R., Dougherty, W.J. & Weaver, D.M. 2011. Nitrogen and phosphorus balances and efficiencies on contrasting dairy farms in Australia. En: Adding to the knowledge base for the nutrient manager. Currie, L.D. and Christensen, C. L. (Eds.). Occasional Report N° 24. Fertilizer and Lime Research Centre, Massey University, Palmerston North, New Zealand. 17 p. Accesible en: <http://flrc.massey.ac.nz/publications.html>. Visitada en setiembre 2013.
- Gourley, C.J.P. & Weaver, D.M. 2012. Nutrient surpluses in Australian grazing systems: management practices, policy approaches, and difficult choices to improve water quality. *Crop and Pasture Science* 63: 805 – 818.
- Gourley, C.J.P., Dougherty, W., Weaver, D., Aarons, S., Awty, I., Gibson, D., Hannah, M., Smith, A., Peverill, K. 2012. Farm-scale nitrogen, phosphorus, potassium and sulphur balances and use efficiencies on Australian dairy farms. *Animal Production Science* 52: 929 – 944.

- Greenquist, M.A., Klopfenstein, T.J., Schacht, W.H., Erickson, G.E., Vander Pol, K.J., Luebbe, M.K., Brink, K.R., Schwarz, A.K. & Baleseng, L.B. 2009. Effects of nitrogen fertilization and dried distillers grains supplementation: Forage use and performance of yearling steers. *Journal of Animal Science* 87: 3639 – 3646.
- Greenquist, M.A., Schwarz, A.K., Klopfenstein, T.J., Schacht, W.H., Erickson, G.E., Vander Pol, K.J., Luebbe, M.K., Brink, K.R. & Baleseng, L.B. 2011. Effects of nitrogen fertilization and dried distillers grains supplementation: Nitrogen use efficiency. *Journal of Animal Science* 89: 1146 – 1152.
- Gustafson, G.M., Salomon, E., Jonsson, S. 2007. Barn balance calculations of Ca, Cu, K, Mg, Mn, N, P, S and Zn in a conventional and organic dairy farm in Sweden. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 119: 160 - 170.
- Gustafson, G.M., Salomon, E., Simon, J., Steineck, S. 2003. Fluxes of K, P and Zinc in a conventional and an organic dairy farming system through feed, animals, manure, and urine – a case study at Öjebyn, Sweden. *Europ Journal of Agronomy* 20: 89 - 99.
- Haas, G., Wetterich, F., Köpke, U. 2001. Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83: 43 - 53.
- Haas, G., Caspari, B. & Köpke, U. 2002. Nutrient cycling in organic farms: stall balance of a suckler cow herd and beef bulls. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 64: 225–230.
- Halberg, N. 1999. Indicators of resource use and environmental impact for use in a decision aid for Danish livestock farmers. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 76: 17 - 30.
- Halberg, N., van der Werf, H. M.G. Basset-Mens, C., Dalgaard, R., de Boer, I.J.M., 2005a. Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production systems. *Livestock Production Science* 96: 33 – 50.
- Halberg, N., Verschuur, G., Goodlass, G., 2005b. Farm level environmental indicators; are they useful? An overview of green accounting systems for European faros. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105: 195 – 212.

- Hart, R. D. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba, CR, CATIE. 160 p. (Serie Materiales de Enseñanza no. 1).
- Hatch, D., Goulding, K and Murphy, D. 2002. 1 Nitrogen, pp. 1 – 27. En: Agriculture, Hydrology and Water Quality. Haygarth, P.M. and Jarvis, S.C. (Eds.), Centre for Agriculture and Bioscience International -CABI-.
- Haygarth, P.M., Chapman, P.J., Jarvis, S.C. & Smith, R.Y. 1998. Phosphorus budgets for two contrasting grassland farming systems in the UK. *Soil Use and Management* 14: 160 - 167.
- Heichel, G.H., Barnes, D.K., Vance, C.P. & Henjum, K.I. 1984. Nitrogen fixation and Nitrogen and dry matter partitioning during a 4-year alfalfa stand. *Crop Science* 24: 811 – 815.
- Herrero, M.A., Gil, S.B., Flores, M.C., Orlando, A.A., Sardi, G., Carbó, L.I., Gonzalez Pereyra, A.V. 2005. Balances de nutrientes en sistemas lecheros. 2. Excedentes de Nitrógeno y Fósforo en sector de ordeño. *Revista Argentina de Producción Animal* 25, Supl. 1: 279 - 280.
- Herrero, M.A., Gil, S.B., Flores, M.C., Carbó, L.I. 2006a. Estimación de la fijación simbiótica de nitrógeno mediante diferentes metodologías en tambos pastoriles. *Revista Argentina de Producción Animal* 26, Supl. 1: 332 – 333.
- Herrero, M.A., Gil, S.B., Sardi, G.M., Flores, M.C., Carbó, L.I., Orlando, A.A. 2006b. Transferencia de nutrientes del área de pastoreo a la de ordeño en tambos semiextensivos en Buenos Aires, Argentina. *Revista Investigaciones Veterinarias* 8 (1): 23 – 30.
- Herrero, M.A., Gil, S.B., Sardi, G.M., Bearzi, C. 2006c. Balances e Indicadores de utilización de nitrógeno y fósforo, en Sistemas Estabulados y Pastoriles de producción de leche. Comunicación. *Revista Argentina de Producción Animal* 26, Supl. 1: 334 – 335.
- Herrero, M.A., Gil, S.B., Flores, M.C., Sardi, G.M., Orlando, A.A. 2006d. Balances de nitrógeno y fósforo a escala predial, en sistemas lecheros pastoriles en Argentina. *Revista Investigaciones Veterinarias* 8 (1): 9 – 21.

- Herrero, M.A., Gil, S.B. 2008. Consideraciones ambientales de la intensificación ganadera (review). *Ecología Austral* 18: 273 – 289.
- Herrero, M.A., Orlando, A.A., Dallorso, M.E., Gil, S.B. 2010. Balances de Calcio y Magnesio en Rodeos Lecheros con alimentación de base pastoril. *Comunicación. Revista Argentina de Producción Animal* 30, Supl. 1: 111 - 112.
- Høgh-Jensen, H., Loges, R., Jørgensen, F.V., Vinther, F.P., Jensen, E. 2004. An empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in grass-clover mixtures. *Agricultural Systems* 82: 181 - 194.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -INTA- 2015. Red de Información Agropecuaria Nacional -RIAN-. Consulta Agrometeorológica Versión 3.0. Informe de precipitaciones. Accesible en: <http://rian.inta.gov.ar/agrometeorologia/consultasprecipitaciones/InformeVariable.aspx?T=P> Visitada en febrero de 2015.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -INTA – Bolsa de Cereales, 2006. Agro-Eco-Index. Soporte informático. Versión 1.0. En: Navegador Agro-Ecológico. Desarrollo de una metodología compatible con la NORMA ISO 14000, para la eco-certificación de predios rurales. Accesible en: www.inta.gov.ar/info/ecocert/resumen.htm Visitada octubre 2006.
- Jarvis P.J., Boswell, C.C., Metherell, A.K., Davison, R.M., Murphy, J.A. 2002. A nutrient budget for the Meat and Wool Economic Service of a New Zealand Class 1 high-coun try farm model. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 45: 1–15.
- Jaurena, G. & Danelón, J.L. 2006. Tablas de composición de alimentos para Rumiantes de la Región Pampeana Argentina. 1ª ed, 1ª reimp. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 64 p.
- Jensen, E.S. & Hauggaard-Nielsen, H. 2003. How can increased use of biological N₂ fixation in agriculture benefit the environment? *Plant Soil* 252: 177–186.
- Jiménez-Castro, J.P., Elizondo-Salazar, J.A. 2014. Balance de nitrógeno en fincas para la producción de leche en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 25 (1): 151 - 160.

- Keipert, N., Weaver, D., Summers, R., Clarke, M. & Neville, S. 2008. Guiding BMP adoption to improve water quality in various estuarine ecosystems in Western Australia. *Water Science & Technology* 57: 1749 - 1756.
- Kincaid, R.L. & Rodehutsord, M. 2005. Phosphorus metabolism in the rumen, pp. 187 – 193. En: *Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle*. Pfeffer, E & Hristov, A.N. (Eds). Centre for Agriculture and Bioscience International -CABI-.
- Kissinger, W.F., Koelsch, R.K., Erickson, G.E. & Klopfenstein, T.J. 2007. Characteristics of Manure Harvested from Beef Cattle Feedlots. *Applied Engineering in Agricultura* 23 (3): 357 - 365.
- Klausner, S.D. 1993. Mass nutrient balances on dairy farms, pp. 126-129. En: *Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf.*, Rochester, NY. Cornell Univ., Ithaca, NY.
- Klopfenstein, T.J. & Erickson, G.E. 2002. Effects of manipulating protein and phosphorus nutrition of feedlot cattle on nutrient management and the environment. *Journal of Animal Science* 80 (E. Suppl. 2): E106 – E114.
- Knowlton, K.F., Radcliffe, J.S., Novak, C.L. & Emmerson, D.A. 2004. Animal management to reduce phosphorus losses to the environment. *Journal of Animal Science* 82 (E. Suppl.): E173 – E195.
- Kobayashi, R. & Yamada, A. 2010. Changes in the cycling of nitrogen, phosphorus, and potassium in a dairy farming system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 87: 295 - 306.
- Koelsch, R. & Lesoing, G. 1999. Nutrient balance on Nebraska livestock confinement systems. *Journal of Animal Science* 77 Suppl. 2/ *J. Dairy Sci.* 82, Suppl. 2: 63 - 71.
- Koelsch, R. 2005. Evaluating livestock system environmental performance with Whole-Farm Nutrient Balance. *Journal of Environmental Quality* 34: 149 - 155.
- Koenig, K.M., Mc Ginn, S.M. & Beauchemin, K.A. 2013. Ammonia emissions and performance of backgrounding and finishing beef feedlot cattle fed barley-based

diets varying in dietary crude protein concentration and rumen degradability. *Journal of Animal Science* 91: 2278 – 2294.

Kruska, R.L., Reid, R.S., Thornton, P.K., Henninger, N., Kristjanson, P.M. 2003. Mapping livestock-oriented agricultural production systems for the developing world. *Agricultural Systems* 77: 39 – 63.

La Manna, A., Durán, H. & Mieres, J. 2008. Una primera aproximación al proceso de intensificación y su impacto al ambiente en tambos a través del balance de nutrientes. 1° Jornada de Actualización Técnica en Lechería “Para una Lechería eficiente”. Organizan: INIA La Estanzuela e Intendencia Municipal de Florida. Serie Actividades de Difusión N° 549.

La Manna, A., Durán, H., Ciganda, V., Mieres, J., Acosta, Y. 2011. Balance de nutrientes en tambos. Una herramienta de aproximación al posible potencial de impacto ambiental desde fuentes difusas. En: Seminario 2011, Montevideo, Uruguay. Sustentabilidad ambiental de los sistemas lecheros en un contexto económico de cambios. La Estanzuela, INIA. Serie Actividades de Difusión N° 663.

Lageyre, L.E. 2012. Estabilidad y sustentabilidad de los sistemas agropecuarios mixtos en el sudoeste bonaerense: Análisis económico de un caso en el partido de Guaminí. Tesis de Magister en Economía Agraria y Administración Rural, Universidad Nacional del Sur, Departamento de Economía, Bahía Blanca, Argentina.

Lantinga, E.A., Boeleb, E., Rabbingec, R. 2013. Maximizing the nitrogen efficiency of a prototype mixed crop-livestock farm in The Netherlands *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 66: 15 – 22.

Lantinga, E.A., Keuning, J.A., Groenwold, J. & Deenen, P.J.A.G. 1987. Distribution of excreted nitrogen by grazing cattle and its effects on sward quality, herbage production and utilization, pp. 58 -66. En: H.G. van der Meer, R.J. Unwin, T.a. van Dijk and G.C. Ennik (Eds.), *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste? Developments in Plant and Soil Sciences* N° 30. Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands.

- Laws, J.A., Pain, B.F., Jarvis, S.C., Scholefield, D. 2000. Comparison of grassland management systems for beef cattle using self-contained farmlets: effects of contrasting nitrogen inputs and management strategies on nitrogen budgets, and herbage and animal production. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80: 243 – 254.
- Lebacqz, T., Baret, P.V. & Stilmant, D. 2013. Sustainability indicators for livestock farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 33: 311 – 327.
- Ledgard, S.F., Penno, J.W. & Sprosen, M.S. 1997. Nitrogen balances and losses on intensive dairy farms. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 59: 49–53
- León, J.M., Mojica, J.E., Castro, E., Cárdenas, E.A., Pabón, M.L., Carulla, J.E. 2008. Balance de nitrógeno y fósforo e vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 21: 559 - 570.
- Lezama, F., Baeza, S., Altesor, A., Cesa, A., Chaneton, E.J. & Paruelo, J.M. 2013. Variation of grazing-induced vegetation changes across a large-scale productivity gradient. *Journal of Vegetation Science* 25, Issue 1: 8 – 21. Accesible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jvs.12053/abstract> Visitada abril 2014.
- Li, C., Hao, X., Ellert, B.H., Willms, W.D., Zhao, M. & Han, G. 2012. Changes in soil C, N, and P with long-term (58 years) cattle grazing on rough fescue grassland. Short Communication. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 175: 339 – 344.
- Luebke, M.K., Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J. & Greenquist, M.A. 2011. Nutrient mass balance and performance of feedlot cattle fed corn wet distillers grains plus solubles. *Journal of Animal Science* 90 (1): 296 - 306.
- Macedo, R., Galina, M.A., Zorrilla, J.M., Palma J.M. & Pérez-Guerrero, J. 2003. Análisis de un sistema de producción tradicional en Colima, México. *Archivos de Zootecnia* 52: 463 - 474.

- Malagón Manrique, R. & Prager Mosquera, M. 2001. La Finca como sistema. pp. 61 - 72. En: El enfoque de sistemas: una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola. Universidad Nacional de Colombia (Ed), Sede Palmira.
- Mc Neill, A. and Unkovich, M. 2007. The Nitrogen cycle in terrestrial ecosystems. En: Nutrient cycling in terrestrial ecosystems, pp. 37 - 64. Marschner, P. and Rengel, Z. (Eds). Soil Biology, Volume 10, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Mearns, R. 1997. Livestock and environment: potential for complementarity. WAR/RMZ 88. 1997/2. FAO. Roma, Italia.
- Mihailescu, E., Murphy, P.N.C., Ryan, W., Casey, I.A. & Humphreys, J. 2015. Phosphorus balance and use efficiency on 21 intensive grass-based dairy farms in the South of Ireland. *Journal of Agricultural Science* 153: 520 – 537.
- Miñón, D., Sevilla, G.H., Montes, L., Fernández, O. 1990. Lotus tenuis: leguminosa forrajera para la Pampa Deprimida. Boletín técnico N° 98. Subsecretaría de Agricultura Ganadería y Pesca. INTA. Centro Regional Buenos Aires Sur. EEA Balcarce.
- Moldan, B., Janoušková, S., Hák, T. 2012. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets *Ecological Indicators* 17: 4 – 13.
- Monaghan, R.M., Hedley, M.J., Di, H.J., McDowell, R.W., Cameron, K.C., Ledgard, S.F. 2007. Nutrient management in New Zealand pastures—recent developments and future issues. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 50: 181 - 201.
- Mulier, A., Hofman, G., Baecke, E., Carlier, L., De Brabander, D., De Groote, G., De Wilde, R., Fiems, L., Janssens, G., Van Cleemput, O., Van Herck, A., Van Huylenbroeck, G., Berbruggen, I. 2003. A methodology for the calculation of farm level nitrogen and phosphorus balances in Flemish agriculture. *European Journal of Agronomy* 20: 45 – 51.
- Murillo, L., Villalobos, L., Sáenz, F. & Vargas, B. 2004a. Un acercamiento integrado para determinar la sostenibilidad de granjas lecheras de Costa Rica: 1. Desarrollo de una matriz de indicadores. *Livestock Research for Agricultura Development*, 16

- (12). Accesible en: <http://www.lrrd.org/lrrd16/12/muri16095.htm> Visitado el 7 de marzo de 2007.
- Murillo, L., Villalobos, L., Sáenz, F. & Vargas, B. 2004b. Un acercamiento integrado para determinar la sostenibilidad de granjas lecheras de Costa Rica: 2. Cálculo de los índices de sostenibilidad. *Livestock Research for Agricultura Development*, 16 (12). Accesible en: <http://www.lrrd.org/lrrd16/12/muri16096.htm> Visitado el 7 de marzo de 2007.
- Murphy, P.N.C., Mellander, P.E., Melland, A.R., Buckley, C., Shore, M., Shortle, G., Wall, D.P., Treacy, M., Shine, O., Mehan, S., Jordan, P. 2015. Variable response to phosphorus mitigation measures across the nutrient transfer continuum in a dairy grassland catchment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 207: 192 – 202.
- Nash, D.M. & Halliwell, D.J. 1999. Fertilisers and phosphorus loss from productive grazing systems. *Australian Journal Of Soil Research* 37: 403 - 429.
- Nevens, F., Verbruggen, I, Reheul, D., Hofman, G. 2006. Farm gate nitrogen surpluses and nitrogen use efficiency of specialized dairy farms in Flanders: evolution and future goals. *Agricultural Systems* 88: 142 - 155.
- Neville, S.D., Weaver, D.M., Lavell, K., Clarke, M.F., Summers, R.N., Ramsey, H. & Grant, J. 2004. Nutrient balance case studies of agricultural activities in south west Western Australia. Presented at the 7th International River Symposium, Brisbane, Australia, Aug 31st – 3rd Sept 2004. Accesible en: http://archive.riversymposium.com/2004/index.php?element=NEVILLE_Simon Visitada 20 de enero de 2016.
- Nicholson, Ch.F., Blake, R.W., Reid, R.S., Schelhas, J. 2001. Environmental Impacts of Livestock in the Developing World. March. Council for Agricultural Science and Technology, Animal Agriculture and Global Food Supply, Task Force Report No. 135 (Ames, Iowa: Council for Agricultural Science and Technology, 1999), EE. UU.
- Nimmo, J., 2011. Whole farm nutrient budgets of two dairy farms in Atlantic Canada. Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science at Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.

- Nonhebel, S. 2002. Energy use efficiency in biomass production systems, pp. 75–85. En: Economics of Sustainable Energy in Agriculture, E.C. van Ierland and A. Oude Lansink (Eds.). Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- National Research Council -NRC-. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press, Washington DC.
- Núñez, R.P., Demanet, R., Alfaro, M. and Mora, M.L. 2010a. Nitrogen soil budgets in contrasting dairy grazing systems of Southern Chile, a shortterm study. *Revista de la Ciencia del Suelo y la Nutrición de los Vegetales* 10 (2): 170 – 183.
- Núñez, P., Demanet, R., Misselbrook, T.H., Alfaro, M. & Mora, M.L. 2010b. Nitrogen losses under different cattle grazing frequencies and intensities in a volcanic soil of southern Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research* 70 (2): 237 - 250.
- Öborn, A.C., Edwards, E., Witter, O., Oenema, K., Ivarsson, P.J.A., Withers, S.I., Nilsson, A., Richert Stinzing. 2003. Element balances as a tool for sustainable nutrient management: a critical appraisal of their merits and limitations within an agronomic and environmental context. *European Journal of Agronomy* 20: 211 - 225.
- OCDE/GD 179, 1993. OECD Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. Environment Monographs N° 83. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris 1993.
- OECD and EUROSTAT, 2007. Gross Phosphorus Balances Handbook, October 2007. Accesible en: <http://www.oecd.org/greengrowth/sustainable-agriculture/40820243.pdf> Visitada junio de 2015.
- [Oelmann, Y.](#), [Kreutziger, Y.](#), [Temperton, V.M.](#), [Buchmann, N.](#), [Roscher, C.](#), [Schumacher, J.](#), [Schulze, E.D.](#), [Weisser, W.W.](#), [Wilcke, W.](#) 2007. Nitrogen and Phosphorus Budgets in Experimental Grasslands of Variable Diversity *Journal of Environmental Quality* 36: 396 – 407.

- Oenema, J., van Keulen, H., Schils, R.L.M., Aarts, H.F.M. 2011. Participatory farm management adaptations to reduce environmental impact on commercial pilot dairy farms in the Netherlands. *NJAS -Wageningen Journal of Life Sciences* 58: 39 – 48.
- Oenema, J., van Ittersum, M., van Keulen, H. 2012. Improving nitrogen management on grassland on commercial pilot dairy farms in the Netherlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 162: 116 - 126.
- Oenema, O. 2006. Nutrient budgets and losses in livestock systems. *International Congress Series* 1293, Elsevier: 262 – 271.
- Oenema, O., de Klein, C., Alfaro, M. 2014. Intensification of grassland and forage use: driving forces and constraints. *Crop and Pasture Science* 65: 524 – 537.
- Oenema, O., Kros, H., de Vries, W. 2003. Approaches and uncertainties in nutrient budgets: implications for nutrient management and environmental policies. *European Journal of Agronomy* 20: 3 - 16.
- Olesen, J.E., Schelde, K., Wiesde, A., Weisbjerg, M.R., Asman, W.A.H., Djurhuus, J. 2006. Modelling greenhouse gas emissions from European conventional and organic dairy farms. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112: 207 - 220.
- Oomen, G.J.M., Lantinga, E.A., Goewie, E.A., Van der Hoek. 1998. Mixed farming systems as a way towards a more efficient use of nitrogen in European Union agricultura. *Environmental Pollution* 102, S1: 697 - 704.
- Orlando, A., Buron Alfano, V., Orliacq, B., Nielsen, A., Herrero, M., Neu, M., Charlón, V., Vassallo, K., Gil, S. 2008. Eficiencias, excedentes y transferencias de nitrógeno y fosforo en sistemas de producción lechera intensificados, pp. 109. En: *Las fronteras de la física y química ambiental en Iberoamérica: libro de actas del V Congreso Iberoamericano de Física y Química Ambiental*. Blesa Miguel A.; Dos Santos Alfonso, María y Torres Rosa M. (Eds.) 1º ed. Universidad Nacional de Gral. San Martín.
- Oudshoorn, F.W., Kristensen, T., Nadimi, E.S. 2008. Dairy cow defecation and urination frequency and spatial distribution in relation to time-limited grazing. *Livestock Science* 113: 62 – 73.

- Ovens, R., Weaver, D., Keipert, N., Neville, S., Summers, R. & Clarke, M. 2008. Farm gate nutrient balances in south west Western Australia – An overview. 12th International Conference on Integrated Diffuse Pollution Management (IWA DIPCON 2008). Research Center for Environmental and Hazardous Substance Management (EHSM), Khon Kaen University, Thailand; 25 - 29 August.
- Parsi, J., Godio, L., Miazzi, R., Maffioli, R., Echevarría, A. & Provencal, P. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Accesible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf Visitada octubre de 2014.
- Payraudeau, S., van der Werf, H.M.G. 2005. Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 1 – 19.
- Pfeffer, E. & Hristov, A.N. 2005. Interactions between Cattle and the Environment: a General Introduction, pp.1 - 12. En: Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle. Pfeffer, E. and Hristov, A.N. (Eds). The Centre for Agricultural Bioscience International -CABI-, 288p.
- Pfeffer, E., Beede, D.K. & Valk, H., 2005. Phosphorus metabolism in ruminants and requirements of cattle, pp. 195 – 231. En: Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle. Pfeffer, E. and Hristov, A.N. (Eds). The Centre for Agricultural Bioscience International -CABI-, 288p.
- Phillips, W.A. 2002. Use of manure on grazing lands, pp. 157 - 171. En: Animal waste utilization: effective use of manure as a soil resource. Hatfield, J.L., Stewart, B.A. (Eds). Lewis Publishers, CRC Press Company, 320 p.
- Piñeiro, G., Oesterheld, M. & Paruelo, J.N. 2006. Seasonal Variation in Aboveground Production and Radiation-use Efficiency of Temperate rangelands Estimated through Remote Sensing. *Ecosystems* 9: 357–373.
- Piñeiro, G., Paruelo, J.M., Oesterheld, M. and Jobbágy, EG. 2010. Pathways of grazing effects on soil organic carbon and nitrogen. *Rangeland Ecology & Management* 63, 109 - 119.

- Pordomingo, A.J. 2002. Efectos ambientales de la intensificación ganadera. INTA Anguil, La Pampa, Argentina. Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario -IDIA-. XXI N° 2: 208-211.
- Pordomingo, A.J. 2005. Estructura de captura y manejo de efluentes líquidos y estiércol, pp. 132 – 182. En: Feedlot: Alimentación, diseño y manejo. Publicación Técnica N° 62, INTA (Ed.). Buenos Aires, Argentina, 228 p.
- Racca, R.W., Collino, D., Dardanelli, J., Basigalup, D., González, N., Brenzoni, E., Hein, N. & Balzarini, M. 2001. Contribución de la Fijación Biológica del Nitrógeno a la nutrición nitrogenada de la alfalfa en la Región Pampeana. INTA (Ed). Buenos Aires, Argentina, 56 p.
- Ramírez, E. & Reheul, D. 2008. Statistical modelling of nitrogen use efficiency (NUE) of dairy farms in Flanders. *Agronomy for Sustainable Development* DOI: 10.1051/agro:2008065. Accesible en: www.agronomy-journal.org. Visitada en diciembre de 2014.
- Ramírez, E.& Reheul, D. 2010. Variables influencing nitrogen surplus of dairy farms in Flanders. *Agronomy for Sustainable Development* 30: 789-795. DOI: 10.1051/agro/2010012. Accesible en: www.agronomy-journal.org. Visitada en diciembre de 2014.
- Robinson, T.P., Thornton P.K., Franceschini, G., Kruska, R.L., Chiozza, F., Notenbaert, A., Cecchi, G., Herrero, M., Epprecht, M., Fritz, S., You, L., Conchedda, G. & See, L. 2011. Global livestock production systems. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and International Livestock Research Institute (ILRI), 152 p.
- Rotz, C.A. 2004. Management to reduce nitrogen losses in animal production. *Journal of Animal Science*, 82 (E. Suppl.): E119 – E137.
- Rouquette Jr., F.M., PAS & Smith, G.R. 2010. Review: Effects of Biological Nitrogen Fixation and Nutrient Cycling on Stocking Strategies for Cow-Calf and Stocker Programs. *The Professional Animal Scientist* 26 (2): 131–141

- Ruane, E.M., Treacy, M., McNamara, K. & Humphreys, J. 2014. Farm-gate phosphorus balances and soil phosphorus concentrations on intensive dairy farms in the south-west of Ireland. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 53: 105 - 119.
- Rubio, G., Taboada, M.A. Lavado, R.S. Rimski-Korsakov, H. & Zubillaga, M.S. 1997. Acumulación de biomasa, N y P en un pastizal natural fertilizado de la Pampa Deprimida, Argentina. *Ciencia del Suelo* 15: 48 - 50.
- Salazar, F. 2003. Buenas prácticas agrícolas y aspectos ambientales. Series Acta del Instituto de Investigaciones Agropecuarias -INIA- 24: 82 - 87.
- Saporito, L.S. & Lanyon, L.E. 2004. Evaluating the spatial and temporal dynamics of farm and field phosphorus and potassium balances on a mixed crop and livestock farm. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 69: 85 - 94.
- Sarandón, S.J. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas, pp. 393 - 414. En: *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. Sarandon, S.J. (Ed.), 1ª ed. Ediciones científicas americanas, Buenos Aires, Mayo 2002, 557 p.
- Sarandón, S.J. & Flores, C.C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología* 4: 19-28. Accesible en: <http://revistas.um.es/agroecologia/article/download/117131/110801> Visitada en junio de 2015.
- Satter, L.D., Klopfenstein, T.J. & Erickson, G.E. 2002. The role of nutrition in reducing nutrient output from ruminants. *Journal of Animal Science* 80: E143-E156.
- Scholefield, D., Jewkes, E., Bol, R. 2007. Nutrient Cycling Budgets in Managed Pastures, pp. 215 - 255. En: *Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems*. Marschner, P. and Rengel, Z. (Eds). *Soil Biology*, Vol 10.
- Schröder, J.J., Aarts, H.F.M., ten Berge, H.F.M., van Keulen, H., Neeteson, J.J. 2003. An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use. *European Journal of Agronomy* 20: 33 - 44.

- Schröder, J.J., Bannink, A. & Kohn, R. 2005. Improving the efficiency of nutrient use on cattle operations, pp 255 – 279. En: Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle. Pfeffer, E & Hristov, A.N. (Eds). Centre for Agricultural Bioscience International - CABI-.
- Schwab, C.G., Huhtanen, P., Hunt, C.W. & Hvelplund, T. 2005. Nitrogen Requirements of Cattle, pp. 13 - 70. En: Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle. Pfeffer, E & Hristov, A.N. (Eds). Centre for Agricultural Bioscience International -CABI-, 288 p.
- Schüpbach, H. 2002. Calculating P balances at farm level – a comparison of methods. Joint meeting of COST action 832, 16th - 19th October, Zürich.
- Seré, C. & Steinfeld, H. 1995. World Livestock Production Systems. Current Status, Issues and Trends FAO. Animal Production and Health, paper N° 127.
- Serrano Martínez, E. & Ruiz Mantecón, A. 2003. Bases para un desarrollo ganadero sostenible: la consideración de la producción animal desde una perspectiva sistémica y el estudio de la diversidad de las explotaciones. Estudios Agrosociales y Pesqueros 199: 159 - 191. Accesible en: http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/184349/2/pdf_reeap-r199_06.pdf Visitada en febrero de 2016.
- Servicio Nacional de Sanidad Animal y Calidad Agroalimentaria -SENASA-, 2015. Dirección de agroquímicos y biológicos. Listado de productos inscriptos. Accesible en: <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=524&io=2956> Visitada en Febrero 2015.
- Sharpley, A.N., Daniel, T., Sims, T., Lemunyon, J., Stevens, R. & Parry. R. 2003. Agricultural Phosphorus and Eutrophication, 2nd ed. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, ARS –149, 44 pp.
- Simpson, R. J., Oberson, A., Culvenor, R.A., Ryan, M.H., Veneklaas, E.J., Lambers, H., Lynch, J.P., Ryan, P.R., Delhaize, E., Smith, F.A., Smith, S.E., Harvey, P.R., Richardson, A.E. 2011. Strategies and agronomic interventions to improve the phosphorus-use efficiency of farming systems. Plant and Soil 349 (1-2): 89 - 120.

- Sims, J.T., Bergström, L., Bowman, B.T. & Oenema, O. 2005. Nutrient management for intensive animal agriculture: policies and practices for sustainability. *Soil Use and Management* 21: 141 – 151.
- Smith, K.A. & Frost, J.P. 2000. Nitrogen excretion by farm livestock with respect to land spreading requirements and controlling nitrogen losses to ground and surface waters. Part 1: cattle and sheep. *Bioresource Technology* 71: 173 - 181.
- Sotomayor-Ramírez, D., Martínez, G.A., Pérez-Alegría, L. & Ramírez-Àvila, J. 2006. Off-field transport of phosphorus from an Ultisol under pasture. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 90 (3-4): 159 - 172.
- Soupir, M.L., Mostaghimi, S. & Yagow, E.R. 2006. Nutrient Transport from Livestock Manure Applied to Pastureland Using Phosphorus-Based Management Strategies. *Journal of Environmental Quality* 35 (35): 1269 – 1278.
- Spears, R. A., Kohn, R. A., Young, A. J. 2003a. Whole-farm Nitrogen Balance on Western Dairy Farms. *Journal of Dairy Science* 86 (12): 4178 - 4186.
- Spears, R. A., Young, A. J., Kohn, R. A. 2003b. Whole-farm Phosphorus Balance on Western Dairy Farms. *Journal of Dairy Science* 86 (2): 688 - 695.
- Steinfeld, H. 1998. Livestock-environment interactions in industrial production systems. En: Nell, A.J. (Ed.), *Proceedings of International Conference on Livestock and the Environment*. Wageningen (Netherlands), 16-20 Jun 1997. Corp.authors: FAO, Rome (Italy); International Agricultural Centre, Wageningen (Netherlands); World Bank, Washington, DC (USA), 294 p.
- Steinfeld, H., de Haan, C., Blackburn, H. 1997. Options to adress livestock-environment interactions. *WAR/RMZ* 88/1. FAO. Roma, Italia.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan C. 2006a. Livestock's role in climate change and air pollution, pp. 79 - 123. En: *Livestock's Long shadow*. Environmental issues and options. FAO, Rome, 237 p.

- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan C. 2006b. Livestock's role in water depletion and pollution, pp. 125 - 180. En: Livestock's Long shadow. Environmental issues and options. FAO, Rome, 237 p.
- Steinfeld, H. & Mäcki-Hokkonen, J. 1998. A classification of livestock production systems. World Animal Review (FAO), Revue Mondiale de Zootechnie (FAO). Revista Mundial de Zootecnia (FAO). 1014-6954, (84/85): 83 - 94.
- Steinshamn, H., Thuen, E., Azzaroli Bleken, M., Brenøe, U.T., Ekerholt, G. Yri, C. 2004. Utilization of nitrogen (N) and phosphorus (P) in an organic dairy farming system in Norway. Agriculture, Ecosystems and Environment 104: 509 – 522.
- Stockdale, E.A. & Watrson, C. 2002. Nutrient budgets on organic farms: a review of published data, pp.129-132. En: Powell et al. (Eds), UK Organic Research 2002: Proceedings of the COR Conference, 26 -28 th March 2002, Aberystwyth.
- Sveinsson, Th., Halberg, N. & Kristensen, I.S. 1998. Problems Associated with Nutrient Accounting and Budgets in Mixed Farming Systems, pp 135 - 140. En: Mixed Farming Systems in Europe. Keulen, H. Van, Lantinga, E.A. & Laar Van H. H. (Eds). Workshop Proceedings Dronten, The Netherlands, 25-28 May 1998. APM inderhoudhoeve-reeks nr. 2.
- Tamminga, S. 1996. A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. Journal of Animal Science 74: 3112 - 3124.
- Ternouth, J.H. 1990. Phosphorus and beef production in Northern Australia. Tropical Grassland 24: 150- 169.
- Tieri, M.P., La Manna, A., Bancero, G., Mieres, J., Fernández, E., Invernizzi, G., Buffa, I. & Montossi, F. 2012. Balances de nitrógeno y fósforo en sistemas ganaderos del Uruguay. Revista Argentina de Producción Animal 32, Supl. 1: 21 - 79: 78.
- Tieri, M.P., La Manna, A., Montossi, F., Banhero, G., Mieres, J., Fernández, E. 2011. El Balance de Nutrientes en 36 Predios Comerciales del GIPROCAR II (FUCREA/INIA): Una Primera Aproximación al Proceso de Intensificación en Sistemas Agrícola-Ganaderos y su Potencial Impacto en el Ambiente. Jornada de

- Ganadería, Colonia del Sacramento, Colonia, UY. "El menú de la invernada". La Estanzuela, Colonia, INIA. 35 p. (Serie Actividades de Difusión no. 658).
- Tieri, M.P., Pece, M., Comerón, E.A., Maciel, M., Scándolo, D., Castignani, H., Salado, E., Romero, L., Berca, R., Vera, M., Herrero, M.A., Charlón, V. & García, K., 2014. Evaluación de la sustentabilidad de un tambo de alta productividad con especial énfasis en los aspectos ambientales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Publicación Miscelánea. Año 2 – N° 2, Febrero.
- Torquebiau, E., 1992. ¿Are tropical agroforestry home gardens sustainable? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 41:189-207.
- Torres Meléndez, C.N. 2005. Balance de fósforo en vaquerías de Puerto Rico. Tesis de Maestro en Ciencias en Industria Pecuaria Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.
- Torroba, J.P. 1985. Normas para medir la producción de carne. *Estudios y Métodos* N° 2, 4ª Ed., Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria -AACREA-, 17 p.
- United States Department of Agriculture -USDA-, 2014. Full Report (All Nutrients): Triticale. Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. Accesible en: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6479?fgcd=&manu=&facet=&format=Full&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=20069> Visitada octubre de 2014.
- Upton, M. 1997. Intensification or extensification: which has the lowest environmental burden? *WAR/RMZ*. N° 88. FAO. Roma, Italia.
- Urizar, E., Cubillos, G. 1988. Caracterización de sistemas de producción bovina en fincas del Valle de Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala. IICA, Publicación Miscelánea, A-I/G-T -88-007, Marzo 1988.
- van der Werf, H. M. G., Petit, J. 2002. Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agricultural, Ecosystems and Environment* 93: 131 - 145.

- Van Horn, H.H., Newton, G.L. & Kung'le, W.E. 1996. Ruminant nutrition from an environmental perspective: factors affecting whole-farm nutrient balance. *Journal of Animal Science* 74, 3082 - 3102.
- Varillas, G., Herrero, M.A., Carbó, L. & Maekawa, M. 2013. Balance de nutrientes e intensificación en tambos del oeste bonaerense. Comunicación. *Revista Argentina de Producción Animal* 33, Supl. 1: 49 - 95, pp. 52.
- Vasconcelos, J.T., Tedeschi, L.O., Fox, D.G., Galyean, M.L. & Greene, L.W. 2007. Review: Feeding Nitrogen and Phosphorus in Beef Cattle Feedlot Production to Mitigate Environmental Impacts. *The Professional Animal Scientist* 23: 8 – 17.
- Veneciano, J.H., Frigerio, K.L. 2003. Exportación de macronutrientes en sistemas extensivos de San Luis. *Informaciones agronómicas del Cono Sur*, N° 17, Marzo. Accesible en: [http://www.nangp.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/\\$webindex/85A2DBEF34184A3803256D0500618537/\\$file/Veneciano_Exportaci%C3%B3n+de+Macronutrientes+en+San+Luis.pdf](http://www.nangp.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/85A2DBEF34184A3803256D0500618537/$file/Veneciano_Exportaci%C3%B3n+de+Macronutrientes+en+San+Luis.pdf) Visitada en mayo de 2012.
- Verhoeven, F.P.M., Reijis, J.W. and Van Der Ploeg, J.D. 2003. Re-balancing soil-plant-animal interactions: towards reduction of nitrogen losses, *NJAS Wageningen Journal of Life Sciences* 51, Issues 1–2: 147 - 164.
- Viglizzo E.F., 2007. Desafíos y oportunidades de la expansión agrícola en Argentina, pp. 12 – 41. En: *Producción agropecuaria y medio ambiente: propuestas compartidas para su sustentabilidad*. Coordinador U. Martínez Ortiz, 1ª ed. Buenos Aires, Fundación vida Silvestre Argentina, 55 p.
- Viglizzo, E., Pordomingo, A., Castro, M., Lértora, F. 2002. La sustentabilidad ambiental del agro Pampeano, Programa Nacional de gestión Ambiental Agropecuaria. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -INTA-, 84 p.
- Viglizzo, E.F, Jobbágy, E. (Eds.) 2010. Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto Ecológico-Ambiental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA (Ed), 102 p.

- Viglizzo, E.F. & Roberto, Z. 1997. El componente ambiental en la intensificación ganadera. *Revista Argentina de Producción Animal* 17(3): 271 – 292.
- Viglizzo, E.F., Frank, F., Bernardos, J., Buschiazzi, D.E., Cabo, S. 2006. A Rapid Method for Assessing the Environmental Performance of Commercial Farms in the Pampas of Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment* 117: 109–134.
- Viglizzo, E.F., Pordomingo, A.J., Castro, M.G., Lertora, F.A. 2003. Environmental assessment of agriculture at a Regional scale in the pampas of Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment* 87: 169–195.
- Volpe, S., Sardi, G., Carbó, L.I., Gutierrez, G., Ormazabal, J.J., Dorcazberro, J., Pastorino, F., Herrero, M. 2008. Lixiviación nitrogenada y fosfatada según fuentes y estrategias de fertilización, pp. 284. En: Blesa MA, Dos Santos Alfonso, M, Torres RM (Eds.). *Las fronteras de la física y química ambiental en Iberoamérica: libro de actas del V Congreso Iberoamericano de Física y Química Ambiental*. 1º ed. Buenos Aires, Argentina.
- Walkley, A. & Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29 - 38.
- Watson, C.A. & Atkinson, D. 1999. Using nitrogen budgets to indicate nitrogen use efficiency and losses from whole farm systems: a comparison of three methodological approaches. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 53: 259 - 267.
- Watson, C.A., Atkins, T., Bento, S., Edwards, A.C., Edwards, S.A. 2003. Appropriateness of nutrient budgets for environmental risk assessment: a case study of outdoor pig production. *European Journal of Agronomy* 20: 117 - 126.
- Watson, C.A., Öborn, I. Eriksen, J. & Edwards, A.C. 2005. Perspective on nutrient management in mixed farming systems. *Soil Use and Management* 21: 132 – 140.
- Watson, C.A., Bengtsson, H., Ebbesvik, M., Loes, A-K., Myrbeck, E., Salomon, E., Schroder, J. & Stockdale, E.A. 2002. A review of farm-scale nutrient budgets for organic farms as a tool for management of soil fertility. *Soil Use and Management*, 18, Supl: 264–273. Accesible en: <http://orgprints.org/8061>. Visitada en octubre 2009.

- Watts, P.J., McGahan, E.J., Bonner, S.L. & Wiedemann, S.G. 2011. Feedlot Mass Balance and Greenhouse Gas Emissions – A Literature Review. Published by Meat & Livestock Australia Locked Bag 991 North Sydney NSW 2059.
- Weaver, D.M. & Wong, M.T.F. 2011. Scope to improve phosphorus (P) management and balance efficiency of crop and pasture soils with contrasting P status and buffering indices. *Plant and Soil* 349: 37 - 54.
- Winograd, M. 1995. Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe: hacia la sustentabilidad en el uso de tierras / Manuel Winograd, en colaboración con: Proyecto IIA/GTZ, Organización de los Estados Americanos, Instituto de Recursos Mundiales. -San José, Costa Rica, IICA, 84 p.
- White, S.L. Sheffield, R.E. Washburn, S.P. King, L.D. Green, J.T. 2001. Spatial and time distribution on dairy cattle excreta in an intensive pasture system. *Journal of Environmental Quality* 30: 2180 - 2187.
- Wu, Z., Tallam, S. K., Ishler, V. A. and Archibald, D. D. 2003. Utilization of Phosphorus in Lactating Cows Fed Varying Amounts of Phosphorus and Forage. *Journal of Dairy Science* 86: 3300 – 3308.
- Yan, T., Frost, J.P., Keady, T.W.J., Agnew, R.E. & Mayne, C.S. 2007. Prediction of nitrogen excretion in feces and urine of beef cattle offered diets containing grass silage. *Journal Animal Science* 85: 1982 – 1989.
- Zehnder, C.M. & DiCostanzo, A. 1997. Estimating feedlot nutrient budgets and managing manure output. Minnesota Cattle Feeder Report, B-450, University of Minnesota, St. Paul.

ANEXO

METODOLOGÍAS

INTRODUCCION
para la RECOLECCION
de la INFORMACION:
Instructivo explicativo.

INSTRUCTIVO EXPLICATIVO

INDICADORES de SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL: BALANCES de NUTRIENTES

Los efectos ambientales provocados por los diferentes factores de producción se manifiestan como cambios en: - el uso de la tierra; - los suelos; - el agua; - el aire; - la biodiversidad y - funciones ecológicas (ciclado de nutrientes, flujos de la energía, etc.). A través de indicadores correctos, varios de estos efectos en el ambiente pueden analizarse y monitorearse. En la práctica, el análisis de la sustentabilidad agroecológica se puede realizar a través de un conjunto de "*Indicadores de Sustentabilidad Agroambiental*".

Los indicadores referidos al uso de nutrientes tienen su base en los balances de los mismos: Balance de Nitrógeno –N- y Balance de Fósforo –P-.

Los balances de N y P en los sistemas de producción permiten conocer el potencial de los mismos para ser retenidos y ciclados dentro del propio sistema, valorar la magnitud del costo económico de dichos nutrientes en la producción y estimar el costo ambiental (riesgo de transferencia de dichos nutrientes fuera del sistema y de contaminación).

El exceso de estos nutrientes ocasiona gastos innecesarios para la producción. El vacuno asimila solo entre un 20 a 25 % del N y del P que consume, según categoría y tipo de alimento, siendo el resto (80 - 75%) eliminado al medio ambiente en el que se encuentra.

Planteo de amplios objetivos

- Evaluar el potencial de reciclaje de nutrientes (nitrógeno y fósforo) mediante la estimación de sus balances (escala predial) y sus transferencias (internas y externas), en los sectores de producción de carne.

- Identificación y construcción de descriptores de uso de nutrientes a escala de predio y por transferencia de los mismos entre distintas áreas dentro del establecimiento, que sirvan para la diferenciación de los sistemas según niveles de intensificación en el uso de dichos nutrientes.

Indicadores de Manejo de Nutrientes

Nitrógeno y fósforo son los dos nutrientes principales del suelo, y sobre los que se tienen más datos. Los balances medios anuales de N y P por predio, por corral/potrero y por producto (carne) se estiman a partir de un cálculo de diferencia entre *ingresos* y *egresos* cuantificables.

Balance de Nitrógeno (N)

La *vía de egreso* que se considera proviene de la estimación del contenido de N exportado desde el establecimiento, tanto con la carne (vacunos vendidos o trasladados) como con el estiércol. Las *vías de ingreso* de N al predio, tomadas en base anual que se consideran para el cálculo son: alimentos importados del exterior para consumo de los

animales, animales que entran al predio, fertilizantes, fijación biológica de N y precipitaciones.

Balance de Fósforo (P)

La *vía de egreso* que se considera proviene de la estimación del contenido de P exportado desde el establecimiento, tanto con la carne (vacunos vendidos o trasladados) como con el estiércol. La *vía de ingreso* de P al predio, tomadas en base anual que se considera para el cálculo es a través de los alimentos importados del exterior para consumo de los animales, fertilizantes y los animales que entran al establecimiento.

Los Balances se pueden expresar en "kilos N-P/ año", "kilos N-P/ hectárea/ año", y en "gramos N-P/ kg de carne producida", para referirlo al producto de la actividad ganadera, dado que la superficie utilizada en los feedlots o corrales de engorde, es muy pequeña en relación a la cantidad de kilogramos de carne producida anualmente como para expresarlo en "kilos N-P/ hectárea/ año.

Los *balances* expresan el ingreso de nutrientes y la administración de los nutrientes excedentes, resultando en un *indicador de manejo ambiental de los mismos*. El desbalance (o excedentes de nutrientes resultantes) puede derivar en dos caminos: 1) pérdida directa al ambiente o 2) agregado de nutrientes a las reservas del suelo, mejorando una condición previa de degradación o posibilitando el riesgo de futuras pérdidas ambientales. Los Balances de N y P proveen una idea de la situación del establecimiento.

En la medida que los establecimientos dedicados a la producción animal se vuelven más intensificados, mayor cantidad de alimentos son comprados desde afuera del predio, incrementando los excedentes, brindando menores oportunidades para reciclar los nutrientes del estiércol como abono dentro de una superficie de tierra accesible.

La mejora del balance de nutrientes -excesos- a partir del manejo del ingreso de nutrientes (alimentos) y de sus egresos (producción de carne, salida/venta de estiércol), es la clave para minimizar la cantidad de estos mismos que se eliminan al ambiente.

INFORMACION NECESARIA para el cálculo de los BALANCES DE NITROGENO y FOSFORO

- 1) estimar el egreso anual de nitrógeno y fósforo, a través de la carne producida en determinados corrales o lotes del predio, y vendida o por el traslado de animales.
- 2) estimar el egreso anual de nitrógeno y fósforo a través del estiércol producido por los vacunos en determinados corrales o lotes del predio, que se exporte desde el mismo (venta, canje, etc.) en caso de que se realice esta práctica.
- 3) estimar para determinados corrales o lotes del predio el ingreso anual de nitrógeno y fósforo, a través de todos los alimentos e ingredientes constituyentes de la ración que se administró durante todo el año o el ejercicio en estudio, los forrajes pastoreados y de los animales ingresados.

TRANSFERENCIA y RECICLADO de NUTRIENTES

La identificación de flujos internos de nutrientes dentro del predio ganadero / mixto, permitirá empezar a reconocer áreas potenciales de pérdidas de N y P, y/o de inicio de acumulación puntual de dichos nutrientes. El conocimiento de los mismos complementará la información suministrada por los balances prediales, brindando la posibilidad de construir otras herramientas de ayuda a la toma de decisiones en relación al manejo de los animales y su alimentación, en pos de una práctica que tienda a una sustentabilidad mayor en el tema del uso de los nutrientes y sus transferencias internas.

Para poder comenzar el estudio de las transferencias y reciclado, son necesarias otras informaciones que hacen al movimiento interno de la hacienda, del forraje producido / consumido y de la entrega de suplementos en los potreros, generalmente, henos en forma de rollos.

Puntos importantes para estimar las transferencias de nutrientes entre sectores del campo:

- Suplementación, habría que consignar fecha, cantidad y tipo de suplemento administrado a cada lote de animales, y en lo posible, si fueron ingresados desde afuera del predio o producidos en algún otro potrero del campo.

- Disponibilidad Forrajera y Remanente, dado que esta información es parte fundamental para el trabajo sobre transferencias de nutrientes, *se pueden considerar alternativas que simplifiquen las tareas, ejemplo:*

Medir solamente la disponibilidad forrajera inicial de cada potrero: puede ser cuando entran los animales a una parcela o a los días de ingreso en otra parcela intermedia del mismo potrero. El dato obtenido podría entonces referirse a todo el potrero. No se mide remanente. Se calcularía a partir del consumo estimado de los animales (están los datos de pesos vivos y aumento de peso diario). A la disponibilidad se restarían los kilos de forraje consumidos, obteniéndose el remanente

Encuesta

BALANCES de NUTRIENTES

PREDIAL

Encuesta

BALANCES de NUTRIENTES a nivel PREDIAL

DATOS GENERALES

Nombre del establecimiento:

.....

Nombre del
productor:.....

..

Período de
relevamiento:.....

...

Localidad:.....Teléfono:.....

E-Mail:.....@.....

2- Uso de la tierra. Indique la cantidad de has ocupadas para c/u de los siguientes ítems

Sup. total del establecimiento: has

Pasturas Implantadashas Corrales de Engordehas

Verdeos para el ganadohas Lagunashas

Campo Naturalhas Monteshas

Cultivos anuales para cosechahas Otroshas

3- Pendiente general del establecimiento

0,5 -1 % 2 -4% 5 -8% 9 -14% 15 -25%

4- Indique las *precipitaciones* del período (mm/año):

ACTIVIDAD AGRICOLA
de Venta y /o que provee granos para la alimentación del ganado

Especifique para cada cultivo agrícola realizado los datos que se solicitan.

CULTIVO

1- Elija uno de los siguientes cultivos

MAIZ SORGO GIRASOL SOJA 1º SOJA 2º TRIGO OTRO

Superficie sembrada has

Densidad de siembra kg semilla/ha

Rendimiento Kg grano/ha

2- SISTEMA DE LABRANZA Convencional Mínima o Reducida Siembra directa

3- FERTILIZANTES UTILIZADOS

Para cada uno de los productos usados indique:

- nombre comercial y/o proporciones de los nutrientes aplicados
- cantidad de hectáreas en que se aplicó
- dosis usada en kg/ha o litros/ha, según corresponda

FERTILIZANTES		
PRODUCTO	Dosis	Hectáreas

4- TRANSFERENCIA DE GRANOS AL GANADO

En el caso de que parte del grano cosechado haya sido utilizado como alimento para los vacunos, indique los kilos o toneladas que salieron del establecimiento (Venta) y los kilos o toneladas que quedaron en el predio para uso en producción de carne (alimento interno para el ganado).

-VENTA

- ALIMENTO PARA EL GANADO

ACTIVIDAD GANADERA

SUPERFICIES Y CATEGORÍAS

1-SUPERFICIE GANADERA TOTAL (has)

2- SUPERFICIE GANADERA para PRODUCCION de CARNE: has
(incluye pasturas implantadas y naturales, verdeos invierno / verano, forrajes para silos / henos, corrales de encierre).

3- SUPERFICIE GANADERA para otras producciones:.....has (si existieran)

ENTRADAS Y SALIDAS DE VACUNOS

1- PRODUCCION de CARNE (kg de carne/ha/año): (en caso de que lo tuviera calculado).

2- En el caso de no tener el dato de producción de carne anual, consignar la cantidad de animales que fueron ingresando al establecimiento a lo largo del año considerado, discriminados por categoría (ternero, vaquillona, novillo, vaca, toro) y peso vivo en lo posible, y de la misma forma, los animales que salieron, por venta o traslado, discriminados por categoría y peso vivo.

De esta forma se puede calcular el ingreso y egreso de nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) al predio a través de los animales, al haberse obtenido la cantidad total de kilos que entraron y salieron del establecimiento.

Ejemplo:

	Categoría	Cantidad de vacunos	Kilos de Peso promedio	Kilos totales
ENTRADAS	Terneros	80	170	13600
	Terneros	50	160	8000
	Vacas	30	380	11400
SALIDAS	Novillos	100	442	44200

3- Indique la cantidad de animales promedio anual, por categoría.

Vacas de cría Vaquillonas reposición Toros
.....

Novillos Novillitos

ALIMENTACION DEL GANADO

A- SUPLEMENTOS ORIGINADOS en el PROPIO ESTABLECIMIENTO que son CONSUMIDOS por el GANADO.

Indicar la cantidad para cada uno de los alimentos en **KILOS /AÑO**.

1- GRANOS

-Maíz:..... Kg/año

-Sorgo: Kg/año

-Cebada: Kg/año

-Otros:..... Kg/año

2- HENO (rollo, fardo) / HENOLAJE

HENO

Alfalfa Kg/año:.....
ó
Nº rollos /fardos y peso en kilos

Pastura Kg/año:.....
ó
Nº rollos /fardos y peso en kilos

Otro. Kg/año.....
ó
Nº rollos /fardos y peso en kilos

Otro. Kg/año.....

HENOLAJE

Alfalfa Kg/año:.....
ó
Nº rollos y peso en kilos

Pastura Kg/año:.....
ó
Nº rollos y peso en kilos

Otro Kg/año.....
ó
Nº rollos y peso en kilos

3- ENSILAJE

- MAIZ Kilos materia verde cosechada / ha:.....
ó
Rendimiento de Silo (Kilos Materia Seca/ha):.....
- SORGO Kilos materia verde cosechada / ha:.....
ó
Rendimiento de Silo (Kilos Materia Seca/ha):.....
- PASTURA Kilos materia verde cosechada / ha:.....
ó
Rendimiento de Silo (Kilos Materia Seca/ha):.....
- OTROS Kilos materia verde cosechada / ha:.....
ó
Rendimiento de Silo (Kilos Materia Seca/ha):.....

4- OTROS

Tipo	Kg/año

ALIMENTACION DEL GANADO

B- ALIMENTOS EXTERNOS (comprados, ingresados por canje, etc.)

Indicar la cantidad ingresada al predio, para cada uno de los alimentos, en **KILOS /AÑO**.

1- GRANOS

- Maíz:.....Kg /año
- Sorgo:..... Kg /año
- Avena:..... Kg /año
- Otro:..... Kg /año
- Otro: Kg /año

2- BALANCEADOS. Indique el tipo (por ej. el % de proteína) y/o la categoría a la que se destina.

Tipo de balanceado	Categoría destinada	Kg /año

1- HENO (rollo, fardo) / HENOLAJE

HENO

Alfalfa Kg/año:.....
 ó
 Nº rollos /fardos y peso en kilos

Pastura Kg/año:.....
 ó
 Nº rollos /fardos y peso en kilos

Otro. Kg/año.....
 ó
 Nº rollos /fardos y peso en kilos

Otro. Kg/año.....
 ó
 Nº rollos /fardos y peso en kilos

HENOLAJE

Alfalfa Kg/año:.....
ó
Nº rollos y peso en kilos

Pastura Kg/año:.....
ó
Nº rollos y peso en kilos

Otro Kg/año.....
ó
Nº rollos y peso en kilos

4- PELLETS - HARINAS – TORTAS – EXPELLERS. Indique de qué grano provienen (soja, girasol, etc.)

Subproducto	Grano proveniente	Kg /año

5-OTROS: UREA, SUPLEMENTOS MINERALES O PREMEZCLAS, etc., indicando nombre comercial o contenido de fósforo, nitrógeno.

Tipo	Kg /año

***INFORMACION PRODUCTIVA
DE FEEDLOT. Encuesta.***

INFORMACION PRODUCTIVA DE FEEDLOT

Los datos que se solicitan serán utilizados para:

1) estimar la producción de carne anual del feedlot que se vende y 2) estimar la producción anual de estiércol.

La producción de carne se utiliza para calcular la salida de nitrógeno y de fósforo del sistema.

La producción de estiércol se utiliza para calcular también, salida de nitrógeno y de fósforo, dado que puede ser exportado (en forma total o parcial), anualmente, luego de la limpieza de los corrales.

INFORMACIÓN SOLICITADA

Superficie (has, m²)

1-Superficie destinada a caminos internos, áreas de almacenamiento y procesamiento de alimentos y área de lavado de camiones:

2- Superficie destinada a laguna de tratamiento y/o áreas de acumulación de estiércol:

3- Superficie destinada a los corrales de alimentación:

Razas / Biotipos y Categorías de vacunos que se engordan

Marque las opciones con una X

Británicos

Cruza con índico

Holando Argentino

Cruza con continental

1- Categorías. Indique cuáles engorda, pesos medios de entrada y de venta.

Novillos

Peso de entrada.....Kg

peso de venta.....Kg

Peso de entrada.....Kg

peso de venta.....Kg

Vaquillonas

Peso de entrada.....Kg

peso de venta.....Kg

Peso de entrada.....Kg

peso de venta.....Kg

Corrales

-Limpieza y recolección de estiércol: 1 vez/año 2 veces/año

-Uso del estiércol: 1-venta/salida del feedlot 2-apilado en un sector

1a) total ¿toneladas?

1b) parcial proporción aproximada ó toneladas.....

*Variantes para recabar información:
Instructivo explicativo.*

INSTRUCTIVO FEEDLOT

Variantes para recabar información para el cálculo de ingresos y egresos de nutrientes a través de los vacunos

MENSUAL

Otra forma de cargar la información solicitada para calcular la producción de carne (y de estiércol, consecuentemente), es a través de consignar, mensualmente, la cantidad de animales ingresados al feedlot, discriminados por categoría (ternero, vaquillona, novillo, vaca, toro) y peso vivo, y de la misma forma, los animales egresados del feedlot, por venta o traslado, discriminados por categoría y peso. De esta forma se obtiene por mes la cantidad de kilos que ingresan y egresan, pudiéndose sumar al final del año o ejercicio.

Una forma de planilla podría ser:

MES (Abril)				
	Categoría	Cantidad de vacunos	Kilos de Peso promedio	Kilos totales
ENTRADAS	Terneros	80	170	13600
	Terneros	50	160	8000
	Vacas	30	380	11400
SALIDAS	Novillos	100	442	44200
MES (Mayo)				
ENTRADAS	Terneros	40	170	6800
SALIDAS	Novillos	80	430	34400

POR CORRAL

Sería una forma muy similar, solo que los bloques, en vez de ser los meses del año (12 bloques), serían cada uno de los Corrales del feedlot (tantos bloques como corrales utilizados en el año o ejercicio) en los cuales se asentarían las entradas y salidas de animales con sus respectivos pesos, de todo el año o ejercicio considerado. Esta manera de consignar la información permite, además, llevar un registro un poco más pormenorizado del manejo de nutrientes de los distintos sectores del feedlot, y así poder armar un historial de cada uno de ellos.

CORRAL 1				
	Categoría	Cantidad de vacunos	Kilos de Peso promedio	Kilos totales
ENTRADAS	Terneros	80	170	13600
	Vacas	30	380	11400
	Terneros	120	168	20160
SALIDAS	Novillos	75	442	33150
	Vacas	30	465	13950
	Novillos	118	428	50504

Además, se le puede agregar las fechas de entrada y salida de cada categoría, o simplemente el mes. Quedaría de la siguiente forma:

CORRAL 1					
totales	Mes	Categoría	Cantidad de vacunos	Kilos de Peso promedio	Kilos
46610	Enero	Novillitos	118	395	
13600	Marzo	Terneros	80	170	
ENTRADAS					
15600	Octubre	Vacas	40	390	
50504	Febrero	Novillos	118	428	
33150	Octubre	Novillos	75	442	
SALIDAS					
13950	Diciembre	Vacas	30	465	

Con esta información (mensual y por corral), que es registro corriente de los feedlots, es posible recabar todos los datos necesarios para calcular entrada y salida de nitrógeno y fósforo a través de los animales, y también la producción de estiércol. Incluso, permite discriminar los corrales y sectores donde pueden quedar mayormente acumulados estos nutrientes. Así, se podría luego programar un manejo de corrales teniendo también en cuenta esta información, la cual resulta primordial para una gestión ambiental de los nutrientes y residuos.

Si no fuera posible obtener la información con este detalle, una información resumida por categoría y kilos totales, ya sea en la MENSUAL o en la POR CORRAL, serviría para el cálculo de ingresos y egresos de nutrientes a través de los animales. La producción de estiércol podría ser solamente estimada, pero de todas formas podrían calcularse los balances de nitrógeno y de fósforo.

En el caso de poseer los valores anuales de kilos de carne producidos y kilos de estiércol egresados del feedlot para el período solicitado (año o ejercicio), y no poder proporcionar la información desagregada solicitada precedentemente, se puede hacer igualmente el balance de nutrientes total predial.

*Tablas de contenidos de
Nitrógeno y Fósforo
en alimentos y productos agropecuarios*

Tabla All.1. Valores de bibliografía de concentración de nitrógeno (N) y de fósforo (P) de distintos suplementos y forrajes, utilizados en los cálculos de Balance de nutrientes e Indicadores relacionados con la alimentación de las distintas Unidades de Análisis.

Tabla de suplementos y forrajes	N (g/kg)	P (g/kg)	Cita
Afrechillo de Trigo	24	10	1
Granos de Avena	13,3	5,4	1
Granos de Cebada	20,8	4,7	1
Granos de Maíz	16,3	3,7	1
Granos de Sorgo	20	4	1
Grano de Trigo	22,9	4,3	1
Grano de Triticale	21,6	3,58	2
Harina de Girasol -expeller-	-	8,3	3
Harina de Soja -expeller-	58,1	6,8	1
Heno de Avena	14,72	2,4	1
Heno de Pastura consociada	25,9	3,7	1
Heno de Moha	15	1	3
Heno de Rastrojo de soja	8,5	2	4
Núcleo Feedlot	19,2	3,6	5
Okara -subproducto de la soja-	33,65	3,4	6
Paja de trigo	6	0,8	7
Pastura de Alfalfa	-	4	4
Ruter tambo	40	1	5
Silo de Grano de Maíz húmedo	-	3	3
Silo de planta de Maíz	14,4	2,6	1
Silo de planta de Maíz	-	2,65	3
Silo de Pastura consociada	-	3,4	8
Sustituto lácteo	33,65	8	1
Urea	456	0	1
Verdeo de Avena	-	4	4

1. Viglizzo et al., 2006 y Frank , 2007
2. USDA, 2014
3. Promedio de valores de Viglizzo et al., 2006 y Fernández, H., 2010
4. Fernández, H., 2010
5. Producto comercial
6. Bowles & Demiate, 2006 y FUNIBER, 2013
7. Calsamiglia et al., 2004; Parsi et al., 2001
8. Jaurena & Danelón, 2006

Tabla AII.2. Valores de concentración de nitrógeno (N) y de fósforo (P) de distintos suplementos y forrajes, utilizados en los cálculos de Fijación Biológica de N (datos de alfalfa y pasturas), Balance de nutrientes e Indicadores relacionados con la alimentación de las Unidades de Análisis de la EEA-INTA Balcarce (sistema semiintensivo e intensivo), obtenidos por análisis de laboratorio.

Tabla de suplementos y forrajes	N (g/kg)	P (g/kg)
Alfalfa de IBalS# 12	34,08	sd.
Alfalfa de IBalS 11	31,84	sd.
Expeller de Girasol 06	57,60	12,12
Expeller de Girasol 06	52,80	12,11
Expeller de Girasol 95	56,00	sd.
Expeller de Girasol 96	46,40	sd.
Expeller de Girasol 97	52,80	sd.
Grano de Maíz 06	8,96	2,46
Grano de Maíz Húmedo de IBalS 1; 2	13,92	sd.
Pastura de IBalS 6; 8; 9; 10	27,2**	2,5*
Pastura de IBalS 1; 2; 4; 11; 12	25,6**	2,5*
Pastura de IBalS 3; 5	22,4**	2,5*
Pastura de IBalS 7	23,92**	2,5*
Silo de planta de Maíz 95	11,10	sd.
Silo de planta de Maíz 96	11,76	sd.
Silo de planta de Maíz 97	11,52	sd.
Silo de Pastura 96	19,36	2,5*
Verdeo de Avena de IBalS 1	31,10	sd.
Verdeo de Avena de IBalS 10	29,60	sd.

* promedio de valores de muestreo de los meses de febrero, abril, mayo, agosto y octubre (ejercicio 2003-2004) de pastura consociada de cebadilla, pasto ovillo, raigrás perenne y trébol blanco, cultivada en los mismos potreros utilizados en las UdAs.

** promedio de valores de muestreo de las 4 estaciones del ejercicio correspondiente a cada UdA.

IBalS: Invernada en Balcarce sistema semiintensivo

Tabla AII.3. Valores de concentración de nitrógeno (N) y de fósforo (P) de distintos suplementos utilizados en los cálculos de Balance de nutrientes e Indicadores relacionados con la alimentación, para Unidades de Análisis de Laprida (CLapE), Las Armas (CAr_iE2 e IArl) y Trenque Lauquen (ITLI), obtenidos a partir de las entrevistas.

Tabla de suplementos	N (g/kg)	P (g/kg)
Concentrado proteico comercial ¹	65,50	35,00
Expeller de Girasol ²	51,20	8,30
Expeller de Girasol ³	51,20	sd.
Limpieza Semilla cosecha de Girasol ²	33,60	6,50
Núcleo mineral ²	0	0,80
Núcleo mineral ⁴	0,13	0,20
Silo de planta de Maíz ²	14,40	sd.

¹ CAr_iE2 y en IArl

² ITLI

³ CLapE 10; 11; 12-m; 13-m; 14-m

⁴ CLapE 10; 11; 12-m; 13-m

Tabla All.4. Valores de bibliografía de concentración de nitrógeno (N) y de fósforo (P) de los productos agropecuarios egresados de las distintas Unidades de Análisis, utilizados en los cálculos de Balance de nutrientes.

Productos egresados	N (g/kg)	P (g/kg)	Cita
Grano de Cebada	20,8	4,7	1
Grano de Trigo	22,9	4,3	1
Grano de Soja	58,1	6,8	1
Heno de Pastura consociada	25,9	3,7	1
Bovinos	27,0	7,1	2

1. Viglizzo et al., 2006 y Frank, 2007.
2. Koelsch & Lesoing, 1999; Knowlton et al., 2004.

ANEXO

RESULTADOS

Tabla AIII.1. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances de N predial, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos de las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción de carne.

	Lluvia	FBN	Alim	Fert	Anim	Ing.t N	Egr.t N	Bal N/ha	EgrkgPV	PC (kg/ha)	CA (kg/ha)	CA (Vi/ha)	%CNat	%PP	%Cult.a
Lluvia	1	0,64	0,56	0,82	0,40	0,23	0,21	0,24	0,80	0,66	0,54	0,65	0,82	0,89	0,64
FBN	0,09	1	0,44	0,03	0,12	4,80E-04	0,02	5,40E-04	0,25	0,27	0,18	0,29	3,00E-04	8,00E-04	0,05
Alim	-0,11	-0,14	1	0,12	0,22	0,88	0,28	0,95	0,17	0,04	5,30E-04	0,07	0,17	0,04	0,85
Fert	0,04	0,39	-0,28	1	2,10E-05	6,00E-07	1,30E-06	3,20E-06	1,30E-05	3,40E-05	1,10E-05	8,40E-07	4,00E-05	4,30E-04	5,80E-07
Anim	-0,16	0,28	-0,23	0,69	1	2,10E-04	2,00E-03	3,00E-04	3,50E-05	0,01	1,00E-04	4,10E-05	0,04	0,08	8,80E-04
Ing.t N	0,22	0,59	-0,03	0,76	0,62	1	2,40E-05	8,70E-08	1,80E-04	2,30E-03	6,30E-04	5,90E-06	1,30E-03	0,01	3,70E-05
Egr.t N	0,23	0,4	-0,2	0,75	0,53	0,77	1	2,20E-04	9,80E-06	5,00E-04	4,40E-05	3,60E-06	1,20E-03	4,70E-03	1,10E-04
Bal N/ha	0,22	0,59	0,01	0,73	0,61	0,98	0,67	1	9,50E-04	4,80E-03	2,00E-03	2,30E-05	1,70E-03	0,01	6,90E-05
EgrkgPV	-0,05	0,21	-0,25	0,7	0,67	0,68	0,81	0,6	1	9,20E-06	5,10E-07	2,80E-09	4,80E-03	0,01	6,50E-05
PC (kg/ha)	0,08	0,2	-0,37	0,67	0,44	0,56	0,64	0,51	0,81	1	8,80E-07	2,10E-07	2,30E-03	3,80E-03	1,00E-03
CA (kg/ha)	0,11	0,25	-0,59	0,70	0,64	0,58	0,67	0,53	0,77	0,76	1	5,10E-10	7,50E-04	1,30E-03	6,00E-04
CA (Vi/ha)	0,08	0,2	-0,33	0,76	0,67	0,72	0,73	0,68	0,84	0,78	0,86	1	1,00E-03	1,70E-03	2,20E-05
%CNat	0,04	-0,61	0,25	-0,67	-0,38	-0,55	-0,55	-0,54	-0,49	-0,53	-0,57	-0,56	1	0	6,60E-09
%PP	-0,03	0,57	-0,37	0,59	0,32	0,48	0,49	0,47	0,45	0,5	0,55	0,54	-0,95	1	5,60E-06
%Cult.a	-0,09	0,36	-0,03	0,76	0,57	0,67	0,64	0,65	0,65	0,56	0,58	0,68	-0,83	0,72	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Cuadro AIII.1 Análisis de Regresión Lineal Simple (RLS) entre los Ingresos de N totales (variable regresora) y los Balances prediales de N (variable dependiente) para las 31 UdAs correspondientes a sistemas extensivos de producción de carne.

1- Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
BN (kgN/ha/a)	31	0,98	0,98	5,52	133,50	137,80

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	-2,41	0,74	-3,93	-0,89	-3,25	0,0029		
Ing.t N (kg/ha/a)	0,87	0,02	0,83	0,91	40,81	<0,0001	1610,74	1,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6370,64	1	6370,64	1665,21	<0,0001
INGTOT/ha	6370,64	1	6370,64	1665,21	<0,0001
Error	110,95	29	3,83		
Total	6481,59	30			

2-Shapiro-Wilks (modificado) de los Residuos RDUO de la variable dependiente.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO BN (kgN/ha/a)	31	0,00	1,92	0,94	0,2915

Variable normal, pues p > 0,10

El modelo para sistemas extensivos resultó:

BN predial (kgN/ha/a) estimado = -2,41 + 0,87 * Ing.t N (kg/ha/a);

$$y = - 2,41 + 0,87 * X; R^2 = 0,98$$

Tabla.AIII. 2. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance de Fósforo predial, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos de las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción.

	Alim	Sem	Fert	Anim	Ing.t P	Egr.t P	Bal P/ha	EgrkgPV	PC kg/ha	CA kg/ha	CA Vi/ha	%CNat	%PP	%Cult.a
Alim	1	0,28	0,54	0,15	0,64	0,19	0,39	0,17	0,04	7,90E-04	0,08	0,17	0,04	0,88
Sem	-0,2	1	5,30E-04	0,05	4,20E-03	6,30E-05	0,02	1,10E-03	1,30E-03	4,60E-04	8,60E-04	6,70E-07	2,20E-05	1,00E-05
Fert	-0,11	0,59	1	7,10E-04	0	1,20E-06	2,00E-12	1,30E-05	3,00E-05	6,80E-05	1,20E-08	3,00E-06	3,70E-05	6,80E-10
Anim	-0,27	0,36	0,58	1	4,50E-05	2,20E-04	4,20E-04	3,00E-05	0,01	1,00E-04	4,60E-05	0,04	0,07	2,00E-03
Ing.t P	0,09	0,5	0,94	0,66	1	4,40E-07	1,50E-07	4,40E-05	8,90E-04	7,10E-04	3,00E-08	3,90E-04	2,60E-03	2,90E-08
Egr.t P	-0,24	0,66	0,75	0,62	0,77	1	6,90E-05	0	1,00E-06	1,70E-06	4,70E-08	8,10E-04	2,70E-03	3,40E-05
Bal P/ha	0,16	0,43	0,91	0,59	0,96	0,65	1	3,20E-04	1,10E-03	0,01	1,20E-06	1,40E-03	0,01	1,00E-07
EgrkgPV	-0,25	0,56	0,7	0,68	0,75	0,93	0,66	1	9,20E-06	5,10E-07	2,80E-09	4,80E-03	0,01	6,50E-05
PC kg/ha	-0,36	0,55	0,68	0,45	0,61	0,75	0,6	0,81	1	8,80E-07	2,10E-07	2,30E-03	3,80E-03	1,00E-03
CA kg/ha	-0,57	0,59	0,65	0,64	0,58	0,74	0,49	0,77	0,76	1	5,10E-10	7,50E-04	1,30E-03	6,00E-04
CA Vi/ha	-0,32	0,57	0,82	0,66	0,81	0,81	0,75	0,84	0,78	0,86	1	1,00E-03	1,70E-03	2,20E-05
%CNat	0,25	-0,76	-0,73	-0,37	-0,6	-0,57	-0,55	-0,49	-0,53	-0,57	-0,56	1	0	6,60E-09
%PP	-0,37	0,68	0,67	0,33	0,52	0,52	0,47	0,45	0,5	0,55	0,54	-0,95	1	5,60E-06
%Cult.a	-0,03	0,7	0,86	0,53	0,81	0,67	0,79	0,65	0,56	0,58	0,68	-0,83	0,72	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII.3. Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes de Nitrógeno para las 31 Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina.

Manejo	UdA	Bal. predial	leUN	EUNexS	EUNexS-Pr	CNu-I/E	Eco-Ef*	Bal-Prod-Pr*	Bal-Prod-Eg*	Bal-Nu-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal/kgPV	Bal/cab	EUNaEx-R
		kgN/ha/año	%	%	%	kgN/kgN	kgPV/kgN	gN/kgPV-Pr	gN/kgPV-Eg	kgN/kgN-Pr	kgN/kgN-Eg	gN/kgPV/d	gN/Vi/d	%
EX TEN SIVO	CLapE1	14,23	76,79	23,21	18,74	4,31	9,04	106,2	89,34	4,1	3,31	0,11	79,83	<i>sin ingr</i> ¹
	CLapE2	15,14	81,95	18,05	21,02	5,54	9,5	101,64	122,55	3,9	4,54	0,11	74,81	<i>sin ingr</i>
	CLapE3-m ²	13,96	73,25	26,75	20,42	3,74	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	3,59	2,74	0,1	62,94	<i>sin ingr</i>
	CLapE4-m	11,82	67,33	32,67	22,25	3,06	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	3,03	2,06	0,08	56,13	<i>sin ingr</i>
	CLapE5-m	14,35	75,9	24,1	19,09	4,15	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	3,98	3,15	0,1	63,81	<i>sin ingr</i>
	CLapE6-m	16,65	69,71	30,29	6,36	3,3	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	10,96	2,3	0,12	71,66	<i>sin ingr</i>
	CLapE7	15,78	83,44	16,56	15,2	6,04	6,75	143,45	136,04	5,49	5,04	0,12	67,11	<i>sin ingr</i>
	CLapE8-m	14,30	72,9	27,1	18,2	3,69	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	4,01	2,69	0,11	63,86	2179,77
	CLapE9	13,64	80,95	19,05	20,71	5,25	9,48	101,04	114,75	3,91	4,25	0,1	66,05	<i>sin ingr</i>
	CLapE10	10,80	73,74	26,26	17,86	3,81	8,97	106,94	75,81	4,13	2,81	0,08	101,51	347,87
	CLapE11	13,68	76,53	23,47	15,24	4,26	7,37	127,84	88,02	5,02	3,26	0,12	77,12	224,00
	CLapE12-m	18,31	89,05	10,95	13,28	9,13	5,52	156,47	219,48	6,71	8,13	0,17	114,03	99,12
	CLapE13-m	23,94	89,3	10,70	10,01	9,34	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	8,92	8,34	0,18	141,6	1738,17
	CLapE14-m	14,56	60,6	39,40	11,52	2,54	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	5,26	1,54	0,12	78,5	4332,79
	CLapE15-m	13,47	77,24	22,76	17,85	4,39	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	<i>no se calc.</i>	4,33	3,39	0,11	63,8	135,31
SEMI IN TEN SIVO	CAR_sE1	4,38	40,25	59,75	45,69	1,67	42,04	23,78	18,19	0,88	0,67	0,03	12,36	<i>sin ingr</i>
	CAR_sE2	41,39	83,41	16,59	8,33	6,03	3,7	270,37	135,72	10,01	5,03	0,26	116,91	<i>sin ingr</i>
	CAR_sE3	42,31	83,56	16,44	9,02	6,08	4	250,09	137,24	9,26	5,08	0,24	106,34	<i>sin ingr</i>
	CCh_sE1	29,32	86,51	13,49	9,04	7,42	3,87	258,41	173,21	9,57	6,42	0,22	87,14	16,84
	CCh_sE2	29,62	83,07	16,93	10,75	5,91	4,79	208,64	132,52	7,73	4,91	0,3	94,3	32,65
	CCh_sE3	27,29	79,32	20,68	11,09	4,84	5,18	193,17	103,57	7,15	3,84	0,23	110,04	30,28
	CCh_sE4	17,72	75,65	24,35	8,91	4,11	4,36	229,11	133,7	8,49	3,11	0,13	52,91	<i>sin ingr</i>
	CCh_sE5	13,14	73,14	26,86	20,4	3,72	10,33	96,79	73,52	3,58	2,72	0,1	38,92	<i>sin ingr</i>
IN TEN SIVO	CCh_iE1	33,50	82,71	17,29	14,09	5,78	6,31	158,52	129,14	5,87	4,78	0,13	52,26	<i>sin ingr</i>
	CCh_iE2	28,63	76,18	23,82	17,73	4,2	8,62	116,03	86,33	4,3	3,2	0,11	46,08	<i>sin ingr</i>
	CCh_iE3	32,10	74,59	25,41	19,42	3,93	9,64	103,71	79,24	3,84	2,93	0,15	57,73	<i>sin ingr</i>
	CCh_iE4	33,83	82,64	17,36	12,13	5,76	5,44	183,95	128,57	6,81	4,76	0,13	48,79	<i>sin ingr</i>
	CCh_iE5	34,45	82,81	17,19	12,86	5,82	5,75	173,81	130,05	6,44	4,82	0,12	48,1	<i>sin ingr</i>
	CAR_iE1	30,49	73,55	26,45	19,37	3,78	9,75	102,52	75,08	3,8	2,78	0,09	41,16	<i>sin ingr</i>
	CAR_iE2	80,75	88,23	11,77	7,13	8,5	2,99	334,16	202,39	12,38	7,5	0,26	112,42	105,47
	CAR_iE3	41,97	73,03	26,97	14,36	3,71	7,28	137,34	73,13	5,09	2,71	0,13	58,44	<i>sin ingr</i>

* No se calculan, pues en ese ejercicio la UdA tuvo actividad de agricultura con salida de granos, por lo cual, el Balance de N predial no puede referirse, exclusivamente, a los kilos de peso vivo (actividad ganadera). ¹ No se calculan pues no hubo ingreso de alimento externo. ² -m: UdA con actividad agrícola en menos del 8% de la superficie total.

Tabla AIII.4. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y parámetros de producción de carne descriptivos de las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción.

	Fert	Ing.t N	Egr.t N	PC kg/ha	CA kg/ha	%Cult.a	Bal N/ha	leUN	CNu-I/E	EUNexS	EUNex-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal-Nu-Pr	Eco-Ef	Bal-Prod-Pr	Bal/kgPV
Fert	1	6,00E-07	1,30E-06	3,40E-05	1,10E-05	5,80E-07	3,20E-06	0,6	0,6	0,6	0,11	0,6	0,22	0,42	0,22	0,06
Ing.t N	0,76	1	2,40E-05	2,30E-03	6,30E-04	3,70E-05	8,70E-08	0,05	0,05	0,05	9,50E-04	0,05	2,20E-03	0,01	0,01	1,20E-05
Egr.t N	0,75	0,77	1	5,00E-04	4,40E-05	1,10E-04	2,20E-04	0,21	0,21	0,21	0,07	0,21	0,2	0,46	0,27	0,08
PC kg/ha	0,67	0,56	0,64	1	8,80E-07	1,00E-03	4,80E-03	0,95	0,95	0,95	0,19	0,95	0,15	0,5	0,74	0,95
CA kg/ha	0,7	0,58	0,67	0,76	1	6,00E-04	2,00E-03	0,73	0,73	0,73	0,95	0,73	0,89	0,84	0,56	0,77
%Cult.a	0,76	0,67	0,64	0,56	0,58	1	6,90E-05	0,34	0,34	0,34	0,07	0,34	0,16	0,31	0,17	0,06
Bal N/ha	0,73	0,98	0,67	0,51	0,53	0,65	1	0,01	0,01	0,01	4,50E-04	0,01	6,40E-04	2,80E-03	1,60E-03	1,30E-06
leUN	0,1	0,36	-0,23	0,01	-0,07	0,18	0,5	1	4,30E-08	4,30E-08	0,01	4,30E-08	2,40E-03	4,70E-04	1,10E-03	1,60E-04
CNu-I/E	0,1	0,36	-0,23	0,01	-0,07	0,18	0,5	1	1	4,30E-08	0,01	4,30E-08	2,40E-03	4,70E-04	1,10E-03	1,60E-04
EUNexS	-0,1	-0,36	0,23	-0,01	0,07	-0,18	-0,5	-1	-1	1	0,01	4,30E-08	2,40E-03	4,70E-04	1,10E-03	1,60E-04
EUNex-Pr	-0,29	-0,6	-0,34	0,24	-0,01	-0,33	-0,64	-0,45	-0,45	0,45	1	0,01	7,20E-08	2,60E-06	3,50E-06	1,40E-08
Bal-Nu-Eg	0,1	0,36	-0,23	0,01	-0,07	0,18	0,5	1	1	-1	-0,45	1	2,40E-03	4,70E-04	1,10E-03	1,60E-04
Bal-Nu-Pr	0,23	0,56	0,23	-0,27	-0,03	0,26	0,62	0,55	0,55	-0,55	-0,98	0,55	1	1,60E-06	3,60E-06	3,70E-09
Eco-Ef	-0,17	-0,53	-0,15	0,14	-0,04	-0,22	-0,62	-0,73	-0,73	0,73	0,98	-0,73	-1	1	3,60E-06	1,20E-07
Bal-Prod-Pr	0,27	0,59	0,24	-0,07	0,13	0,29	0,67	0,69	0,69	-0,69	-0,99	0,69	0,99	-0,99	1	1,90E-07
Bal/kgPV	0,34	0,7	0,32	0,01	-0,06	0,34	0,75	0,63	0,63	-0,63	-0,82	0,63	0,84	-0,85	0,86	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII.5. Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes de Fósforo para las 31 Unidades de Análisis con sistema extensivo de producción de carne bovina.

Manejo	UdA	Bal. predial	leUN #	EUNexS	EUNexS-Pr	CNu-I/E	Eco-Ef*	Bal-Prod-Pr*	Bal-Prod-Eg*	Bal-Nu-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal/kgPV	Bal/cab	EUNaEx-R
		kgP/ha/año	%	%	%	kgP/kgP	kgPV/kgP	gP/kgPV-Pr	gP/kgPV-Eg	kgP/kgP-Pr	kgP/kgP-Eg	gP/kgPV/d	gP/Vi/d	(%)
EX TEN SIVO	CLapE1	-0,94	no se calc.	598,93	483,57	0,17	no se calc.#	-7,03	-5,91	-1,03	-0,83	0,00	0,00	sin ingr ¹
	CLapE2	-0,56	no se calc.	272,85	317,64	0,37	no se calc.#	-3,73	-4,50	-0,54	-0,63	0,00	0,00	sin ingr
	CLapE3-m ²	-0,93	no se calc.	360,87	286,1	0,28	no se calc.	no se calc.	no se calc.	-0,91	-0,72	0,00	0,00	sin ingr
	CLapE4-m	-1,43	no se calc.	no se calc. ³	no se calc. ³	0	no se calc.	no se calc.	no se calc.	-1,39	-1	0,00	0,00	sin ingr
	CLapE5-m	-0,86	no se calc.	742,94	708,15	0,13	no se calc.	no se calc.	no se calc.	-0,91	-0,87	0,00	0,00	sin ingr
	CLapE6-m	-1,08	no se calc.	263,9	60,89	0,38	no se calc.	no se calc.	no se calc.	-2,69	-0,62	0,00	0,00	sin ingr
	CLapE7	-0,25	no se calc.	142,75	131	0,7	no se calc.#	-2,24	-2,13	-0,33	-0,3	0,00	0,00	sin ingr
	CLapE8-m	-0,69	no se calc.	213,3	154,56	0,47	no se calc.	no se calc.	no se calc.	-0,73	-0,53	0,00	0,00	2525,18
	CLapE9	-0,83	no se calc.	8350,5	9081,63	0,01	no se calc.#	-6,18	-7,01	-0,91	-0,99	0,00	0,00	sin ingr
	CLapE10	-0,78	no se calc.	444,91	302,54	0,22	no se calc.#	-7,76	-5,50	-1,14	-0,78	0,00	0,00	511,12
	CLapE11	-0,76	no se calc.	320,6	208,09	0,31	no se calc.#	-7,10	-4,89	-1,06	-0,69	0,00	0,00	358,07
	CLapE12-m	1,85	75,73	24,27	29,43	4,12	54,73	15,79	22,15	2,57	3,12	0,01	11,51	160,39
	CLapE13-m	1,46	68,80	31,20	33,19	3,20	no se calc.	no se calc.	no se calc.	2,07	2,20	0,00	8,58	2792,32
	CLapE14-m	-1,06	no se calc.	317,68	152,97	0,31	no se calc.	no se calc.	no se calc.	-1,42	-0,07	0,00	0,00	7028,16
	CLapE15-m	0,18	16,88	83,12	78,5	1,20	no se calc.	no se calc.	no se calc.	0,22	0,20	0,00	0,85	165,17
SEMI IN TEN SIVO	CAr_sE1	1,4	45,01	54,99	42,04	1,82	30,8	7,6	5,81	1,07	0,82	0,01	3,95	sin ingr
	CAr_sE2	2,02	48,25	51,75	25,98	1,93	68,41	13,19	6,62	1,86	0,93	0,01	5,7	sin ingr
	CAr_sE3	5,49	71,5	28,5	15,64	3,51	39,23	32,46	17,81	4,57	2,51	0,03	13,8	sin ingr
	CCh_sE1	3,16	72,46	27,54	18,46	3,63	35,88	27,87	18,68	3,93	2,63	0,02	9,4	22,94
	CCh_sE2	2,75	63,45	36,55	23,22	2,74	51,54	19,4	12,32	2,73	1,74	0,03	8,77	44,48
	CCh_sE3	2,85	60,4	39,6	21,23	2,53	49,5	20,2	10,83	2,85	1,53	0,02	11,51	41,25
	CCh_sE4	0,66	35,34	64,66	29,42	1,55	117,25	8,53	4,98	1,2	0,55	0,00	1,97	sin ingr
CCh_sE5	0,47	26,86	73,14	55,55	1,37	291,3	3,43	2,61	0,48	0,37	0,00	1,38	sin ingr	
IN TEN SIVO	CCh_iE1	2,61	58,62	41,38	33,71	2,42	80,99	12,35	10,06	1,74	1,42	0,01	4,07	sin ingr
	CCh_iE2	1,45	38,06	61,94	46,08	1,61	170,52	5,86	4,36	0,83	0,61	0,01	2,33	sin ingr
	CCh_iE3	3,86	57,3	42,7	32,63	2,34	80,2	12,47	9,53	1,76	1,34	0,02	6,94	sin ingr
	CCh_iE4	2,69	59	41	28,66	2,44	24,14	14,62	10,22	2,06	1,44	0,01	3,88	sin ingr
	CCh_iE5	5,05	72,87	27,13	20,3	3,69	17,16	25,49	19,07	3,59	2,69	0,02	7,05	sin ingr
	CAr_iE1	12,72	81,04	18,96	13,89	5,27	20,52	41,43	30,34	5,84	4,27	0,04	17,16	sin ingr
	CAr_iE2	14,09	83,26	16,74	10,14	5,97	131,55	58,29	35,31	8,21	4,97	0,04	19,61	79,7
CAr_iE3	14,9	78,52	21,48	11,44	4,66	75,84	48,74	25,95	6,87	3,66	0,05	20,74	sin ingr	

No se calcula por ser el Balance predial negativo. * No se calculan, pues en ese ejercicio la UdA tuvo actividad de agricultura con salida de granos, por lo cual, el Balance de P predial no puede referirse, exclusivamente, a los kilos de peso vivo (ganadería). ¹ No se calculan pues no hubo ingreso de alimento externo. ² -m: UdA con actividad agrícola en menos del 8% de la superficie total. ³ No se calculan pues no hubo ingreso de fósforo.

Tabla AIII.6. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y parámetros de producción de carne descriptivos de las 31 UdAs con sistemas extensivos de producción

	Fert	Ing.t	Egr.t P	PC	CA	%Cult.a	Bal	leUN	EUNexS	EUNexS-	CNu-	Eco-	Bal-Prod-	Bal-Nu-	Bal-Nu-	Bal/kgPV
Fert	1	0	1,20E-06	3,00E-05	6,80E-05	6,80E-05	2,20E-11	0,01	1,90E-10	1,60E-09	3,30E-07	0,66	9,80E-06	1,30E-09	2,80E-11	0,01
Ing.t P	0,94	1	4,40E-07	8,90E-04	7,10E-04	2,90E-04	2,10E-07	2,00E-07	6,10E-07	3,00E-07	0	0,2	1,70E-05	4,80E-12	3,30E-07	5,30E-08
Egr.t P	0,75	0,77	1	1,00E-06	1,70E-06	3,40E-06	6,00E-05	0,12	3,10E-04	1,60E-05	6,10E-05	0,99	5,10E-04	6,50E-04	7,60E-04	3,10E-04
PC kg/ha	0,68	0,61	0,75	1	8,80E-07	1,00E-06	1,10E-03	0,26	0,01	0,01	0,02	0,98	0,01	2,80E-03	0,02	2,30E-03
CA kg/ha	0,65	0,58	0,74	0,76	1	6,00E-07	0,01	0,15	0,02	0,01	0,03	0,61	0,01	0,02	0,04	0,01
%Cult.a	0,86	0,81	0,67	0,56	0,58	1	4,10E-07	0,08	6,30E-06	3,70E-06	1,70E-06	0,9	7,20E-04	3,50E-05	1,20E-06	0,04
Bal P/ha	0,89	0,95	0,66	0,59	0,49	0,77	1	4,30E-07	6,30E-07	8,00E-07	0	0,17	7,40E-06	0	4,30E-07	2,60E-08
leUN	0,55	0,73	0,37	0,26	0,34	0,42	0,83	1	2,20E-05	4,40E-04	2,20E-05	0,09	1,90E-04	6,40E-05	2,20E-05	1,50E-03
EUNexS	-	-0,93	-0,61	-0,47	-0,41	-0,72	-0,93	-1	1	3,30E-07	0	0,09	6,20E-06	0	8,30E-08	1,50E-03
EUNex-Pr	-	-0,95	-0,7	-0,46	-0,48	-0,74	-0,92	-0,83	0,95	1	0	0,12	5,10E-06	0	3,20E-07	1,30E-05
CNu-I/E	0,89	0,93	0,58	0,43	0,39	0,74	0,93	1	-1	-0,95	1	0,09	6,20E-06	0	0	1,50E-03
Eco-Ef	-0,11	-0,32	2,50E-06	4,90E-03	-0,13	-0,03	-0,35	-0,42	0,42	0,39	-0,42	1	0,1	0,1	0,09	0,24
Bal-Prod-Pr	0,78	0,92	0,67	0,53	0,54	0,65	0,96	0,93	-0,96	-0,97	0,96	-0,41	1	2,70E-06	6,20E-06	2,80E-05
Bal-Nu-Pr	0,85	0,9	0,58	0,52	0,42	0,67	0,97	0,94	-0,95	-0,92	0,95	-0,41	1	1	0	3,90E-05
Bal-Nu-Eg	0,89	0,93	0,57	0,42	0,37	0,75	0,92	1	-1	-0,95	1	-0,42	0,96	0,94	1	1,50E-03
Bal/kgPV	0,61	0,91	0,74	0,66	0,57	0,48	0,92	0,67	-0,67	-0,83	0,67	-0,3	0,84	0,80	0,67	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII. 7. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances de nitrógeno predial, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción de carne.

	Lluvia	FBN	Alim	Fert	Anim	Ing.t N	Egr.t N	Bal N/ha	EgrkgPV	PC (kg/ha)	CA (kg/ha)	%PP	%Cult.a
Lluvia	1	0,07	0,2	0,72	0,79	0,1	0,7	0,07	0,02	0,1	0,05	0,5	0,5
FBN	-0,45	1	0,04	0,08	0,89	9,40E-07	0,78	1,40E-05	1,10E-03	0,01	0,01	0,56	0,56
Alim	-0,33	0,51	1	0,96	0,91	0,01	0,61	0,01	0,01	3,20E-03	0,01	0,07	0,07
Fert	-0,09	0,44	0,01	1	0,9	0,01	0,49	4,90E-03	0,31	0,18	0,22	0,52	0,52
Anim	0,07	-0,04	0,03	-0,03	1	0,95	3,30E-07	0,61	0,1	0,4	0,17	0,53	0,53
Ing.t N	-0,42	0,9	0,66	0,62	0,02	1	0,46	9,90E-05	1,70E-03	1,70E-03	4,50E-04	0,79	0,79
Egr.t N	0,1	0,07	0,13	0,18	0,91	0,19	1	0,88	0,04	0,13	0,04	0,3	0,3
Bal N/ha	-0,45	0,85	0,65	0,65	-0,13	0,97	0,04	1	4,90E-03	3,30E-03	3,20E-03	0,79	0,79
EgrkgPV	-0,54	0,72	0,66	0,26	0,41	0,78	0,5	0,7	1	6,20E-04	2,70E-07	0,14	0,14
PC (kg/ha)	-0,41	0,58	0,74	0,34	0,21	0,78	0,38	0,74	0,86	1	8,80E-08	0,02	0,02
CA (kg/ha)	-0,48	0,61	0,62	0,32	0,35	0,76	0,51	0,67	0,91	0,93	1	0,03	0,03
%PP	0,18	0,15	-0,46	0,17	-0,16	-0,07	-0,27	-0,07	-0,38	-0,56	-0,53	1	0
%Cult.a	-0,18	-0,15	0,46	-0,17	0,16	0,07	0,27	0,07	0,38	0,56	0,53	-1	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla.AIII. 8. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre el Balance de Fósforo predial, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción.

	Alim	Sem	Fert	Anim	Ing.t P	Egr.t P	Bal P/ha	EgrkgPV	PC kg/ha	CA kg/ha	%PP	%Cult.a
Alim	1	0,05	0,25	0,89	0,01	0,19	0,02	0,01	2,50E-03	5,00E-03	0,05	0,05
Sem	0,49	1	0,82	0,53	0,31	0,23	0,32	0,14	0,02	0,03	0	0
Fert	0,29	-0,06	1	0,92	3,40E-05	0,8	8,10E-06	0,5	0,77	0,58	0,94	0,94
Anim	0,03	0,16	-0,03	1	0,37	5,00E-05	0,86	0,1	0,4	0,17	0,6	0,6
Ing.t P	0,62	0,26	0,83	0,22	1	0,38	1,30E-04	0,64	0,33	0,58	0,32	0,32
Egr.t P	0,33	0,31	-0,07	0,82	0,23	1	0,9	0,01	0,02	3,20E-03	0,26	0,26
Bal P/ha	0,58	0,26	0,86	0,04	0,96	0,03	1	0,92	0,54	0,95	0,31	0,31
EgrkgPV	0,66	0,38	-0,18	0,41	0,12	0,63	-0,02	1	6,20E-04	2,70E-07	0,15	0,15
PC kg/ha	0,76	0,56	-0,08	0,21	0,24	0,58	0,15	0,86	1	8,80E-08	0,02	0,02
CA kg/ha	0,65	0,53	-0,14	0,35	0,14	0,67	0,02	0,91	0,93	1	0,03	0,03
%PP	-0,48	-0,99	0,02	-0,14	-0,26	-0,29	-0,26	-0,37	-0,56	-0,52	1	0
%Cult.a	0,48	0,99	-0,02	0,14	0,26	0,29	0,26	0,37	0,56	0,52	-1	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

x

x

Tabla AIII.9. Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Nitrógeno para las 17 Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina.

Manejo	UdA	Bal. predial	leUN	EUNex-S	EUNexS-Pr	CNu-I/E	Eco-Ef	Bal-Prod-Pr	Bal-Prod-Eg	Bal-Nu-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal/kgPV	Bal/cab	EUNaEx-R
		kgN/ha/año	%	%	%	kgN/kgN	kgPV/kgN	gN/kgPV-Pr	gN/kgPV-Eg	kgN/kgN-Pr	kgN/kgN-Eg	gN/kgPV/d	gN/Vi/d	%
SIN FERTILI- ZANTE NITRO- GENADO	IBaIS1	182,22	73,26	26,74	12,62	3,74	6,38	156,68	73,98	5,8	2,74	0,23	61,58	20,17
	IBaIS2	158,11	78,04	21,96	9,42	4,55	4,47	223,64	95,94	8,28	3,55	0,77	206,09	23,39
	IBaIS3	211,05	83,71	16,29	7,99	6,14	3,54	282,8	138,76	10,47	5,14	0,77	194,52	21,7
	IBaIS4	154,09	74,89	25,11	10,64	3,98	5,26	190,05	80,54	7,04	2,98	0,48	132,93	25,44
	IBaIS5	126,74	77,1	22,9	10,83	4,37	5,2	192,2	90,88	7,12	3,37	0,63	149,44	92,8
CON FERTILI- ZANTE NITRO- GENADO	IBaIS6	334,06	88,25	11,75	6,21	8,51	2,6	383,97	202,73	14,22	7,51	1,22	329,51	40,04
	IBaIS7	369,33	89,05	10,95	5,82	9,13	2,42	413,26	219,64	15,31	8,13	1,07	257,38	41,37
	IBaIS8	330,09	86,31	13,69	5,58	7,3	2,39	417,99	170,2	15,48	6,3	0,9	262,85	82,24
	IBaIS9	320,76	76,8	23,2	6	4,3	2,89	345,65	89,38	12,8	3,31	0,44	120,41	36,29
	IBaIS10	233,21	81,68	18,32	9,3	5,46	4,22	237,24	120,34	8,79	4,46	0,57	158,71	32,84
	IBaIS11	288,52	85,96	14,04	6,79	7,12	2,93	341,64	165,32	12,65	6,12	0,78	194,79	62,63
	IBaIS12	294,33	79,04	20,96	6,31	4,77	2,96	338,11	101,83	12,52	3,77	0,98	224,56	61,49
	IChS1	70,5	61,31	38,69	13,87	2,58	8,38	119,33	66,13	4,42	1,58	0,29	89,84	133,83
	IChS2	56,68	44,12	55,88	15,96	1,79	13,4	74,25	38,14	2,76	0,79	0,2	51,25	66,03
	IChS3	86,09	57,05	42,95	10,59	2,33	6,87	145,46	72,71	5,39	1,33	0,32	79,95	3,05
	IChS4	64,85	57,81	42,19	13,34	2,37	8,54	117,03	48,17	4,33	1,37	0,28	71,35	76,78
	IChS5	78,86	61,95	38,05	11,38	2,63	6,8	147	59,89	5,44	1,63	0,36	90,4	86,58

Tabla AIII.10. Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Fósforo para las 17 Unidades de Análisis con sistema semiintensivo de producción de carne bovina.

Manejo	UdA	Bal. predial	leUN	EUNex-S	EUNexS-Pr	CNu-I/E	Eco-Ef	Bal-Prod-Pr	Bal-Prod-Eg	Bal-Nu-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal/kgPV	Bal/cab	EUNaEx-R
		kgP/ha/año	%	%	%	kgP/kgP	kgPV/kgP	gP/kgPV-Pr	gP/kgPV-Eg	kgP/kgP-Pr	kgP/kgP-Eg	gP/kgPV/d	gP/Vi/d	%
SIN FERTILI- ZANTE	IBalS1	22,59	56,36	43,64	20,6	2,29	51,48	19,42	9,17	2,74	1,29	0,03	7,63	27,01
	IBalS4	3,67	21,29	78,71	33,36	1,27	220,63	4,53	1,92	0,64	0,27	0,01	3,17	35,3
	IBalS5	-0,59	<i>no se calc.#</i>	106,31	50,27	0,94	<i>no se calc.#</i>	-0,89	-0,42	-0,13	-0,06	0	-0,69	113,11
	IBalS7	5,16	30,16	69,84	37,12	1,43	173,31	5,77	3,07	0,81	0,43	0,01	3,59	54,48
	IBalS8	-0,49	<i>no se calc.#</i>	103,7	42,22	0,96	<i>no se calc.#</i>	-0,62	-0,25	-0,09	-0,04	0	-0,39	107,99
	IBalS11	1,32	9,65	90,35	43,72	1,11	638,23	1,57	0,76	0,22	0,11	0	0,89	83,11
FOSFO- RADO	IBalS12	2,32	10,17	89,83	27,05	1,11	374,5	2,67	0,8	0,38	0,11	0,01	1,77	78,81
CON FERTILI- ZANTE	IBalS2	41,76	78,11	21,89	9,39	4,57	16,93	59,06	25,34	8,32	3,57	0,2	54,43	33,34
	IBalS3	44,14	80,34	19,66	9,64	5,09	16,91	59,15	29,02	8,33	4,09	0,16	40,68	29,55
	IBalS6	36,94	75,95	24,05	12,7	4,16	23,55	42,47	22,42	5,98	3,16	0,14	36,44	52,08
	IBalS9	43,64	63,14	36,86	9,53	2,71	21,26	47,03	12,16	6,62	1,71	0,06	16,38	49,3
	IBalS10	23,55	63,12	36,88	18,71	2,71	41,74	23,96	12,15	3,37	1,71	0,06	16,03	44,1
FOSFO- RADO	ICHs1	8,76	45,24	54,76	21,67	1,83	67,45	14,83	8,22	2,09	0,83	0,04	11,16	155,03
	ICHs2	8,53	35,51	64,49	20,86	1,55	82,77	12,02	6,17	1,7	0,55	0,03	7,71	83,53
	ICHs3	13,38	47,56	52,44	14,94	1,91	44,24	22,6	11,3	3,18	0,91	0,05	12,42	4,01
	ICHs4	7,36	38,66	61,34	20,67	1,63	75,3	13,28	5,47	1,87	0,63	0,03	8,10	95,1
	ICHs5	11,34	48,92	51,08	16,43	1,96	47,31	21,14	8,61	2,98	0,96	0,05	13,00	100,3

No se calcula por ser el Balance predial negativo.

Tabla AIII.11. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción.

	FBN	Alim	Fert	Ing.t N	Egr.t N	PC (kg/ha)	CA (kg/ha)	Bal N/ha	leUN	CNu-I/E	EUNexS	EUNexS-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal-Nu-Pr	Eco-Ef	Bal-Prod-Pr	Bal/kgPV
FBN	1	0,04	0,08	9,4E-07	0,78	0,01	0,01	1,40E-05	4,1E-04	4,1E-04	4,10E-04	1,80E-06	4,10E-04	7,90E-07	7,9E-07	7,90E-07	9,90E-04
Alim	0,51	1	0,96	0,01	0,61	3,20E-03	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,19
Fert	0,44	0,01	1	0,01	0,49	0,18	0,22	4,90E-03	0,02	0,02	0,02	4,80E-03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
Ing.t N	0,9	0,66	0,62	1	0,46	1,70E-03	4,50E-04	9,90E-05	1,20E-03	1,20E-03	1,20E-03	2,00E-04	1,20E-03	1,50E-04	1,5E-04	1,50E-04	9,40E-04
Egr.t N	0,07	0,13	0,18	0,19	1	0,13	0,04	0,88	0,2	0,2	0,2	0,83	0,2	0,81	0,81	0,81	0,2
PC (kg/ha)	0,58	0,74	0,34	0,78	0,38	1	8,80E-08	3,30E-03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,18
CA	0,61	0,62	0,32	0,76	0,51	0,93	1	3,20E-03	0,07	0,07	0,07	0,03	0,07	0,01	0,01	0,01	0,31
Bal N/ha	0,85	0,65	0,65	0,97	0,04	0,74	0,67	1	3,60E-04	3,60E-04	3,60E-04	1,70E-04	3,60E-04	1,10E-04	1,1E-04	1,10E-04	5,80E-05
leUN	0,76	0,49	0,54	0,81	-0,33	0,53	0,45	0,89	1	6,30E-05	6,30E-05	7,40E-04	6,30E-05	2,10E-04	2,1E-04	2,10E-04	1,30E-07
CNu-I/E	0,76	0,49	0,54	0,81	-0,33	0,53	0,45	0,89	1	1	6,30E-05	7,40E-04	6,30E-05	2,10E-04	2,1E-04	2,10E-04	1,30E-07
EUNexS	-0,76	-0,49	-0,54	-0,81	0,33	-0,53	-0,45	-0,89	-1	-1	1	7,40E-04	6,30E-05	2,10E-04	2,1E-04	2,10E-04	1,30E-07
EUNexS-Pr	-0,89	-0,54	-0,65	-0,93	-0,06	-0,54	-0,52	-0,94	-0,84	-0,84	0,84	1	7,40E-04	1,20E-04	1,2E-04	1,20E-04	2,30E-05
Bal-Nu-Eg	0,76	0,49	0,54	0,81	-0,33	0,53	0,45	0,89	1	1	-1	-0,84	1	2,10E-04	2,1E-04	2,10E-04	1,30E-07
Bal-Nu-Pr	0,9	0,55	0,63	0,95	-0,06	0,6	0,58	0,97	0,93	0,93	-0,93	-0,96	0,93	1	6,3E-05	6,30E-05	4,80E-06
Eco-Ef	-0,9	-0,55	-0,63	-0,95	0,06	-0,6	-0,58	-0,97	-0,93	-0,93	0,93	0,96	-0,93	-1	1	6,30E-05	4,80E-06
Bal-Prod-Pr	0,9	0,55	0,63	0,95	-0,06	0,6	0,58	0,97	0,93	0,93	-0,93	-0,96	0,93	1	-1	1	4,80E-06
Bal/kgPV	0,73	0,34	0,56	0,73	-0,33	0,34	0,26	0,82	0,92	0,92	-0,92	-0,84	0,92	0,87	-0,87	0,87	1

xiii

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII.12. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción.

	Alim	Fert	Ing.t P	Egr.t P	PC (kg/ha)	CA (kg/ha)	Bal P/ha	leUN	EUNexS	EUNexS-Pr	CNu-I/E	Eco-Ef	Bal-Prod-Pr	Bal-Nu-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal/kgPV
Alim	1	0,25	0,01	0,19	2,50E-03	5,00E-03	0,02	0,03	0,03	0,06	0,02	0,05	0,04	0,04	0,02	0,1
Fert	0,29	1	3,40E-07	0,8	0,77	0,58	8,10E-06	1,30E-05	1,90E-05	3,50E-06	2,30E-05	2,20E-05	3,00E-06	3,00E-06	2,30E-05	3,10E-07
Ing.t P	0,62	0,83	1	0,38	0,33	0,58	1,30E-04	7,60E-05	1,90E-04	1,70E-04	1,70E-04	8,00E-05	2,00E-04	2,00E-04	1,70E-07	8,00E-07
Egr.t P	0,33	-	0,23	1	0,02	3,20E-03	0,9	0,36	0,81	0,78	0,76	0,41	0,87	0,87	0,76	0,66
PC (kg/ha)	0,76	-	0,24	0,58	1	8,80E-08	0,54	0,87	0,68	0,97	0,7	0,93	0,85	0,85	0,7	0,87
CA (kg/ha)	0,65	-	0,14	0,67	0,93	1	0,95	0,89	0,86	0,68	0,85	0,72	0,71	0,71	0,85	0,48
Bal P/ha	0,58	0,86	0,96	0,03	0,15	0,02	1	2,40E-05	7,80E-05	1,50E-04	1,20E-04	2,40E-05	7,80E-05	7,80E-05	1,20E-12	2,90E-09
leUN	0,57	0,83	0,9	-0,25	0,04	-0,04	0,98	1	1,80E-04	5,40E-04	0	2,40E-05	2,40E-04	2,40E-04	0	3,10E-08
EUNexS	-	-	-0,93	0,06	-0,1	0,05	-0,99	-1	1	1,50E-04	0	2,40E-05	7,80E-05	7,80E-05	0	2,80E-10
EUNexS-Pr	-	-	-0,94	-0,07	0,01	0,11	-0,95	-0,93	0,95	1	3,30E-05	3,60E-05	1,10E-04	1,10E-04	3,30E-08	1,90E-09
CNu-I/E	0,55	0,84	0,92	-0,08	0,1	-0,05	0,98	1	-1	-0,94	1	2,70E-05	0	0	0	4,80E-10
Eco-Ef	-	-	-0,9	0,23	0,03	0,1	-0,98	-0,98	0,98	0,95	-0,98	1	1,80E-04	1,80E-04	2,70E-10	7,50E-10
Bal-Prod-Pr	0,52	0,88	0,93	-0,04	0,05	-0,1	0,99	0,98	-0,99	-0,97	0,99	-1	1	6,30E-05	0	5,70E-12
Bal-Nu-Pr	0,52	0,88	0,93	-0,04	0,05	-0,1	0,99	0,98	-0,99	-0,97	0,99	-1	1	1	0	5,70E-12
Bal-Nu-Eg	0,55	0,84	0,92	-0,08	0,1	-0,05	0,98	1	-1	-0,94	1	-0,98	0,99	0,99	1	4,80E-10
Bal/kgPV	0,41	0,91	0,9	-0,12	-0,04	-0,18	0,95	0,95	-0,97	-0,96	0,96	-0,97	0,98	0,98	0,96	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII.13. Contenido de nitrógeno en el alimento total ofrecido e Indicadores de Nitrógeno asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas semiintensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires.

	UdA	Autosuf %	FNla-N %	Conc.N %	PB %	RC-N %	RCe-N %	RCi-N %	EUNaT-R %	EUNaEx-R %
Sin Fert.	IBalS1	56,62	37,5	2,16	13,47	224,08	84,72	139,36	7,62	20,17
	IBalS2	51,28	43	2,3	14,4	188,41	81,07	107,35	10,23	23,39
	IBalS3	64,34	38	2,31	14,45	228,99	86,22	142,77	8,17	21,7
	IBalS4	78,9	15,32	2,41	15,04	132,81	20,35	112,46	3,9	25,44
	IBalS5	78,2	14,64	2,03	12,66	160,53	23,5	137,03	13,58	92,8
Con Fert.	IBalS6	63,4	25,1	2,29	14,3	164,19	41,45	122,73	10,11	40,04
	IBalS7	81,97	15,8	2,28	14,25	256,25	40,55	215,7	6,55	41,37
	IBalS8	83,37	11,5	2,45	15,33	184,9	23,23	161,68	9,44	82,24
	IBalS9	56,37	28,1	2,46	15,4	103,86	33,17	70,69	8,81	36,29
	IBalS10	51,5	37,9	2,53	15,82	124,34	47,07	77,26	12,43	32,84
	IBalS11	63,45	26,19	2,15	13,44	103,68	27,96	75,72	16,41	62,63
	IBalS12	56,95	30,82	2	12,67	128,34	40,43	87,91	19,37	61,49
	IChS1	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	133,83
	IChS2	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	66,03
	IChS3	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	3,05
	IChS4	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	76,78
IChS5	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	86,58	

Sd. No se pudo calcular debido a que no se conoció el consumo de materia seca total.

Tabla AIII. 14. Contenido de fósforo en el alimento total ofrecido e Indicadores Fósforo asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas semiintensivos de producción de carne bovina en la provincia de Buenos Aires.

		Autosuf %	FNla-P %	Conc. P %	RC-P %	RCe-P %	RCi-P %	EUNaT-R %	EUNaEx-R %	
Sin Fert.	IBalS1	56,62	53,45	0,3	243,97	130,41	113,56	14,44	27,01	
	IBalS4	78,9	25,45	0,27	125,79	32,01	93,78	8,98	35,3	
	IBalS5	78,2	24,66	0,26	155,57	39,46	117,2	27,89	113,11	
	IBalS7	81,97	26,01	0,28	257,62	67,01	190,61	14,17	54,48	
	IBalS8	83,37	21,29	0,27	169	38,96	130	38,26	107,99	
	IBalS11	63,45	41,3	0,27	98,52	41,78	56,75	34,33	83,11	
	IBalS12	56,95	47,44	0,27	138,45	67	71,5	38,11	78,81	
Con Fert.	IBalS2	51,28	59,17	0,31	221	130,86	90,18	19,74	33,34	
	IBalS3	64,34	51,09	0,33	261,3	85,87	127,8	15,1	29,55	
	IBalS6	63,4	42,49	0,28	170,88	72,5	98,37	22,1	52,08	
	IBalS9	56,37	44,83	0,34	120,54	54,04	66,5	26,02	49,3	
	IBalS10	51,5	52,8	0,34	143,9	76,13	67,8	23,32	44,1	
	IChS1	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	155,03
	IChS2	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	83,53
	IChS3	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	4,01
	IChS4	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	95,1
	IChS5	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	<i>Sd</i>	100,3

Sd. No se pudo calcular debido a que no se conoció el consumo de materia seca total.

Tabla AIII.15. Correlación de Spearman: coeficientes de correlación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances de Nitrógeno prediales y Parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción, para un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

	Autosuf %	FNla-N%	EUNaEx-R%	RC-N %	RCe-N %	RCi-N %	Conc.N%	EUNaT-R%
Autosuf %	1	0,01	0,11	0,32	0,06	0,03	0,68	0,26
FNla-N%	-0,80	1	0,02	0,78	0,06	0,28	0,73	0,66
EUNaEx-R%	0,48	-0,71	1	0,25	0,02	1,00	0,26	0,08
RC-N %	0,30	0,08	-0,35	1	0,11	0,00	0,78	0,07
RCe-N %	-0,56	0,84	-0,69	0,48	1	0,68	0,96	0,80
RCi-N %	0,66	-0,33	0,000	0,88	0,13	1	0,69	0,09
Conc.N%	-0,13	0,11	-0,34	-0,08	0,01	-0,12	1	0,18
EUNaT-R%	-0,34	0,13	0,531	-0,55	-0,08	-0,51	-0,41	1
leUN %	0,39	-0,21	-0,07	0,22	0,04	0,34	-0,01	0,14
EUNexS%	-0,39	0,21	0,07	-0,22	-0,04	-0,34	0,01	-0,14
EUNexS-Pr%	-0,32	0,31	0,20	0,02	0,22	-0,10	-0,22	0,00
CNu-I/E	0,39	-0,21	-0,07	0,22	0,04	0,34	-0,01	0,14
Eco-Ef	-0,34	0,34	0,10	0,00	0,20	-0,14	-0,15	-0,07
Bal-Prod-Pr	0,34	-0,34	-0,10	0,00	-0,20	0,14	0,15	0,07
Bal-Nu-Eg	0,39	-0,21	-0,07	0,22	0,04	0,34	-0,01	0,14
Bal-Nu-Pr	0,34	-0,34	-0,10	0,00	-0,20	0,14	0,15	0,07
Bal/kgPV	0,36	-0,24	-0,02	0,21	-0,04	0,30	-0,33	0,29
FBN	0,49	-0,46	-0,12	-0,21	-0,53	-0,01	0,12	-0,05
Alim	-0,63	0,76	-0,74	0,28	0,81	-0,08	0,27	-0,29
Fert	0,29	-0,40	0,30	-0,08	-0,22	0,08	-0,06	0,14
Ing.tN	0,15	-0,22	-0,26	-0,12	-0,13	-0,03	0,24	-0,10
Egr.tN	-0,27	0,06	-0,23	-0,40	-0,17	-0,39	0,22	-0,04
BalN	0,19	-0,21	-0,23	0,05	-0,01	0,13	0,11	-0,04
PC kg/ha	-0,36	0,21	-0,45	-0,18	0,26	-0,23	0,15	-0,18
CA kg/ha	-0,24	0,01	-0,34	-0,39	-0,05	-0,30	0,27	-0,05

Tabla AIII.16. Correlación de Spearman: coeficientes de correlación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances de Fósforo prediales y Parámetros de producción de carne descriptivos de las 17 UdAs con sistemas semiintensivos de producción, para un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

	EUNaEx-R%	RC-P %	RCe-P %	RCi-P %	Conc.P%	EUNaT-R%	Autosuf %	FNla-P%
EUNaEx-R%	1	0,18	0,02	0,87	0,01	0,02	0,11	0,01
RC-P %	-0,41	1	0,04	0,01	0,41	0,11	0,68	0,35
RCe-P %	-0,68	0,63	1	0,98	0,01	0,24	0,03	3,00E-03
RCi-P %	0,05	0,78	0,01	1	0,49	0,33	0,03	0,24
Conc.P%	-0,69	0,26	0,69	-0,22	1	0,3	0,02	0,01
EUNaT-R%	0,72	-0,48	-0,36	-0,29	-0,33	1	0,96	0,39
Autosuf %	0,48	0,13	-0,66	0,67	-0,64	-0,01	1	4,30E-03
FNla-P%	-0,75	0,28	0,90	-0,36	0,72	-0,26	-0,86	1
leUN %	-0,45	0,56	0,68	0,33	0,74	-0,2	-0,35	0,53
EUNexS%	0,59	-0,45	-0,76	0,08	-0,84	0,5	0,55	-0,72
EUNexS-Pr%	0,58	-0,26	-0,69	0,25	-0,84	0,31	0,71	-0,76
CNu-I/E	-0,59	0,45	0,77	-0,09	0,84	-0,51	-0,55	0,72
Eco-Ef	0,46	-0,52	-0,65	-0,27	-0,8	0,18	0,38	-0,54
Bal-Prod-Pr	-0,59	0,41	0,74	-0,12	0,88	-0,48	-0,57	0,73
Bal-Nu-Eg	-0,59	0,45	0,77	-0,09	0,84	-0,51	-0,55	0,72
Bal-Nu-Pr	-0,59	0,41	0,74	-0,12	0,88	-0,48	-0,57	0,73
Bal/kgPV	-0,35	0,49	0,73	0,22	0,71	-0,1	-0,5	0,64
BalP	-0,62	0,36	0,69	-0,14	0,89	-0,46	-0,56	0,69
PC kg/ha	-0,43	-0,11	0,24	-0,28	0,46	-0,15	-0,36	0,34
CA kg/ha	-0,3	-0,36	-0,07	-0,34	0,26	0,24	-0,24	0,13
Ing.tP	-0,65	0,22	0,66	-0,27	0,84	-0,34	-0,66	0,74
Alim	-0,73	0,36	0,78	-0,16	0,90	-0,31	-0,66	0,80
Fert	-0,3	0,12	0,48	-0,28	0,77	-0,1	-0,57	0,5
Anim	-0,23	-0,52	-0,17	-0,49	0,16	0,13	-0,33	0,17
Egr.tP	-0,36	-0,45	-0,15	-0,4	0,19	0,26	-0,25	0,13

Tabla AIII.17. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances corral de Nitrógeno, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

	Lluvia	Alim	Anim	Ing.t N	Egr.t N	Bal N/ha	EgrkgPV	PC (kg/ha/d)	CA (tn/ha)	D (m ² /kgPV)	PV medio	ADPV	IC
Lluvia	1	0,01	0,47	0,09	0,49	0,01	0,43	0,11	0,02	0,02	0,08	0,41	0,04
Alim	-0,46	1	0,01	2,70E-06	1,10E-03	6,70E-09	1,00E-03	5,00E-10	0	0	0,13	0,06	0,02
Anim	-0,13	0,47	1	7,30E-07	1,30E-08	0,01	1,10E-08	1,40E-04	0,03	0,03	0,85	0,81	0,74
Ing.t N	-0,29	0,8	0,85	1	1,50E-07	3,70E-06	1,20E-07	1,20E-09	4,30E-06	4,10E-06	0,56	0,34	0,22
Egr.t N	-0,12	0,56	0,97	0,9	1	1,80E-03	8,60E-09	5,60E-06	0,01	0,01	0,76	0,82	0,91
Bal N/ha	-0,46	0,99	0,45	0,79	0,54	1	1,70E-03	7,20E-09	1,20E-12	0	0,06	0,05	0,01
EgrkgPV	-0,14	0,56	0,98	0,91	0,99	0,54	1	4,40E-06	0,01	0,01	0,8	0,82	0,79
PC (kg/ha/d)	-0,27	0,83	0,6	0,82	0,69	0,80	0,69	1	5,40E-06	4,20E-06	0,29	0,4	0,59
CA (tn/ha)	-0,39	0,89	0,37	0,69	0,44	0,89	0,46	0,69	1	0	0,02	0,03	0,01
D (m ² /kgPV)	0,39	-0,89	-0,36	-0,69	-0,43	-0,89	-0,45	-0,69	-1	1	0,02	0,02	0,01
PV medio	-0,3	0,26	-0,03	0,1	-0,05	0,32	-0,04	-0,18	0,4	-0,4	1	0,91	0
ADPV	0,15	-0,35	-0,04	-0,18	-0,04	-0,36	-0,04	-0,16	-0,4	0,41	0,02	1	0,25
IC	-0,34	0,39	0,06	0,21	0,02	0,45	0,05	-0,1	0,44	-0,44	0,89	-0,21	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII.18. Correlación de Spearman: coeficientes y probabilidades entre los Balances corral de Fósforo, sus componentes y parámetros de producción de carne descriptivos de las 35 UdAs con sistema intensivo de producción de carne.

	Alim	Anim	Ing.t P	Egr.t P	Bal P/ha	EgrkgPV	PC (kg/ha/d)	CA (tn/ha)	D (m ² /kgPV)	PV medio	ADPV	IC
Alim	1	2,90E-03	2,80E-07	2,60E-04	0	2,60E-04	1,20E-10	1,20E-12	0	0,23	0,04	0,04
Anim	0,49	1	0	0	4,40E-03	0	1,40E-04	0,03	0,03	0,85	0,57	0,74
Ing.t P	0,75	0,9	1	3,60E-08	2,00E-05	3,60E-08	3,60E-08	6,80E-05	6,90E-05	0,82	0,28	0,39
Egr.t P	0,58	0,98	0,94	1	1,30E-03	5,50E-09	4,40E-06	0,01	0,01	0,8	0,58	0,79
Bal P/ha	0,98	0,47	0,73	0,55	1	1,30E-03	4,50E-08	0	0	0,04	0,06	3,30E-03
EgrkgPV	0,58	0,98	0,94	1	0,55	1	4,40E-06	0,01	0,01	0,8	0,58	0,79
PC (kg/ha/d)	0,85	0,6	0,78	0,69	0,78	0,69	1	5,40E-06	4,20E-06	0,29	0,3	0,59
CA (tn/ha)	0,89	0,37	0,62	0,46	0,89	0,46	0,69	1	0	0,02	0,02	0,01
D (m ² /kgPV)	-0,89	-0,36	-0,62	-0,45	-0,9	-0,45	-0,69	-1	1	0,02	0,02	0,01
PV medio	0,21	-0,03	0,04	-0,04	0,34	-0,04	-0,18	0,4	-0,4	1	0,82	0
ADPV	-0,36	-0,1	-0,2	-0,1	-0,34	-0,1	-0,19	-0,41	0,42	0,04	1	0,38
IC	0,34	0,06	0,15	0,05	0,48	0,05	-0,1	0,44	-0,44	0,89	-0,16	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII.19. Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Nitrógeno para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina de las localidades de Balcarce, Las Armas y Carmen de Areco en la provincia de Buenos Aires.

Zona	UdA	Categ.	Bal. corral	leUN	EUNTS	EUNTS-Pr	CNu-I/E	Eco-Ef	Bal-Prod-Pr	Bal-Prod-Eg	Bal-Nu-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal/kgPV	Bal/cab
			kgN/ha/día	%	%	%	kgN/kgN	kgPV/kgN	gN/kgPV-Pr	gN/kgPV-Eg	kgN/kgN-Pr	kgN/kgN-Eg	gN/kgPV/d	gN/cab/d
Balcarce	IBall1	Vaquill.	61,19	50,37	53,77	12,08	2,01	8,2	121,95	27,4	4,52	1,01	0,53	122,37
	IBall2	Vaquill.	59,18	49,47	49,63	11,15	1,98	8,98	111,31	26,44	4,12	0,98	0,52	118,35
	IBall3	Novillos	24,75	44,16	55,84	5,02	1,79	4,21	237,31	21,35	8,79	0,79	0,2	70,71
	IBall4	Novillos	49,39	29,23	70,77	4,38	1,41	5,54	180,37	11,15	6,68	0,41	0,41	148,16
	IBall5	Vaquill.	59,79	68,94	31,06	10,36	3,22	5,56	179,76	59,94	6,66	2,22	0,5	119,57
	IBall6	Novillitos	68,6	71,19	28,81	11,33	3,47	5,9	169,62	66,72	6,28	2,47	0,63	139,19
	IBall7	Novillitos	61,02	58,81	41,19	10,73	2,43	6,76	147,99	38,55	5,48	1,43	0,58	122,05
	IBall8	Novillitos	58,75	59,15	40,85	9,52	2,45	5,96	167,84	39,1	6,22	1,45	0,57	117,49
Las Armas	IARl	Terneros	29,37	43,11	50,53	12	1,76	10,71	93,39	20,46	3,46	0,76	0,37	58,75
Carmen de Areco	ICAI1	Terneros	17,3	72,48	27,52	12,23	3,63	6,25	159,98	71,1	5,93	2,63	0,82	172,95
	ICAI2	varias	13,03	64,53	35,47	18,25	2,82	10,47	95,5	49,13	3,54	1,82	0,19	39,11
	ICAI3	varias	16,65	67,5	32,5	12,59	3,08	6,91	144,73	56,09	5,36	2,08	0,19	65,79
	ICAI4	varias	6,33	54,32	45,68	19,88	2,19	13,55	73,78	32,11	2,73	1,19	0,11	27,14

Tabla AIII.20. Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Nitrógeno para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina de la localidad de Trenque Lauquen en la provincia de Buenos Aires.

Zona	UdA	Categ.	Bal. corral	leUN	EUNTS	EUNTS-Pr	CNu-I/E	Eco-Ef	Bal-Prod-Pr	Bal-Prod-Eg	Bal-Nu-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal/kgPV	Bal/cab
			kgN/ha/día	%	%	%	kgN/kgN	kgPV/kgN	gN/kgPV-Pr	gN/kgPV-Eg	kgN/kgN-Pr	kgN/kgN-Eg	gN/kgPV/d	gN/cab/d
Trenque Lauquen	ITLI1	Terneros	5,21	58,99	41,01	23,53	2,44	14,77	67,69	38,83	2,51	1,44	0,43	64,31
	ITLI2	Terneros	12,39	22,14	77,86	8,84	1,28	14,79	67,63	7,68	2,5	0,28	0,43	64,25
	ITLI3	Terneros	12,76	18,98	81,02	6,52	1,23	12,72	78,63	6,33	2,91	0,23	0,44	74,7
	ITLI4	Terneros	7	47,14	52,86	12,99	1,89	10,21	97,95	24,08	3,63	0,89	0,47	93,05
	ITLI5	Terneros	7,19	17,19	82,81	12,15	1,21	26,18	38,2	5,6	1,41	0,21	0,4	36,29
	ITLI6	Terneros	3,96	21,81	78,19	12	1,28	20,38	49,07	7,53	1,82	0,28	0,39	46,62
	ITLI7	Terneros	8,35	19,86	80,14	9,89	1,25	18,44	54,22	6,69	2,01	0,25	0,4	51,51
	ITLI8	Terneros	5,46	52,16	47,84	25,65	2,09	18,21	54,91	29,44	2,03	1,09	0,4	52,16
	ITLI9	Novillos	5,47	25,09	74,91	4,73	1,33	6,98	143,34	9,04	5,31	0,33	0,49	172
	ITLI10	Vaquill.	14,89	21,14	78,86	4,24	1,27	7,43	134,61	7,24	4,99	0,27	0,35	100,95
	ITLI11	Vaquill.	20,35	44,29	55,71	8,9	1,8	7,44	134,34	21,47	4,98	0,8	0,35	100,76
	ITLI12	Novillos	6,52	52,19	47,81	8,24	2,09	5,85	171,02	29,47	6,33	1,09	0,49	205,22
	ITLI13	Vaquill.	28,99	41,71	58,29	7,46	1,72	6,62	151,04	19,32	5,59	0,72	0,5	143,49
	ITLI14	Vaquill.	10,01	52,78	47,22	8,81	2,12	6,18	161,7	30,18	5,99	1,12	0,51	153,62
	ITLI15	Terneros	12,23	31,93	68,07	10,85	1,47	12,59	79,42	12,66	2,94	0,47	0,44	75,45
	ITLI16	Terneros	12,43	32,12	67,88	10,76	1,47	12,41	80,56	12,77	2,98	0,47	0,45	76,53
	ITLI17	Terneros	10,65	8,32	91,68	3,42	1,09	15,21	65,73	2,45	2,43	0,09	0,42	62,44
	ITLI18	Vaquill.	19,43	40,41	59,59	6,76	1,68	6,2	161,31	18,31	5,97	0,68	0,51	153,24
	ITLI19	Terneros	15,7	17,4	82,6	7,01	1,21	14,93	66,98	5,69	2,48	0,21	0,42	63,63
	ITLI20	Novillitos	22,81	37,43	62,57	6,66	1,6	6,59	151,66	16,15	5,62	0,6	0,47	113,75
	ITLI21	Terneros	26,5	48,63	51,37	12,8	1,95	9,75	102,6	25,56	3,8	0,95	0,44	87,21
	ITLI22	Terneros	23,52	47,55	52,45	16,53	1,91	12,87	77,68	24,48	2,88	0,91	0,46	73,8

Tabla AIII.21. Correlación de Spearman: coeficientes de correlación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances Corral de Nitrógeno y Parámetros de producción de carne descriptivos de las 35 UdAs con sistemas intensivos de producción.

	Conc.N%	RC-N%	EUNaT-R%	Alim	Anim	Ing.t N	Egr.t N	Bal N/ha	Prod.Carne	PV medio	IC	D m ² /kg	CA kg/m ²
Conc. N%	1	0,59	0,57	0,11	0,98	0,25	0,45	1,40E-01	3,00E-03	3,00E-02	4,50E-03	0,6	0,65
RC-N%	0,1	1	3,70E-07	0,01	0,3	2,80E-01	5,20E-01	2,60E-03	6,60E-01	4,00E-08	2,90E-08	0,01	0,01
EUNaT-R%	0,10	-0,91	1	2,30E-03	0,87	8,00E-02	7,30E-01	6,20E-04	6,50E-01	1,50E-10	0	1,10E-03	1,30E-03
Alim	0,27	0,48	-0,52	1	0,01	2,70E-06	1,10E-03	6,70E-09	5,00E-10	0,13	0,02	0,00E+00	0,00E+00
Anim	-3,60E-03	-0,19	-0,03	0,47	1	7,30E-07	1,30E-08	1,00E-02	1,40E-04	0,85	0,74	0,03	0,03
Ing.t N	0,2	0,19	-0,3	0,8	0,85	1	1,50E-07	3,70E-06	1,20E-09	0,56	0,22	4,10E-06	4,30E-06
Egr.t N	0,13	-0,11	-0,06	0,56	0,97	0,9	1	1,80E-03	5,60E-06	0,76	0,91	1,00E-02	1,00E-02
Bal N/ha	0,25	0,54	-0,59	0,99	0,45	0,79	0,54	1	7,20E-09	0,06	0,01	0	1,20E-12
Prod. Carne	0,49	0,08	-0,08	0,83	0,6	0,82	0,69	0,8	1	0,29	0,59	4,20E-06	5,40E-06
PV medio	-0,37	0,8	-0,85	0,26	-0,03	0,1	-0,05	0,32	-0,18	1	0	0,02	0,02
IC	-0,47	0,8	-0,89	0,39	0,06	0,21	0,02	0,45	-0,1	0,89	1	0,01	0,01
D m²/kg	-0,09	-0,45	0,53	-0,89	-0,36	-0,69	-0,43	-0,89	-0,69	-0,4	-0,44	1	0
CA kg/m²	0,08	0,44	-0,52	0,89	0,37	0,69	0,44	0,89	0,69	0,4	0,44	-1	1
leUN %	0,3	0,67	-0,47	0,29	-0,62	-0,19	-0,51	0,31	0,02	0,33	0,29	-0,34	0,33
EUNTS%	-0,32	-0,64	0,46	-0,29	0,62	0,19	0,51	-0,31	-0,03	-0,3	-0,28	0,33	-0,32
EUNTS-Pr%	0,36	-0,2	0,38	-0,11	-0,67	-0,5	-0,59	-0,15	-0,02	-0,4	-0,46	0,08	-0,08
CNu-I/E	0,31	0,66	-0,46	0,29	-0,62	-0,19	-0,51	0,31	0,02	0,32	0,29	-0,34	0,33
Eco-Ef	0,11	-0,91	1	-0,51	-0,01	-0,28	-0,04	-0,57	-0,06	-0,85	-0,89	0,52	-0,51
Bal-Prod-Pr	-0,11	0,91	-1	0,51	0,01	0,28	0,04	0,57	0,06	0,85	0,89	-0,52	0,51
Bal-Nu-Eg	0,31	0,66	-0,46	0,29	-0,62	-0,19	-0,51	0,31	0,02	0,32	0,29	-0,34	0,33
Bal-Nu-Pr	-0,11	0,91	-1	0,51	0,01	0,28	0,04	0,57	0,06	0,85	0,89	-0,52	0,51
Bal/kgPV	0,53	0,63	-0,45	0,38	0,09	0,29	0,17	0,41	0,32	0,18	0,17	-0,07	0,06
Bal/cab	0,02	0,85	-0,8	0,35	0,08	0,25	0,11	0,41	0,05	0,69	0,69	-0,16	0,16

Tabla AIII.21 cont. Correlación de Spearman: coeficientes de correlación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances Corral de Nitrógeno y Parámetros de producción de carne descriptivos de las 35 UdAs con sistemas intensivos de producción.

	leUN%	EUNTS%	EUNTS-Pr%	CNu-I/E	Eco-Ef	Bal-Prod-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal-Nu-Pr	Bal/kgPV	Bal/cab
Conc. N%	8,00E-02	6,00E-02	0,04	7,00E-02	5,30E-01	5,30E-01	7,00E-02	5,30E-01	1,00E-03	9,00E-01
RC-N%	2,10E-04	3,70E-04	0,27	4,00E-05	4,30E-07	4,30E-07	4,00E-05	4,30E-07	1,00E-04	2,50E-06
EUNaT-R%	1,00E-02	1,00E-02	2,00E-02	1,00E-02	5,90E-09	5,90E-09	1,00E-02	5,90E-09	0,01	3,50E-06
Alim	0,09	0,09	5,20E-01	0,09	3,10E-03	3,10E-03	0,09	3,10E-03	0,02	0,04
Anim	3,20E-04	2,90E-04	1,20E-05	6,70E-05	0,97	0,97	6,70E-05	9,70E-01	0,6	0,63
Ing.t N	0,27	0,26	2,40E-03	0,27	1,00E-01	1,00E-01	0,27	0,1	9,00E-02	0,15
Egr.t N	3,20E-03	3,00E-03	2,00E-04	1,70E-03	0,82	0,82	1,70E-03	0,82	0,32	0,53
Bal N/ha	0,07	0,07	0,4	0,07	8,40E-04	8,40E-04	0,07	8,40E-04	1,00E-02	2,00E-02
Prod. Carne	0,9	0,88	0,93	0,91	0,74	0,74	0,91	0,74	0,06	7,50E-01
PV medio	0,06	0,08	0,02	0,06	1,20E-10	1,20E-10	0,06	1,20E-10	3,10E-01	5,40E-06
IC	0,09	0,11	0,01	0,09	0,00E+00	0,00E+00	0,09	0	3,30E-01	4,70E-06
D m²/kg	0,04	5,00E-02	6,30E-01	0,05	1,50E-03	1,50E-03	5,00E-02	1,50E-03	6,90E-01	0,35
CA kg/m²	0,05	0,06	6,30E-01	0,05	1,60E-03	1,60E-03	5,00E-02	1,60E-03	0,72	0,36
leUN %	1	7,60E-09	7,40E-04	0,00E+00	4,70E-03	4,70E-03	0,00E+00	4,70E-03	0,05	0,08
EUNTS%	-0,99	1	6,40E-04	0	1,00E-02	1,00E-02	0	0,01	7,00E-02	0,11
EUNTS-Pr%	0,54	-0,55	1	6,00E-04	0,03	3,00E-02	6,00E-04	3,00E-02	5,80E-01	2,00E-02
CNu-I/E	1	-0,99	0,55	1	3,60E-03	3,60E-03	0,00E+00	3,60E-03	5,00E-02	9,00E-02
Eco-Ef	-0,48	0,47	0,37	-0,48	1	5,50E-09	3,60E-03	5,50E-09	1,00E-02	3,50E-06
Bal-Prod-Pr	0,48	-0,47	-0,37	0,48	-1	1	3,60E-03	5,50E-09	1,00E-02	3,50E-06
Bal-Nu-Eg	1	-0,99	0,55	1	-0,48	0,48	1	3,60E-03	0,05	9,00E-02
Bal-Nu-Pr	0,48	-0,47	-0,37	0,48	-1	1	0,48	1	0,01	3,50E-06
Bal/kgPV	0,33	-0,31	-0,1	0,33	-0,45	0,45	0,33	0,45	1	9,00E-08
Bal/cab	0,3	-0,27	-0,39	0,29	-0,8	0,8	0,29	0,8	0,76	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII.22. Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Fósforo para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina de las localidades de Balcarce, Las Armas y Carmen de Areco en la provincia de Buenos Aires.

Zona	UdA	Categ.	Bal. corral	leUN	EUNTS	EUNTS-Pr	CNu-I/E	Eco-Ef	Bal-Prod-Pr	Bal-Prod-Eg	Bal-Nu-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal/kgPV	Bal/cab
			kgP/ha/día	%	%	%	kgP/kgP	kgPV/kgP	gP/kgPV-Pr	gP/kgPV-Eg	kgP/kgP-Pr	kgP/kgP-Eg	gP/kgPV/d	gP/cab/d
Balcarce	IBall1	Vaquill.	6,4	28,77	71,23	16,01	1,4	78,34	12,76	2,87	1,8	0,4	0,06	12,81
	IBall2	Vaquill.	6,03	27,51	72,49	17,21	1,38	88,13	11,35	2,69	1,6	0,38	0,05	12,06
	IBall3	Novillos	5,1	38,27	61,73	5,55	1,62	20,44	48,91	4,4	6,89	0,62	0,04	14,57
	IBall4	Novillos	9,89	23,92	76,08	4,70	1,31	27,69	36,11	2,23	5,09	0,31	0,08	29,66
	IBall5	Vaquill.	9,54	57,39	42,61	14,21	2,35	34,86	28,68	9,56	4,04	1,35	0,08	19,08
	IBall6	Novillitos	9,04	55,33	44,67	17,57	2,24	44,73	22,36	8,79	3,15	1,24	0,08	18,34
	IBall7	Novillitos	5,69	33,62	66,38	17,29	1,51	72,43	13,81	3,6	1,94	0,51	0,05	11,39
	IBall8	Novillitos	5,58	34,35	65,65	15,29	1,52	62,7	15,95	3,72	2,25	0,52	0,05	11,17
Las Armas	IAR1	Terneros	10,36	50,4	49,6	10,87	2,02	30,37	32,93	7,22	4,64	1,02	0,13	20,71
Carmen de Areco	ICAI1	Terneros	2,58	57,84	42,16	21,69	2,37	52,81	18,94	9,74	2,67	1,37	0,04	7,76
	ICAI2	varias	2,73	56,44	43,56	16,88	2,3	42,13	23,73	9,2	3,34	1,3	0,03	10,79
	ICAI3	varias	1	41,59	58,41	25,42	1,71	86,07	11,62	5,06	1,64	0,71	0,02	4,27
	ICAI4	varias	2,38	57,96	42,04	18,68	2,38	45,4	22,03	9,79	3,1	1,38	0,11	23,81

Tabla AIII.23. Indicadores de Manejo y Uso de Nutrientes para Fósforo para las Unidades de Análisis con sistema intensivo de producción de carne bovina de la localidad de Trenque Lauquen en la provincia de Buenos Aires.

Zona	UdA	Categ.	Bal. corral	leUN	EUNTS	EUNTS-Pr	CNu-I/E	Eco-Ef	Bal-Prod-Pr	Bal-Prod-Eg	Bal-Nu-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal/kgPV	Bal/cab
			kgP/ha/día	%	%	%	kgP/kgP	kgPV/kgP	gP/kgPV-Pr	gP/kgPV-Eg	kgP/kgP-Pr	kgP/kgP-Eg	gP/kgPV/d	gP/cab/d
Trenque Lauquen	ITLI1	Terneros	0,92	49,08	50,92	29,21	1,96	83,82	11,93	6,84	1,68	0,96	0,08	11,33
	ITLI2	Terneros	2,2	16,12	83,88	9,52	1,19	83,18	12,02	1,36	1,69	0,19	0,08	11,42
	ITLI3	Terneros	2,34	14,03	85,97	6,92	1,16	69,45	14,4	1,16	2,03	0,16	0,08	13,68
	ITLI4	Terneros	1,3	38,67	61,33	15,08	1,63	54,91	18,21	4,48	2,57	0,63	0,09	17,3
	ITLI5	Terneros	1,18	11,48	88,52	12,99	1,13	159,31	6,28	0,92	0,88	0,13	0,07	5,96
	ITLI6	Terneros	0,67	15,15	84,85	13,02	1,18	121,07	8,26	1,27	1,16	0,18	0,07	7,85
	ITLI7	Terneros	1,44	13,96	86,04	10,62	1,16	107,16	9,33	1,15	1,31	0,16	0,07	8,87
	ITLI8	Terneros	0,94	41,71	58,29	31,25	1,72	105,51	9,48	5,08	1,33	0,72	0,07	9
	ITLI9	Novillos	1,11	20,52	79,48	5,01	1,26	34,42	29,05	1,83	4,09	0,26	0,1	34,86
	ITLI10	Vaquill.	2,46	14,42	85,58	4,6	1,17	44,96	22,24	1,2	3,13	0,17	0,06	16,68
	ITLI11	Vaquill.	3,37	33,34	66,66	10,65	1,5	45	22,22	3,55	3,13	0,5	0,06	16,67
	ITLI12	Novillos	1,34	45,97	54,03	9,31	1,85	28,53	35,05	6,04	4,94	0,85	0,1	42,06
	ITLI13	Vaquill.	5,56	34,29	65,71	8,41	1,52	34,52	28,97	3,71	4,08	0,52	0,1	27,52
	ITLI14	Vaquill.	1,92	44,95	55,05	10,27	1,82	32,19	31,06	5,8	4,37	0,82	0,1	29,51
	ITLI15	Terneros	2,22	24,48	75,52	12,04	1,32	69,27	14,44	2,3	2,03	0,32	0,08	13,71
	ITLI16	Terneros	2,26	24,67	75,33	11,94	1,33	68,19	14,66	2,33	2,07	0,33	0,08	13,93
	ITLI17	Terneros	2,13	6,45	93,55	3,49	1,07	76,17	13,13	0,49	1,85	0,07	0,08	12,47
	ITLI18	Vaquill.	3,73	33,14	66,86	7,59	1,5	32,25	31,01	3,52	4,37	0,5	0,1	29,46
	ITLI19	Terneros	2,8	12,49	87,51	7,43	1,14	83,78	11,94	1,01	1,68	0,14	0,08	11,34
	ITLI20	Novillitos	3,86	27,81	72,19	7,69	1,39	38,94	25,68	2,74	3,62	0,39	0,08	19,26
	ITLI21	Terneros	4,51	38,02	61,98	15,45	1,61	57,24	17,47	4,36	2,46	0,61	0,07	14,85
	ITLI22	Terneros	3,98	36,85	63,15	19,9	1,58	76,05	13,15	4,14	1,85	0,58	0,08	12,49

Tabla AIII.24. Correlación de Spearman: coeficientes de correlación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances Corral de Fósforo y Parámetros de producción de carne descriptivos de las 35 UdAs con sistemas intensivos de producción.

	Conc.P%	RC-P %	EUNaT-R %	Alim	Anim	Ing.t P	Egr.t P	Bal P/ha	Prod.Carne	PVmedio	IC	D m ² /kg	CA g/m ²
Conc. P%	1	0,63	0,88	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,07	0,09	1,0E-02	1,40E-03	1,20E-03
RC-P%	0,09	1	9,0E-08	0,24	0,25	0,75	0,23	0,06	2,00E-01	4,00E-09	3,90E-09	0,17	1,70E-01
EUNaT-R%	0,03	-0,96	1	0,07	0,92	0,58	0,85	0,01	3,80E-01	3,30E-08	1,20E-11	0,07	0,07
Alim	-0,35	0,21	-0,31	1	2,9E-03	2,8E-07	2,60E-04	0	1,20E-10	0,23	0,04	0,00E+00	1,20E-12
Anim	-0,4	-0,21	0,02	0,49	1	0	0	4,40E-03	1,40E-04	0,85	0,74	0,03	3,00E-02
Ing.t P	-0,43	-0,06	-0,1	0,75	0,9	1	3,60E-08	2,00E-05	3,60E-08	0,82	3,90E-01	6,90E-05	6,80E-05
Egr.t P	-0,44	-0,21	0,03	0,58	0,98	0,94	1	1,30E-03	4,40E-06	0,8	0,79	0,01	1,00E-02
Bal P/ha	-0,39	0,34	-0,43	0,98	0,47	0,73	0,55	1	4,50E-08	4,00E-02	3,30E-03	0	0
Prod.Carne	-0,31	-0,23	0,15	0,85	0,6	0,78	0,69	0,78	1	0,29	0,59	4,20E-06	5,40E-06
PV medio	-0,29	0,83	-0,78	0,21	-0,03	0,04	-0,04	0,34	-0,18	1	0	0,02	0,02
IC	-0,41	0,83	-0,87	0,34	0,06	0,15	0,05	0,48	-0,1	0,89	1	0,01	0,01
D m ² /kg	0,52	-0,25	0,31	-0,89	-0,36	-0,62	-0,45	-0,9	-0,69	-0,4	-0,44	1	0
CA kg/m ²	-0,53	0,25	-0,31	0,89	0,37	0,62	0,46	0,89	0,69	0,4	0,44	-1	1
IeUN %	0,14	0,52	-0,4	0,15	-0,7	-0,43	-0,64	0,2	-0,15	0,31	0,33	-0,24	0,23
EUNTS%	-0,14	-0,52	0,4	-1,50E-01	0,7	0,43	0,64	-0,2	0,15	-0,31	-0,33	0,24	-0,23
EUNTS-Pr%	0,07	-0,33	0,43	3,40E-03	-0,63	-0,44	-0,54	-0,05	0,11	-0,28	-0,35	-0,08	0,07
CNu-I/E	0,15	0,52	-0,4	0,15	-0,71	-0,43	-0,64	0,19	-0,15	0,31	0,33	-0,24	0,23
Eco-Ef	0,03	-0,96	1	-0,32	0,02	-0,1	0,03	-0,43	0,15	-0,78	-0,87	0,32	-0,31
Bal-Prod-Pr	-0,03	0,96	-1	0,32	-0,02	0,1	-0,03	0,43	-0,15	0,78	0,87	-0,32	0,31
Bal-Nu-Eg	0,15	0,52	-0,4	0,15	-0,71	-0,43	-0,64	0,19	-0,15	0,31	0,33	-0,24	0,23
Bal-Nu-Pr	-0,03	0,96	-1	0,31	-0,02	0,1	-0,03	0,43	-0,15	0,78	0,87	-0,32	0,31
Bal/kgPV	0,6	0,49	-0,4	-0,1	-0,02	-0,06	-0,07	-0,06	-0,18	0,01	0,07	0,42	-0,43
Bal/cab	0,11	0,92	-0,83	0,21	0,1	0,14	0,06	0,33	-0,1	0,62	0,68	-0,05	0,05

Tabla AIII.24 cont. Correlación de Spearman: coeficientes de correlación entre los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y asociados a la Alimentación, componentes de los Balances Corral de Fósforo y Parámetros de producción de carne descriptivos de las 35 UdAs con sistemas intensivos de producción.

	leUN%	EUNTS%	EUNTS-Pr%	CNu-I/E	Eco-Ef	Bal-Prod-Pr	Bal-Nu-Eg	Bal-Nu-Pr	Bal/kgPV	Bal/cab
Conc. P%	0,43	0,43	0,68	0,41	0,87	0,87	0,41	0,86	1,50E-04	0,54
RC-P%	3,70E-03	3,70E-03	7,00E-02	2,10E-03	8,60E-08	8,60E-08	2,10E-03	0	4,50E-03	3,50E-07
EUNaT-R%	0,02	0,02	0,01	0,02	5,90E-09	5,90E-09	2,00E-02	0	0,02	1,30E-06
Alim	0,39	0,39	0,98	0,39	0,07	0,07	0,39	0,07	0,59	0,22
Anim	2,30E-06	2,30E-06	4,50E-05	2,20E-06	9,10E-01	0,91	2,20E-06	0,91	0,91	0,57
Ing.t P	0,01	0,01	0,01	0,01	0,56	0,56	0,01	0,57	0,75	0,4
Egr.t P	2,10E-04	2,10E-04	1,50E-03	4,10E-05	8,60E-01	0,86	4,10E-05	0,86	0,68	0,74
Bal P/ha	0,25	0,25	0,77	0,26	0,01	0,01	0,26	0,01	0,72	0,06
Prod. Carne	0,39	0,39	0,53	0,38	0,38	3,80E-01	3,80E-01	0,38	0,31	0,55
PV medio	0,07	0,07	0,1	0,07	3,60E-08	3,60E-08	7,00E-02	3,60E-08	0,94	7,50E-05
IC	0,05	0,05	0,04	0,06	1,30E-11	1,30E-11	0,06	1,30E-11	0,68	5,70E-06
D m²/kg	0,17	0,17	0,66	0,17	0,06	0,06	0,17	0,06	0,01	0,76
CA kg/m²	1,80E-01	1,80E-01	0,69	1,80E-01	0,07	0,07	0,18	0,07	0,01	0,77
leUN %	1	5,50E-09	4,30E-04	0,00E+00	0,02	0,02	0	0,02	0,75	0,3
EUNTS%	-1	1	4,30E-04	0,00E+00	2,00E-02	0,02	0	0,02	0,75	0,3
EUNTS-Pr%	0,6	-0,6	1	1,30E-04	0,01	0,01	1,30E-04	0,01	0,05	0,01
CNu-I/E	1	-1	0,6	1	0,02	0,02	0	0,02	0,72	0,3
Eco-Ef	-0,4	0,4	0,42	-0,4	1	5,50E-09	0,02	0	0,02	1,70E-06
Bal-Prod-Pr	0,4	-0,4	-0,42	0,4	-1	1	2,00E-02	0	0,02	1,70E-06
Bal-Nu-Eg	1	-1	0,6	1	-0,4	0,4	1	0,02	0,72	0,3
Bal-Nu-Pr	0,4	-0,4	-0,43	0,4	-1	1	0,4	1	0,02	1,60E-09
Bal/kgPV	0,06	-0,06	-0,33	0,06	-0,4	0,4	0,06	0,4	1	1,50E-06
Bal/cab	0,18	-0,18	-0,48	0,18	-0,82	0,82	0,18	0,82	0,71	1

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII.25. Contenido de nitrógeno en el alimento e Indicadores de Nitrógeno asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina de las localidades de Balcarce, Las Armas y Carmen de Areco en la provincia de Buenos Aires.

Zona	UdA	Categ.	PB	Conc N	RC-N	EUNaT-R
			%	%	%	%
Balcarce	IBall1	Vaquill.	12,54	2,06	119,5	18,13
	IBall2	Vaquill.	12,54	2,06	111,59	19,52
	IBall3	Novillos	8,7	1,39	134,3	10,22
	IBall4	Novillos	9,97	1,59	108,25	13,02
	IBall5	Vaquill.	14,48	2,32	162,52	13,06
	IBall6	Novillitos	15,95	2,59	172	13,73
	IBall7	Novillitos	16	2,66	137,9	15,43
	IBall8	Novillitos	16,61	2,66	139,95	13,86
Las Armas	IAr1	Terneros	13,7	2,19	89,19	22,43
Carmen de Areco	ICA11	Terneros	14,36	2,3	169	14,47
	ICA12	varias	10,04	1,61	<i>sd.</i>	25,02
	ICA13	varias	11,24	1,8	<i>sd.</i>	15,74
	ICA14	varias	13,27	2,12	<i>sd.</i>	26,85

Sd. No se pudo calcular debido a que no se pudo discriminar categoría con su ración.

Tabla AIII.26. Contenido de nitrógeno en el alimento e Indicadores de Nitrógeno asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina de las localidades de la localidad de Trenque Lauquen la provincia de Buenos Aires.

Zona	UdA	Categ.	PB	Conc. N	RC-N	EUNaT-R
			%	%	%	%
Trenque Lauquen	ITLI1	Terneros	12,38	1,98	83,4	28,74
	ITLI2	Terneros	12,38	1,98	83,54	28,7
	ITLI3	Terneros	12,38	1,98	90,37	25,55
	ITLI4	Terneros	12,38	1,98	102,71	21,61
	ITLI5	Terneros	14,03	2,25	63	38,2
	ITLI6	Terneros	12,38	1,98	66	49,07
	ITLI7	Terneros	12,38	1,98	68	33,29
	ITLI8	Terneros	12,38	1,98	80	32,99
	ITLI9	Novillos	11,85	1,89	129,55	15,9
	ITLI10	Vaquill.	8,82	1,41	102,15	16,72
	ITLI11	Vaquill.	8,82	1,41	139,52	16,64
	ITLI12	Novillos	11,85	1,89	151,55	13,64
	ITLI13	Vaquill.	12,38	1,98	128,88	15,17
	ITLI14	Vaquill.	12,38	1,98	133,22	14,33
	ITLI15	Terneros	12,38	1,98	90,7	25,4
	ITLI16	Terneros	12,38	1,98	91,67	25,13
	ITLI17	Terneros	12,38	1,98	82,14	29,18
	ITLI18	Vaquill.	12,38	1,98	133,03	14,35
	ITLI19	Terneros	12,38	1,98	83,43	28,73
	ITLI20	Novillitos	11,63	1,86	122,23	15,12
	ITLI21	Terneros	11,47	1,84	100,87	20,87
	ITLI22	Terneros	12,92	2,07	91,24	25,79

XXX

Tabla AIII.27. Contenido de fósforo en el alimento e Indicadores de Fósforo asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina de las localidades de Balcarce, Las Armas y Carmen de Areco en la provincia de Buenos Aires.

Zona	UdA	Categ.	Conc. P	RC-P	EUNaT-R
			%	%	%
Balcarce	IBall1	Vaquill.	0,27	124,58	35,74
	IBall2	Vaquill.	0,27	115,37	38,49
	IBall3	Novillos	0,29	252,63	12,68
	IBall4	Novillos	0,33	196,96	16,43
	IBall5	Vaquill.	0,4	225	19,84
	IBall6	Novillitos	0,38	223,8	24,1
	IBall7	Novillitos	0,3	126,59	33,96
	IBall8	Novillitos	0,31	126,45	30,8
Las Armas	IAr1	Terneros	0,73	224,83	17,74
Carmen de Areco	ICAI1	Terneros	0,36	197	24,38
	ICAI2	varias	0,35	<i>sd.</i>	30,65
	ICAI3	varias	0,32	<i>sd.</i>	23,03
	ICAI4	varias	0,4	<i>sd.</i>	37,93

Sd. No se pudo calcular debido a que no se pudo discriminar categoría con su ración.

Tabla AIII.28. Contenido de fósforo en el alimento e Indicadores de Fósforo asociados a la alimentación para las unidades de análisis de sistemas intensivos de producción de carne bovina de las localidades de la localidad de Trenque Lauquen la provincia de Buenos Aires.

Zona	UdA	Categ.	Conc. P	RC-P	EUNaT-R
			%	%	%
Trenque Lauquen	ITLI1	Terneros	0,4	115,4	37,31
	ITLI2	Terneros	0,39	115,93	37,13
	ITLI3	Terneros	0,39	130,28	32,99
	ITLI4	Terneros	0,4	154,15	28,05
	ITLI5	Terneros	0,39	79	53,08
	ITLI6	Terneros	0,4	86	46,23
	ITLI7	Terneros	0,4	92	43,21
	ITLI8	Terneros	0,4	98	42,83
	ITLI9	Novillos	0,4	246,5	19,64
	ITLI10	Vaquill.	0,26	155,29	24,2
	ITLI11	Vaquill.	0,26	157,36	24,08
	ITLI12	Novillos	0,4	264,83	16,84
	ITLI13	Vaquill.	0,4	218,98	19,69
	ITLI14	Vaquill.	0,4	232,4	18,6
	ITLI15	Terneros	0,4	140,32	32,97
	ITLI16	Terneros	0,4	141,81	32,62
	ITLI17	Terneros	0,31	113,63	35,1
	ITLI18	Vaquill.	0,4	232,05	18,63
	ITLI19	Terneros	0,4	115,41	37,3
	ITLI20	Novillitos	0,34	182,13	21,66
	ITLI21	Terneros	0,35	151,35	28,89
	ITLI22	Terneros	0,4	122,76	35,06

Tabla AIII.29. Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas intensivos y sistemas base pastoril -extensivo y semiintensivo- de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y parámetros de producción de carne descriptivos de las 83 Unidades de Análisis comparadas.

	Gr 1	Gr 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	Mediana(1)	Mediana(2)	Med	P(X1>Med)	P(X2>Med)	p(2 colas)
Ing.t N (kg N/ha/día)	Int	Past	35	48	56,36	0,34	38,43	0,42	49,46	0,11	0,91	1	0,13	<0,0001
Egr.t N (kg N/ha/ día)	Int	Past	35	48	34,01	0,07	27,88	0,08	27,99	0,02	0,16	1	0,1	<0,0001
PC (kg/ha/ día)	Int	Past	35	48	194,75	1,03	128,2	0,88	154,02	0,52	2,31	1	0,13	<0,0001
CA (kg/ha)	Int	Past	35	48	1161,51	686,16	1006,48	475,6	907,01	601,6	742,3	0,69	0,35	0,0039
Bal N (kg N/ha/ día)	Int	Past	35	48	22,35	0,27	18,14	0,35	15,7	0,09	0,74	1	0,13	<0,0001
IeUN (%)	Int	Past	35	48	42,21	76,83	17,24	9,15	44,29	76,95	71,19	0,03	0,83	<0,0001
CNu-I/E	Int	Past	35	48	1,91	4,85	0,65	1,82	1,8	4,34	3,44	0,06	0,81	<0,0001
EUNexS (%)	Int	Past	35	48	57,79	23,97	17,24	10,46	55,71	23,06	29,09	0,94	0,17	<0,0001
EUNexS-Pr (%)	Int	Past	35	48	10,94	13,52	5,12	6,81	10,76	12,38	11,33	0,43	0,54	0,3762
Eco-Ef (kg PV/kg N)	Int	Past	35	40	10,6	6,84	5,01	6,18	9,75	5,64	6,85	0,66	0,35	0,011
Bal-Prod-Pr (kg N/kg PV-Pr)	Int	Past	35	40	114,02	196,5	47,44	96,92	102,6	166,17	145,46	0,34	0,63	0,0207
Bal-Nu-Pr (kg N/kg N-Pr)	Int	Past	35	48	4,22	7,07	1,76	3,48	3,8	6,16	5,39	0,34	0,6	0,0262
Bal-Nu-Eg (kg N/kg N-Eg)	Int	Past	35	48	0,91	3,87	0,65	1,8	0,8	3,34	2,44	0,06	0,81	<0,0001
Bal/kgPV (g N/kg PV/d)	Int	Past	35	40	0,43	0,35	0,13	0,31	0,44	0,24	0,39	0,74	0,28	0,0001

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII.30 . Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas intensivos y sistemas base pastoril -extensivo y semiintensivo- de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y parámetros de producción de carne descriptivos de las 83 Unidades de Análisis comparadas.

	Gr 1	Gr 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	Mediana(1)	Mediana(2)	Med	P(X1>Med)	P(X2>Med)	p(2 colas)
Ing.t P (kg P/ha/ día)	Int	Past	35	48	12,62	0,04	8,8	0,05	11,27	0,01	0,09	1	0,13	<0,0001
Egr.t P (kg P/ha/ día)	Int	Past	35	48	8,94	0,02	7,33	0,02	7,36	0,01	0,04	1	0,1	<0,0001
PC (kg/ha/ día)	Int	Past	35	48	194,75	1,03	128,2	0,88	154,02	0,52	2,31	1	0,13	<0,0001
CA (kg/ha)	Int	Past	35	48	1161,51	686,16	1006,48	475,6	907,01	601,6	742,3	0,69	0,35	0,0039
Bal P (kg P/ha/ día)	Int	Past	35	48	3,67	0,02	2,73	0,04	2,58	0,01	0,04	1	0,13	<0,0001
leUN (%)	Int	Past	35	34	33,17	52,76	15,07	20,98	33,62	56,83	38,67	0,31	0,68	0,0038
CNu-I/E	Int	Past	35	48	1,58	1,99	0,39	1,54	1,51	1,62	1,55	0,43	0,52	0,5057
EUNexS (%)	Int	Past	35	47	66,83	292,01	15,07	1210,69	66,38	61,34	64,58	0,57	0,45	0,276
EUNexS-Pr (%)	Int	Past	35	47	13,25	273,73	6,75	1319,67	12,04	29,43	18,7	0,14	0,77	<0,0001
Eco-Ef (kg PV/kg P)	Int	Past	35	32	62,63	101,1	30,56	128,02	57,24	53,14	54,91	0,51	0,47	0,8083
Bal-Prod-Pr (kg P/kg PV-Pr)	Int	Past	35	40	19,98	17,04	9,74	18,94	17,47	13,24	14,66	0,54	0,45	0,491
Bal-Nu-Pr (kg P/kg P-Pr)	Int	Past	35	48	2,81	1,88	1,37	2,74	2,46	1,45	1,94	0,63	0,4	0,0465
Bal-Nu-Eg (kg P/kg P-Eg)	Int	Past	35	48	0,58	0,99	0,39	1,54	0,51	0,62	0,55	0,43	0,52	0,5057
Bal/kgPV (g P/kg PV/d)	Int	Past	35	32	0,07	0,04	0,02	0,05	0,08	0,03	0,05	0,8	0,16	<0,0001

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII.31. Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas extensivos y sistemas semiintensivos de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno y parámetros de producción de carne descriptivos de las 48 Unidades de Análisis comparadas.

	Gr 1	Gr 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	Mediana(1)	Mediana(2)	Med	P(X1>Med)	P(X2>Med)	p(2 colas)
FBN (kg N/ha/año)	Ext	Semi	31	17	14,28	101,11	6,54	44,59	12,05	112,36	18,51	0,23	1	<0,0001
Alim (kg N/ha/año)	Ext	Semi	31	17	1,82	50,48	4,53	39,92	0	39,54	1,44	0,23	1	<0,0001
Fert (kg N/ha/año)	Ext	Semi	31	17	7,16	64,29	10,69	68,84	2,28	31,77	3,39	0,39	0,71	0,0416
Anim (kg N/ha/año)	Ext	Semi	31	17	1,61	29,83	2,05	10,59	0,59	26,83	3,32	0,23	1	<0,0001
Ing.t N (kg N/ha/año)	Ext	Semi	31	17	30,64	251,07	16,76	111,27	23,89	248,73	41,2	0,23	1	<0,0001
Egr.t N (kg N/ha/año)	Ext	Semi	31	17	6,41	54,7	2,92	15,33	5,73	48,45	8,28	0,23	1	<0,0001
Egr.kgPV (kg PV/ha/año)	Ext	Semi	31	17	214,79	1803,81	117,54	647,96	174,93	1648,09	284,95	0,23	1	<0,0001
PC (kg/ha/año)	Ext	Semi	31	17	156,38	779,33	65,66	168,03	141,29	789,7	191,11	0,23	1	<0,0001
CA (kg/ha)	Ext	Semi	31	17	455,83	1086,48	197,3	577,18	360	985	601,6	0,23	1	<0,0001
Bal N (kg N/ha/año)	Ext	Semi	31	17	24,23	199,03	14,7	104,45	18,31	182,22	32,8	0,23	1	<0,0001
IeUN (%)	Ext	Semi	31	17	77,22	76,1	8,83	9,94	76,79	77,1	76,95	0,48	0,53	0,7734
CNu-I/E	Ext	Semi	31	17	4,9	4,76	1,59	2,23	4,31	4,37	4,34	0,48	0,53	0,7734
EUNexS (%)	Ext	Semi	31	17	22,78	26,16	8,83	12,95	23,21	22,9	23,06	0,52	0,47	0,7734
EUNexS-Pr (%)	Ext	Semi	31	17	15,67	9,58	7,33	3,19	15,2	9,42	12,38	0,65	0,24	0,0083
Eco-Ef (kg PV/kg N)	Ext	Semi	23	17	8,29	5,25	7,7	2,93	6,75	4,47	5,64	0,61	0,35	0,1269
Bal-Prod-Pr (kg N/kg PV-Pr)	Ext	Semi	23	17	160,17	245,64	72,21	106,14	143,45	223,64	166,17	0,39	0,65	0,1269
Bal-Nu-Pr (kg N/kg N-Pr)	Ext	Semi	31	17	5,95	9,1	2,66	3,93	5,09	8,28	6,16	0,42	0,65	0,1479
Bal-Nu-Eg (kg N/kg N-Eg)	Ext	Semi	31	17	3,9	3,81	1,59	2,17	3,31	3,37	3,34	0,48	0,53	0,7734
Bal/kgPV (g N/kg PV/d)	Ext	Semi	31	17	0,14	0,61	0,06	0,31	0,12	0,57	0,18	0,19	1	<0,0001

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Tabla AIII.32. Prueba de la Mediana para dos muestras (sistemas extensivos y sistemas semiintensivos de producción de carne bovina) para los Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo y parámetros de producción de carne descriptivos de las 48 Unidades de Análisis comparadas.

	Gr 1	Gr 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	Mediana(1)	Mediana(2)	Med	P(X1>Med)	P(X2>Med)	p(2 colas)
Alim (kg P/ha/año)	Ext	Semi	31	17	0,38	10,13	0,92	7,91	0	7,84	0,26	0,23	1	<0,0001
Fert (kg P/ha/año)	Ext	Semi	31	17	2,97	12,05	4,41	12,82	1,32	12,27	1,59	0,45	0,59	0,3869
Anim (kg P/ha/año)	Ext	Semi	31	17	0,42	7,84	0,54	2,78	0,16	7,06	0,88	0,23	1	<0,0001
Ing.t N (kg P/ha/año)	Ext	Semi	31	17	3,86	30,05	4,99	17,46	2,13	23,18	4,65	0,23	1	<0,0001
Egr.t N (kg P/ha/año)	Ext	Semi	31	17	1,62	13,96	0,78	4	1,38	12,39	2,03	0,23	1	<0,0001
Egr.kgPV (kg PV/ha/año)	Ext	Semi	31	17	214,79	1803,81	117,54	647,96	174,93	1648,09	284,95	0,23	1	<0,0001
PC (kg/ha/año)	Ext	Semi	31	17	156,38	779,33	65,66	168,03	141,29	789,7	191,11	0,23	1	<0,0001
CA (kg/ha)	Ext	Semi	31	17	455,83	1086,48	197,3	577,18	360	985	601,6	0,23	1	<0,0001
Bal P (kg P/ha/año)	Ext	Semi	31	17	2,24	16,08	4,31	16,18	0,75	8,76	2,47	0,35	0,76	0,0083
IeUN (%)	Ext	Semi	19	15	57,34	46,95	18,55	23,04	59	47,56	56,83	0,63	0,33	0,1015
CNu-I/E	Ext	Semi	31	17	1,87	2,19	1,67	1,28	1,55	1,83	1,62	0,45	0,59	0,3869
EUNexS (%)	Ext	Semi	30	17	423,95	59,17	1508,25	27,61	63,3	54,76	61,34	0,53	0,41	0,5469
EUNexS-Pr (%)	Ext	Semi	30	17	415,22	24,05	1644,71	12,85	37,88	20,67	29,43	0,6	0,29	0,0687
Eco-Ef (kg PV/kg P)	Ext	Semi	17	15	78,8	126,37	68,93	171,96	54,73	51,48	53,14	0,53	0,47	0,7397
Bal-Prod-Pr (kg P/kg PV-Pr)	Ext	Semi	17	17	21,63	20,47	15,66	19,99	15,79	14,83	15,31	0,53	0,47	0,7468
Bal-Nu-Pr (kg P/kg P-Pr)	Ext	Semi	31	17	0,87	1,19	1,67	1,28	0,55	0,83	0,62	0,45	0,59	0,3869
Bal-Nu-Eg (kg P/kg P-Eg)	Ext	Semi	31	17	1,33	2,88	2,58	2,82	1,06	2,09	1,45	0,42	0,65	0,1479
Bal/kgPV (g P/kg PV/d)	Ext	Semi	31	17	0,01	0,05	0,01	0,06	0	0,03	0,01	0,29	0,65	0,0308

Nivel de Significancia $\alpha = 0,05$

Cuadro AIII.2. Análisis de Componentes Principales para las 83 UdAs bajo análisis para los ocho Indicadores de Manejo y Uso de Nitrógeno seleccionadas.

Datos estandarizados

Casos leídos 83 Casos omitidos 8

Variables de clasificación Caso

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	4,16	0,52	0,52
2	2,05	0,26	0,78
3	0,71	0,09	0,87
4	0,66	0,08	0,95
5	0,25	0,03	0,98
6	0,13	0,02	1,00
7	0,02	2,8E-03	1,00
8	3,9E-04	4,9E-05	1,00

Autovectores

Variables	e1	e2
Bal N	-0,18	-0,41
leUN%	0,41	0,27
EUNexS-Pr%	-0,17	0,57
CNu-I/E	0,45	0,19
Eco-Ef	-0,37	0,27
Bal-Nu-Eg	0,45	0,20
Bal/kgPV	0,16	-0,48
Bal-Prod-Pr	0,44	-0,21

Correlaciones con las variables originales

Variables	CP 1	CP 2
Bal N	-0,37	-0,59
leUN%	0,84	0,39
EUNexS-Pr%	-0,34	0,82
CNu-I/E	0,93	0,28
Eco-Ef	-0,76	0,39
Bal-Nu-Eg	0,93	0,28
Bal/kgPV	0,32	-0,69
Bal-Prod-Pr	0,89	-0,30

Correlación cofenética= 0,965

Bal N: Balance de N (kg N/ha/día)

leUN: Ineficiencia de Uso de Nutriente (%)

EUNexS-Pr: Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción (%)

CNu-I/E: Consumo de Nutriente (kg N/kg N)

Eco-Ef: Ecoeficiencia (kg PV/kg N)

Bal-Nu-Eg: Balance por Nutriente en producto Egresado (kg N/ kg N-Eg)

Bal/kgPV: Balance por kilo de peso vivo (g N/kg PV/día)

Bal-Prod-Pr: Balance por producto Producido (g N/kg PV-Pr)

Cuadro AIII.3. Análisis de Componentes Principales para las 83 UdAs bajo análisis para los ocho Indicadores de Manejo y Uso de Fósforo seleccionadas.

Datos estandarizados

Casos leídos 83 Casos omitidos 16

Variables de clasificación Caso

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	3,87	0,48	0,48
2	2,36	0,29	0,78
3	0,66	0,08	0,86
4	0,59	0,07	0,93
5	0,34	0,04	0,98
6	0,13	0,02	0,99
7	0,05	0,01	1,00
8	0,00	0,00	1,00

Autovectores

Variables	e1	e2
Bal P	-0,03	-0,48
leUN%	0,43	0,26
EUNexS-Pr%	-0,21	0,51
CNu-I/E	0,46	0,25
Eco-Ef	-0,30	0,28
Bal-Nu-Eg	0,46	0,25
Bal-Nu-Pr	0,46	-0,14
Bal/kgPV	0,22	-0,46

Correlaciones con las variables originales

Variables	CP 1	CP 2
Bal P	-0,06	-0,74
leUN%	0,86	0,40
EUNexS-Pr%	-0,42	0,79
CNu-I/E	0,90	0,39
Eco-Ef	-0,59	0,44
Bal-Nu-Eg	0,90	0,39
Bal-Nu_pr	0,90	-0,22
Bal/kgPV	0,43	-0,70

Correlación cofenética= 0,969

Bal P: Balance de P (kg P/ha/día)

leUN: Ineficiencia de Uso de Nutriente (%)

EUNexS-Pr: Eficiencia de Uso de Nutriente externo por la Producción (%) **CNu-I/E:** Consumo de Nutriente (kg P/kg P)

Eco-Ef: Ecoeficiencia (kg PV/kg P) **Bal-Nu-Eg:** Balance por Nutriente en producto Egresado (kg P/ kg P-Eg)

Bal/kgPV: Balance por kilo de peso vivo (g P/kg PV/día) **Bal-Prod-Pr:** Balance por producto Producido (g P/kg PV-Pr)