

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
DEPARTAMENTO DE SANIDAD, NUTRICIÓN, BROMATOLOGÍA Y
TOXICOLOGÍA
CÁTEDRA DE BROMATOLOGÍA

**“APLICACIÓN DE UN MÉTODO *IN VITRO* PARA LA EVALUACIÓN DE LA
DISPONIBILIDAD POTENCIAL DE MINERALES EN MATRICES
ALIMENTARIAS DIVERSAS. ESTIMACIÓN DEL APORTE POTENCIAL DE
HIERRO, ZINC Y CALCIO EN ALIMENTOS DIRIGIDOS A GRUPOS
VULNERABLES DE LA POBLACIÓN.”**

Bioq. Maria Julieta Binaghi

Directora de Tesis:

Prof. Dra. Patricia Ronayne de Ferrer

**Tesis presentada para optar al título de
Doctor de la Universidad de Buenos Aires**

2014

A mis padres
Mabel y Jorge
sostenes indiscutibles
de todos mis logros

A Catalina,
luz de mi vida

AGRADECIMIENTOS

*Quiero agradecer a la Dra Patricia Ronayne de Ferrer por su apoyo incondicional tanto en la parte profesional como en la humana. Por su contención, cariño y palabras de aliento. Pero principalmente por su humildad y capacidad de brindarme sus conocimientos y experiencia como la gran investigadora que es.

*A la Dra Mirta Eva Valencia, por iniciarme en el camino de la investigación y en apasionante mundo del análisis de los minerales de los alimentos. Así mismo por compartir sus amplios conocimientos sobre la materia.

*A la Dra Laura B López por su constante apoyo y compañía, tanto a nivel humano como profesional. Por acompañarme y aconsejarme en momentos de dudas pero por sobre todo por su incondicional amistad.

*A las Dras Carola Greco y Carolina Cagnasso por su amistad, constante incentivo y apoyo.

*A la Dra. Silvina Drago por enseñarme todos sus conocimientos sobre la metodología de dializabilidad.

*Al Dr Luis Dyner por su colaboración en la determinación de fibra dietaria en las muestras analizadas y por su aliento permanente.

*A la Mg Angela Zuleta por aconsejarme y brindarme todos sus conocimientos en el área del análisis de hidratos de carbono.

*A Néstor Pellegrino por brindarme sus conocimientos y ayuda en la lectura de los minerales en el absorción atómica.

*Al Instituto de Tecnología de Alimentos de la UNL por la realización y producción de varias de las muestras empleadas.

*A GESER empresa que me brindó las muestras de algarroba.

*A la Dra Luisa Pinotti por las muestras del NOA.

*A Karina Cellerino, Silvia Giacomino, Cecilia Mambrin, Mariela Vidueiros, Paula Perris, Viviana Rodríguez y Cecilia Tachdejian por compartir el día a día el desafío y el compromiso del trabajo en equipo.

*A la Dra Margarita Olivera Carrión por su constante entusiasmo y empuje.

*A la Dra Ma Luz Pita Martín de Portela por sus valiosos consejos y aportes en la evaluación nutricional de los resultados obtenidos de los tres minerales estudiados.

*A Lorena y Vanesa que como secretarias siempre me ayudaron con mis pedidos de auxilio.

*A las Cátedras de Nutrición y Bromatología por su constante apoyo y compartir el día a día.

*A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica por otorgarme la beca que me permitió iniciarme en este camino de la investigación.

*A mis hermanos Nicolás y Patricio por su constante contención e incentivo.

*A Carolina, Francesca, Magdalena, Josefina y Guadalupe por alegrar mi día a día.

*A Tete y Sofí por estar siempre.

*A mi abuela ejemplo de mujer y persona, a quien extraño y se que estaría muy orgullosa.

*A Inés que me hubiese encantado poder compartir este importante momento con ella.

*A mis amigas por ser parte importante de mi vida.

INDICE

1) INTRODUCCIÓN GENERAL	1-15
1.1) Concepto de biodisponibilidad de nutrientes	2
1.2) Métodos para evaluar la biodisponibilidad de nutrientes	3
1.2.1) Dializabilidad de minerales	4
1.3) Promotores e inhibidores de la absorción de minerales	5
1.3.1) Fibra	7
1.4) Estrategias para incrementar el aporte de minerales en la dieta	8
1.5) Fuentes de fortificación	10
1.6) Situación actual en nuestro país	11
1.7) Contextos socioculturales diversos y grupos vulnerables	14
2) OBJETIVOS	16-17
2.1) Objetivos generales	16
2.2) Objetivos específicos:	16
3) MATERIALES y MÉTODOS	18-35
3.1) Materiales	18
3.1.1) Alimentos complementarios	18
3.1.1.1) Combinaciones de pan enriquecido con sulfato ferroso (30 ppm de Fe), en cantidades iguales, con diferentes alimentos.	18
3.1.1.2) Combinaciones de pan enriquecido con sulfato ferroso (30 ppm de Fe), en cantidades iguales, con diferentes bebidas	18
3.1.1.3) Preparación de las bebidas estudiadas.	18
3.1.2) Dietas de consumo habitual en niños de la primera infancia con los ingredientes antes mencionados	19
3.1.2.1) Dieta 1	19
3.1.2.2) Dieta 2	20
3.1.2.3) Panes con diferentes fuentes de hierro	20
3.1.2.4) Panes con promotores de la absorción	21
3.1.3) Alimentos infantiles comerciales	21
3.1.3.1) Polvos para preparar	21
3.1.3.2) Alimentos listos para consumir	23

3.1.4) Alimentos de planes sociales	24
3.1.5) Matrices alimentarias no tradicionales	25
3.1.5.1) Harinas y pan de plátano verde	25
3.1.5.1.1) Muestras sin ácido cítrico	26
3.1.5.1.2) Muestras con ácido cítrico	26
3.1.5.1.3) Pan elaborado con harina de plátano verde	26
3.1.5.2) Productos de copetín o “snacks”	26
3.1.5.3) Infusiones de yerba mate	27
3.1.5.3.1) Mate cocido	28
3.1.5.3.2) Agua	28
3.1.5.3.3) Leches	28
3.1.5.3.4) Mezclas mate cocido:leche	28
3.1.5.3.5) Infusión-cocción	29
3.1.6) Alimentos regionales	29
3.1.6.1) Harina de algarroba y productos elaborados con harina de algarroba	29
3.1.6.1.1) Harina de algarroba	29
3.1.6.1.2) Galletitas	29
3.1.6.1.3) Budín	30
3.1.6.1.4) Pan elaborado con harina de algarroba	30
3.1.6.1.5) Galletitas dulces comerciales con harina de algarroba, avena con sabor vainilla	30
3.1.6.1.6) Budín comercial de algarroba con chía y fibras	30
3.1.6.2) Preparaciones tradicionales de consumo habitual por la población originaria de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy	30
3.2) Métodos	32
3.2.1) Dializabilidad de minerales	32
3.2.2) Concentración total de hierro, zinc y calcio	33
3.2.3) Calculo del aporte potencial	33
3.2.4) Fibra dietaria total	33
3.2.5) Análisis de los resultados	34
3.2.6) Determinación de la adecuación nutricional mineral en los distintos grupos vulnerables	34

4) ALIMENTOS COMPLEMENTARIOS	36-99
4.1) Resultados	37
4.1.1) Dietas caseras de consumo habitual	37
4.1.1.1) Combinaciones de pan enriquecido con sulfato ferroso (30 ppm de Fe), en cantidades iguales, con diferentes alimentos	37
4.1.1.2) Combinaciones de pan enriquecido con sulfato ferroso (30 ppm de Fe), en cantidades iguales, con diferentes bebidas.	39
4.1.2) Dietas de consumo habitual	41
4.1.2.1) Dieta 1	42
4.1.2.2) Dieta 2	50
4.1.2.3) Determinación de la concentración de fibra dietaria total en las dos dietas analizadas y porcentaje de cobertura de las ingestas en una porción según distintas recomendaciones	58
4.1.3) Alimentos complementarios comerciales	59
4.1.3.1) Alimentos complementarios comerciales en polvo	59
4.1.3.1.1) Concentración de fibra dietaria total en las muestras analizadas	69
4.1.3.2) Alimentos complementarios comerciales listos para consumir	70
4.1.3.2.1) Concentración de fibra dietaria total en las tres muestras analizadas	79
4.1.4) Alimentos complementarios de planes sociales	80
4.2) Discusión	88
4.2.1) Alimentos complementarios seleccionados	88
4.2.1.1) Contenido y aporte de minerales de los alimentos complementarios	90
4.2.1.2) Disponibilidad y aporte potencial de minerales	93

de los alimentos complementarios	
4.2.2) Dietas caseras de consumo habitual	93
4.2.3) Alimentos complementarios comerciales	96
4.2.4) Alimentos complementarios de planes sociales	97
4.2.5) Contenido de fibra de los alimentos complementarios	98
5) PANES + DIETAS: FUENTES DE HIERRO Y PROMOTORES	100-119
5.1) Resultados	100
5.1.1) Dietas de consumo habitual con panes fortificados	100
5.1.1.1) Dieta 1	100
5.1.1.2) Dieta 2	103
5.1.2) Dietas de consumo habitual con panes que contienen promotores de la absorción mineral con y sin agregado de SO_4Fe	107
5.1.2.1) Dieta 1 con panes con promotores de la absorción con y sin agregado de sulfato ferroso	107
5.1.2.2) Dieta 2 con panes con promotores de la absorción con y sin agregado de sulfato ferroso	111
5.2) Discusión	114
5.2.1) Fuentes de fortificación	114
5.2.2) Promotores de la absorción mineral	116
6) MATRICES ALIMENTARIAS NO TRADICIONALES	120-141
6.1) Resultados	120
6.1.1) Harina de plátano verde	120
6.1.1.1) Concentración de fibra dietaria total de las muestras de harina de plátano y del pan	123
6.1.2) Snacks	123
6.1.2.1) Concentración de fibra dietaria total de la muestra control de extrudado maíz:soja	127
6.1.3) Infusiones con yerba mate	127
6.2) Discusión	136
6.2.1) Harina de plátano verde	136

6.2.2) Snacks	138
6.2.3) Infusiones con yerba mate	139
7) ALIMENTOS REGIONALES	142-166
7.1) Resultados	142
7.1.1) Harina de algarroba y productos derivados	142
7.1.2) Preparaciones tradicionales de consumo habitual por la población originaria de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy	147
7.2) Discusión	159
7.2.1) Productos elaborados con harina de algarroba	159
7.2.1.1) Aporte potencial	160
7.2.1.2) Contenido de fibra	161
7.2.2) Preparaciones tradicionales	162
7.2.2.1) Cobertura de IDR y de R	164
7.2.2.2) Fibra	165
8) CONCLUSIONES	167-169
9) BIBLIOGRAFÍA	170-196
10) RESUMEN	197-199

1-INTRODUCCIÓN

1- INTRODUCCIÓN

Los nutrientes son todos los compuestos químicos aportados por los alimentos que contribuyen a satisfacer las necesidades de materia y energía del organismo o que resultan indispensables para el desarrollo de los procesos metabólicos. A su vez estos se dividen en esenciales y no esenciales. Entre los nutrientes esenciales de naturaleza inorgánica se encuentran los minerales. En este caso, a diferencia de otros nutrientes, el criterio de esencialidad se basa en detectar el deterioro de alguna función biológica en alguna especie animal, cuando se produce la deficiencia del mineral en una zona geográfica determinada o en pacientes sometidos a Nutrición Parenteral Total, o bien, en forma experimental. Este concepto es mucho más amplio que el clásico de considerar esencial a cualquier elemento cuya ausencia en el organismo o la dieta fuese incompatible con la vida (Portela 2003).

Se consideran alimentos prioritarios aquellos que aportan, en total, hasta 80% de las Ingestas Diarias Recomendadas (IDR) de los nutrientes críticos (Haytowitz y col., 2005).

La metodología empleada para la determinación de los alimentos prioritarios se basa en conocer la disponibilidad promedio diaria para el consumo interno, "per capita", de los principales alimentos de la canasta familiar, mediante el análisis de las Hojas de Balance de Consumo aparente de alimentos, editadas por FAO (FAO, 1996). Pese a las fluctuaciones en la capacidad de compra, en Argentina, esa disponibilidad de alimentos básicos ha sufrido pocas modificaciones en las últimas décadas, observándose que el trigo constituye el alimento principal de las dietas nacionales y que las carnes ocupan el segundo lugar (FAO, 1996; FAO 2000 y 2009).

Los principales alimentos aportadores a la dieta de los nutrientes críticos deben ser los más controlados en cuanto a la incidencia de procesos, nuevos métodos de preservación y nuevas formulaciones, donde se recurre al reemplazo de materias primas tradicionales, con la consiguiente variación en el aporte de nutrientes y/o factores potenciadores o inhibidores de su biodisponibilidad, la que puede verse afectada de forma significativa en el caso de los minerales (Valencia y col., 2013).

Los minerales cumplen diversas funciones en el organismo. El hierro es necesario para el metabolismo energético y oxidativo. El zinc es fundamental para el funcionamiento de más de 70 enzimas, ya sea por formar parte constitutiva de la molécula o requerido como cofactor de ellas. Alrededor de un 99% del calcio presente en el organismo forma parte del tejido óseo. Pero además es esencial para la regulación de funciones fisiológicas como irritabilidad neuromuscular, automatismo cardíaco, coagulación sanguínea y otras (Portela, 1993).

El déficit nutricional de estos minerales produce alteraciones importantes en el organismo. Así es como la deficiencia nutricional de hierro constituye la deficiencia más común tanto en nuestra región como en el mundo (Fairweather- Tait,1995). Esta situación es más frecuente en los casos de aumento de los requerimientos, tales como embarazo, crecimiento, pérdidas menstruales o infecciones parasitarias. Se manifiesta con la anemia, que es la disminución de la concentración de hemoglobina, produce una disminución en el rendimiento laboral en adultos y se asocia con anormalidades de la conducta y desarrollo cognitivo y motor en infantes (Andraca , 1997).

La deficiencia de zinc en niños lleva a la detención del crecimiento así como a la disminución del desarrollo cognitivo y problemas en el sistema inmune (WHO, 1998).

Mientras que la ingesta baja de calcio en niños puede inducir raquitismo, en el caso de los adultos la deficiencia de calcio provocaría efectos a largo plazo ya que en un primer momento los huesos actuarían como reserva para mantener constante el nivel en sangre, provocando una paulatina desmineralización esquelética y comienzo de osteoporosis en el adulto (Portela, 1993).

1.1-Concepto de biodisponibilidad de nutrientes

La biodisponibilidad puede ser definida como la proporción de un nutriente en un alimento, dieta o suplemento dietario que es absorbida y utilizada para las funciones corporales normales del organismo (O'Dell,1989 y Davidsson, 1994). Esto implica la absorción y transporte de nutrientes a los tejidos corporales y su conversión en las especies fisiológicamente activas, de tal manera que dicho nutriente pueda ser empleado para el mantenimiento de las funciones metabólicas normales (Barberá,1992).

En el caso de los minerales, la cantidad que está disponible para la absorción, depende de la composición y características físicas de la dieta, del contenido y la especie química del mineral, de la presencia de ligandos promotores o inhibidores de su absorción y de las secreciones gastrointestinales e interacciones lumbinales que se produzcan como consecuencia de la interrelación de estos factores (Fairweather- Tait, 1992).

El conocimiento de la biodisponibilidad de los minerales es indispensable para establecer las ingestas diarias recomendadas (IDR), evaluar la adecuación de la ingesta a las recomendaciones, seleccionar los compuestos más eficaces y establecer pautas para la restauración, fortificación o enriquecimiento de alimentos o dietas (Barberá, 1992 y Hurrell 1989).

1.2- Métodos para evaluar la biodisponibilidad de nutrientes

Los métodos para evaluar la biodisponibilidad incluyen ensayos *in vivo* e *in vitro*. En algunos casos se utilizan ensayos en ratas. Sin embargo, el uso de modelos animales para evaluar la biodisponibilidad en seres humanos está limitado por las diferencias entre especies, tanto en la velocidad de crecimiento como en la actividad de enzimas intestinales y microbianas, y en la fisiología y anatomía intestinal. Los ensayos en seres humanos requieren, generalmente, el uso de isótopos radioactivos. Su aceptación no es universal por la objeción que causa el uso de radioisótopos y no parecen justificables en estudios de control de calidad nutricional de alimentos, tanto por motivos éticos como económicos. El empleo de isótopos estables implica mayores costos aún, lo que restringe su utilización.

El hierro es el único micronutriente cuya biodisponibilidad se puede determinar directamente, lo que se logra mediante técnicas que cuantifican la cantidad de una dosis de los isótopos radioactivos ^{55}Fe o ^{59}Fe , o bien de los isótopos estables ^{57}Fe o ^{58}Fe , que se incorpora a la hemoglobina. Se asume como constante que entre el 80-90% del metal absorbido se usa para la síntesis de hemoglobina. Debido a que no hay una vía específica de excreción, es posible utilizar indistintamente los términos de biodisponibilidad y absorción (Zhu Y, Liao Q, 2004).

Los estudios sobre biodisponibilidad de minerales necesarios para su utilización en diversas áreas requieren del uso de técnicas de rastreo (*screening*) más sencillas,

económicas y rápidas. Ciertos métodos *in vitro* para estimar la biodisponibilidad de minerales reúnen estas características.

Entre ellos se encuentran las técnicas de solubilidad; si bien ésta es una condición importante para que los minerales sean absorbidos, en los alimentos la solubilidad de los minerales puede variar dependiendo de los cambios químicos (pH, potencial redox, por ejemplo) o de la presencia de ciertos constituyentes como fosfatos, fitatos, proteínas, fibra, etc.

Otra técnica *in vitro* utilizada es la captación de minerales por cultivos celulares de la línea Caco-2. Esta determinación consta de tres etapas importantes: preparación de la muestra, ensayo de captación y, por último, la medición del mineral. Es una técnica que se ha utilizado mucho, especialmente para determinar captación de hierro. Sin embargo tiene muchas desventajas, entre ellas la económica, además de ser una técnica muy laboriosa.

La medida de la dializabilidad de minerales, que es uno de los métodos *in vitro* más frecuentemente utilizados, se describe en el siguiente apartado.

1.2.1. Dializabilidad de minerales

El método de dializabilidad fue creado en el año 1981 por Miller y col, quienes propusieron combinar la solubilidad con la evaluación de la dializabilidad de los minerales solubles.

La medida de la dializabilidad involucra una digestión con pepsina a pH ácido (digestión gástrica), seguida por una digestión a mayor pH con pancreatina y sales biliares (digestión intestinal). La proporción del elemento que difunde a través de una membrana semipermeable durante la etapa de digestión intestinal, después de un período que permitiría llegar al equilibrio, representa su dializabilidad y es usado como un estimador de la proporción del elemento disponible para la absorción. Dado que la biodisponibilidad del hierro no hemínico depende de las características del alimento, de la presencia de otros constituyentes alimentarios, que pueden actuar como promotores o inhibidores de su absorción y de las condiciones en el tracto gastrointestinal, esta técnica *in vitro* puede reproducir condiciones intraluminales capaces de afectar la absorción (Binaghi y col., 2008).

Se ha demostrado que esta técnica es útil para estimar el comportamiento de muchos inhibidores y promotores de la absorción de hierro (Schrincker y col., 1981). Asimismo, se ha utilizado para examinar la influencia de procesos sobre la biodisponibilidad del hierro de un alimento (Ummadi y col., 1995). En 1989 Hurrell y col. observaron que el método de diálisis predice correctamente la dirección de la respuesta pero no su magnitud.

Aunque ningún método *in vitro* puede reproducir las condiciones fisiológicas imperantes en los estudios *in vivo*, la técnica de dializabilidad ha demostrado resultados similares a los obtenidos en estudios en humanos para hierro. Aunque sólo está validada para hierro, también se ha utilizado esta técnica para estudios de otros minerales.

Con respecto al zinc y al calcio, varios autores observaron una buena correlación con estudios *in vivo* (Shen y col., 1994 y 1995; Garcia y col., 1998; Bosscher y col., 2001 a y b). También se ha propuesto a la técnica de dializabilidad como método de *screening* para evaluar el efecto de ciertos factores dietarios como fitatos, oxalatos, fibra, lactosa y caseíno-fosfopéptidos que afectan la absorción de calcio, dado que presentan buena correlación con los estudios *in vivo* (Kerneck y Cashman 2000).

La técnica de dializabilidad *in vitro* propuesta originalmente por Miller y col. (1981) ha sido modificada por Wolfgor y col. (2002) para permitir un ajuste más preciso del pH durante la etapa de digestión intestinal, dado que es la etapa crítica en la dializabilidad de hierro y permite que distintas matrices alimentarias puedan ser evaluadas a un mismo pH final de $6,5 \pm 0,2$. Esta técnica modificada ha sido ampliamente empleada para la evaluación de disponibilidad potencial de hierro como así también de zinc y calcio (Drago 2002, Drago y Valencia 2002 y 2004; Drago y col., 2005 a y b).

1.3. Promotores e inhibidores de la absorción de minerales

En el ambiente digestivo del sistema gastrointestinal, los minerales son liberados de los complejos de los cuales forman parte junto con los componentes de los alimentos, favorecidos por el pH ácido del estómago. Cuando entran en el duodeno, y el pH se eleva hasta prácticamente tener un medio neutro, se favorece la formación de nuevos complejos. En este punto es donde existe competencia entre los distintos ligandos para

formar complejos con minerales como el hierro y el zinc y tiene mayor impacto la presencia de inhibidores y promotores de la absorción (Bothwell, 1995).

Se puede definir como promotores a aquellos ligandos que forman quelatos solubles con los minerales, previenen su precipitación y permiten su liberación para su absorción por parte de la mucosa. Un promotor efectivo debe poseer una alta afinidad por el mineral como para competir con otros ligandos de la dieta capaces de disminuir su absorción (South y Miller, 1998).

En cambio, los inhibidores son aquellos ligandos que unen a los minerales en forma de complejos insolubles o de muy alta afinidad y que por lo tanto no los liberan para la absorción.

Entre los promotores se encuentran el ácido ascórbico, algunos aminoácidos, ácidos orgánicos como el ácido cítrico y láctico. Entre los inhibidores más importantes de la absorción mineral puede mencionarse a los fitatos, taninos y polifenoles (Gillooly y col., 1983 y Wolfgor y col., 1995).

Entre los promotores se destaca la acción del ácido ascórbico. Su mecanismo de acción involucra la reducción del ión férrico a su forma ferrosa, la cual es mejor absorbida, ya que forma quelatos estables con el hierro en el estómago y por ende mantiene su solubilidad cuando el alimento ingresa en el ambiente más alcalino del duodeno. Este efecto se puede explicar por el hecho de que el ácido ascórbico forma complejos solubles con el hierro de los alimentos a pHs más bajos que los ligandos inhibidores. Actuaría a nivel estomacal donde las condiciones de pH son desfavorables para la formación de complejos con otros ligandos, contrarrestando los efectos inhibitorios de compuestos como taninos y polifenoles. De un modo similar actuarían los ácidos orgánicos, en especial los ácidos cítrico y láctico.

También se propuso al EDTA sódico como promotor en una relación molar menor o igual a uno de EDTA:Fe para aumentar la absorción del hierro intrínseco o agregado, en dietas que contienen inhibidores de la absorción. Todo lo anteriormente comentado corresponde al comportamiento del hierro no hemínico. El del hierro hemínico es diferente debido a que su absorción no es afectada por factores dietarios como el ácido fítico, polifenoles o ácido ascórbico (Linch, 1985). Se ha postulado que tanto la globina de la hemoglobina como el grupo hemo ejercen una acción protectora sobre el hierro respecto a otros componentes de la dieta. El hierro no hemínico es generalmente

absorbido por el transportador de metales divalentes (DMT1) (Conrad y col., 2000); en cambio el hierro hemínico aparentemente sería absorbido por una proteína hemotransportadora (Girvan y col., 2004 y Rouault, 2005, Gaitán y col., 2012).

Para el zinc la situación es diferente, ya que este mineral en general se halla unido a proteínas y a ácidos nucleicos, generalmente en forma de complejos estables. El zinc ligado a las proteínas de origen animal tiene una mejor biodisponibilidad que el zinc unido a proteínas de origen vegetal. En el caso de las proteínas cárnicas, contrarrestan el efecto inhibitorio de los fitatos porque liberan aminoácidos que mantienen a este mineral en solución.

El calcio actúa como un inhibidor de la absorción tanto del hierro como del zinc, ya que se formarían complejos insolubles entre el calcio, los fitatos y uno de los minerales antes mencionados (Lonnerdal, 1984).

Por otra parte, si bien la absorción del calcio está muy relacionada con factores hormonales y vitamínicos, existen diversos promotores e inhibidores dietarios. Entre los primeros están los caseína-fosfopéptidos y la lactosa, que aumentan la solubilidad intraluminal del calcio (Naito, 1989). Entre los inhibidores se encuentran los ácidos fítico y oxálico, que formarían complejos insolubles en el intestino y reducirían su absorción (Knox y col., 1991 y Heaney y col., 1988).

1.3.1.Fibra

La fibra se define como el grupo de sustancias de la dieta que no son digeridas por las enzimas humanas del tracto gastrointestinal, por lo que llegan prácticamente intactas al intestino grueso. Este concepto engloba a los componentes de la pared celular de los vegetales, como celulosas, hemicelulosas y lignina, y a otros polisacáridos presentes en las plantas como las gomas, mucílagos, celulosas modificadas, oligosacáridos y pectinas, que son comestibles y resistentes a la digestión. Actualmente, también se consideran parte de la fibra dietética a los almidones resistentes al proceso digestivo.

El consumo de fibra se ha asociado a la disminución del riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles tales como diabetes, enfermedades coronarias y del tracto intestinal; estos efectos metabólicos dependerían de las propiedades de hidratación, intercambio catiónico y tamaño de la partícula (Anderson y col., 1994 y Jenkins y col.,

2000). Por ello se promueve el consumo de alimentos naturalmente aportadores de fibra o bien productos formulados de consumo masivo enriquecidos con fibra dietética.

Por otra parte, se ha planteado la posibilidad de la disminución de la biodisponibilidad de ciertos nutrientes debido a sus interacciones con componentes de la fibra dietaria.

Los alimentos altos en fibra dietaria que contengan fitatos, oxalatos o taninos, como por ejemplo el salvado de trigo, disminuyen la biodisponibilidad de nutrientes, especialmente calcio, hierro y zinc. Este efecto sería irrelevante en el caso de adultos que consumen dietas nutricionalmente adecuadas. Sin embargo, puede llegar a constituir un riesgo en el caso de los niños, especialmente con respecto al hierro e incluso a la ingesta calórica total (Zuleta, 2013).

Los lactantes amamantados ingieren una cantidad nada despreciable de oligosacáridos de naturaleza diversa y compleja presentes en la leche materna, no digeribles, que constituyen la primera fuente de fibra dietaria (Edwards y col., 2003 y Aggett y col., 2003). A partir de los 6 meses de edad comienza la introducción de alimentos complementarios y finalmente la incorporación a la mesa familiar. Las principales fuentes de fibra en los niños son productos derivados de cereales, vegetales y frutas.

Durante el primer año de vida existen muy pocos estudios que traten sobre las necesidades de fibra para el lactante. Si bien presentan efectos beneficiosos para la salud, como su efecto sobre el vaciado gástrico y la saciedad, su efecto laxante y sus efectos positivos sobre los niveles de glucosa y colesterol en sangre, también hay que tener en cuenta otros aspectos. Las fibras insolubles de los cereales integrales son resistentes a la fermentación colónica y pueden ser irritantes para el intestino del lactante; por otra parte, como ya se mencionó, la presencia de fitatos y oxalatos, conjuntamente con las fibras, pueden interferir en la absorción de elementos minerales tales como el calcio, hierro, magnesio, zinc, etc (Gil Hernández, 2006).

1.4. Estrategias para incrementar el aporte de minerales en la dieta

En los países desarrollados las deficiencias de micronutrientes se asocian más a la baja calidad de la dieta que a la concentración de minerales que ingieren, mientras que en las poblaciones de bajos recursos la dieta se basa fundamentalmente en cereales y tubérculos y en muy poca cantidad de productos animales, frutas y vegetales, debido a

su alto costo. Estas dietas se caracterizan por tener una baja concentración de minerales esenciales y a su vez una alta concentración de inhibidores de su absorción.

La clave para la prevención a largo plazo de la deficiencia de minerales es incrementar la cantidad que se ingiere y que se absorbe. Para alcanzar este objetivo, las estrategias más comunes son la provisión de alimentos y/o suplementos y la fortificación o enriquecimiento de alimentos, fundamentalmente con hierro. Asimismo, algunos procesos tradicionales de preparación de alimentos pueden ser utilizados para aumentar la biodisponibilidad de micronutrientes en dietas a base de vegetales, por ejemplo, procesos mecánicos, fermentación, remojado y germinado (Ronayne y col., 2009; Hotz y Gibson, 2007; Dewey y Brown, 2003).

El proceso mecánico de golpear es utilizado para remover el salvado y/o el germen de los cereales. Este proceso reduce en parte el contenido de fitatos cuando estos están localizados en la parte externa de la aleurona (arroz, sorgo, trigo) o en el germen, en el caso de maíz, aumentando de esta manera la biodisponibilidad del hierro, zinc y calcio. Sin embargo, el contenido total se reduce simultáneamente.

La fermentación puede causar la hidrólisis del fitato (inositol hexafosfato) a inositoles fosfatos de menor tamaño. Esta hidrólisis mejora la absorción del zinc y del hierro no hemínico. El alcance de la reducción de la concentración de fitato varía durante la fermentación; a veces el 90% o más pueden eliminarse por fermentación, por ejemplo en maíz, sorgo y soja. En los cereales con altas concentraciones de taninos la actividad de las fitasas está inhibida produciendo una fermentación menos efectiva (Hotz y Gibson, 2007).

Otras opciones incluyen: reducir la ingesta de polifenoles, que son abundantes en té, café y mate; aumentar la ingesta de promotores de la absorción del hierro no hemínico y del zinc, como ácido ascórbico; incluir productos animales en las comidas, que promueven la absorción del hierro y el zinc proveniente de los alimentos vegetales. En el caso particular del calcio, su biodisponibilidad es reducida en algunos vegetales con alto contenido de oxalatos, que inhiben su absorción. Otra posibilidad para aumentar la ingesta de calcio es incluir productos lácteos (Dewey y Brown, 2003).

Con respecto a la fortificación o enriquecimiento de alimentos, los criterios para una efectiva implementación involucran la adecuada selección del vehículo alimentario y de la fuente de fortificación. El nutriente agregado debe ser fisiológicamente disponible y

no alterar las características organolépticas del alimento fortificado y ambos deben ser estables bajo condiciones normales de almacenamiento y uso (Hurrel 1997).

En la selección del vehículo alimentario se debe tener en cuenta su patrón de consumo, y también aspectos técnicos relacionados a la formulación y procesado de tales alimentos. El alimento escogido debe ser consumido en cantidades que aseguren un aporte significativo en las dietas de las poblaciones que lo necesitan, la fortificación no debe producir un desequilibrio de nutrientes esenciales y debe existir una seguridad razonable de que no ocurra una ingesta excesiva o efectos tóxicos (Hurrel, 1997; Cook y Reusser, 1983).

Los alimentos fortificados o enriquecidos pueden estar destinados a la población en general, o bien pueden estar especialmente diseñados para cubrir las necesidades de grupos vulnerables, como pueden ser niños y embarazadas, incluidos en los planes sociales gubernamentales.

Las harinas de diferentes cereales se encuentran entre los alimentos más utilizados como vehículos de fortificación en países en vías de desarrollo, en poblaciones con deficiencia de hierro. En general, la harina de trigo es la empleada en un tercio de estas poblaciones (Horton, 2008; FAO, 2010).

1.5 .Fuentes de fortificación

Las distintas fuentes de hierro usadas como fortificantes presentan ventajas y desventajas para su aplicación (Hurrell, 1992). Los compuestos de hierro utilizados comprenden a algunos que son solubles en agua, en ácidos diluidos, o insolubles en agua. Los compuestos de hierro solubles en agua o en ácidos diluidos tienen buena biodisponibilidad pero son también los más reactivos. Catalizan reacciones oxidativas que producen cambios en las características organolépticas de los alimentos (Hurrell, 1985). También se utilizan complejos de aminoácidos como el bisglicinato ferroso o el glicinato férrico, que poseen buena biodisponibilidad, pero no presentan las cualidades prooxidantes del sulfato ferroso (Galdi, 1989).

En el caso de las dietas con importantes cantidades de inhibidores de la absorción del hierro, es conveniente utilizar promotores de la absorción y/o fortificantes cuya biodisponibilidad sea superior a la del sulfato ferroso. En la actualidad existen 3 fuentes

que poseen este potencial, NaFeEDTA, complejos de aminoácidos como el bisglicinato ferroso y la hemoglobina (Allen LH, Ahluwalia N, 1997). La absorción del NaFeEDTA puede ser 2,5 veces mayor que la del sulfato ferroso, según la matriz alimentaria (Ballot, 1989). Esto se debería a que los fitatos de los cereales tienen poco efecto inhibitorio sobre esta fuente (INACG, 1993). También presenta la ventaja de prevenir las reacciones oxidativas sobre los ácidos grasos durante el almacenamiento de las harinas de diferentes cereales (Hurrell, 1997). Su uso como fortificante de alimentos ha sido aprobado por el comité de expertos en aditivos alimentarios de FAO/OMS (FAO/OMS, 1999).

Sin embargo, en nuestro país el uso del NaFeEDTA como fuente de fortificación no está permitido. Por ello, sería una buena estrategia recurrir al agregado de diferentes promotores de la absorción para permitir que el hierro del sulfato ferroso estuviera más disponible para ser asimilado.

Para el caso del zinc la situación es muy similar a la del hierro. Si bien no es habitual que los alimentos en general estén fortificados con zinc, sí lo están los destinados a lactantes o niños de la primera infancia. Las fuentes de zinc habitualmente usadas como fortificantes son: sulfato, acetato y óxido de zinc.

1.6. Situación actual en nuestro país

En la literatura se suelen utilizar indistintamente los términos fortificación o enriquecimiento. En nuestro país, estos términos no son estrictamente equivalentes y el Código Alimentario Argentino los define de la siguiente manera:

Art 1363: “Se entiende por Alimentos Fortificados aquellos alimentos en los cuales la proporción de proteínas y/o aminoácidos y/o vitaminas y/o sustancias minerales y/o ácidos grasos esenciales es superior a la del contenido natural medio del alimento corriente, por haber sido suplementado significativamente”

Art 1369: "Se entiende por Alimentos Enriquecidos aquellos a los que se han adicionado nutrientes esenciales (Vitaminas y/o minerales y/o proteínas y/o aminoácidos esenciales y/o ácidos grasos esenciales) con el objeto de resolver deficiencias de la alimentación que se traducen en fenómenos de carencia colectiva”.

La fortificación es optativa mientras que el enriquecimiento es obligatorio. En Argentina se enriquece la harina de trigo con sulfato ferroso en una concentración de 30 ppm desde el año 2003, a consecuencia de la promulgación de la ley 25.630, en la que se establece además el enriquecimiento con vitaminas B₁, B₂, niacina y ácido fólico. El objetivo principal de esta ley es lograr la cobertura parcial de las necesidades de la población, sobre todo de los grupos vulnerables como niños, ancianos y embarazadas, a través de un alimento de consumo masivo. En el caso del ácido fólico, se procura prevenir la deficiencia de esta vitamina en mujeres en edad fértil ya que si persiste en embarazadas, puede provocar nacimientos de niños con defectos en el tubo neural. En el caso del sulfato ferroso se intenta disminuir la anemia ferropénica de los grupos vulnerables. Después de la implementación de esta medida, el Ministerio de Salud de la Nación realizó la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNYS) (ENNYS, 2010) la cual arrojó datos en los que se pudo ver que la prevalencia de anemia en niños menores de 2 años y embarazadas seguía siendo alta, un 34,1% en los niños y un 30% en las embarazadas de todo el país. O sea que, aún contando con el programa materno infantil en el cual se enriquece la leche destinada a los lactantes (además de hierro, se adicionan zinc y ácido ascórbico) y la ley de enriquecimiento de harinas, el porcentaje de anemia sigue siendo elevado (Binaghi, y col., 2009). Con respecto a los niños menores de 2 años, la situación en las provincias del norte del país es aún más crítica ya que se observa una prevalencia de 38,6% en el NOA y de 45,7% en el NEA. La ENNYS también mostró que, a nivel nacional, el 35% de los niños de 6 a 72 meses de edad residían en hogares con necesidades básicas insatisfechas, mientras que en el NOA y en el NEA ascendían a 45% y 55,3%, respectivamente.

Respecto al calcio, a nivel nacional se pudo observar que el 28% de los niños menores de 2 años no cubrían la ingesta adecuada de este mineral, mientras que en el NOA y NEA, las cifras ascendían a 34,6% y 39%, respectivamente. El nivel socioeconómico familiar estaba relacionado con este déficit en la ingesta, ya que se observó una diferencia significativa al relacionar los tres grupos socioeconómicos estudiados respecto a la ingesta y al porcentaje de cobertura del requerimiento de calcio. En el caso de las embarazadas el porcentaje fue mayor, ya que un 88,5% no cubría la ingesta adecuada de este mineral, independientemente del nivel socioeconómico, siendo en este caso el calcio uno de los nutrientes mas críticos de este grupo (ENNYS, 2010)

En el caso del zinc el porcentaje de niños que no cubrían el nivel adecuado de ingesta respecto de este mineral fue de 11,6%, a nivel nacional, con niveles del 15,4% en el NOA y de 18,8% en el NEA. Considerando la condición económica de los hogares, la presencia de necesidades básicas insatisfechas no implicó una diferencia significativa en cuanto al porcentaje de niños con ingesta menor a la adecuada. El porcentaje de embarazadas con ingesta menor a la adecuada fue de 52,1%. Al igual que en el caso de los niños menores de 2 años el nivel socioeconómico no marcó una diferencia significativa respecto a este déficit (ENNYS, 2010).

Actualmente el Ministerio de Salud está organizando la realización de la Segunda Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNYS II) en el año 2015 lo que permitirá actualizar la información sobre el estado nutricional de la población y comparar la situación con las mediciones anteriores realizadas en 2004-2005 en el grupo materno-infantil, entre otros aspectos. También se procurará evaluar la efectividad del enriquecimiento de las leches de los programas y de la harina de trigo en función de los niveles de hierro y folatos, particularmente en la población de mujeres en edad fértil.

Aunque la fortificación de alimentos de consumo masivo es una de las estrategias costo-beneficio más utilizada para prevenir las deficiencias poblacionales de minerales, también sería una buena práctica el agregado a los alimentos de promotores de la absorción mineral, ya sea para mejorar la absorción del mineral propio de la matriz así como la del mineral de fortificación.

En nuestro país los hábitos alimentarios varían de acuerdo tanto al nivel socioeconómico como a las costumbres regionales. Es así como en el norte argentino persisten hábitos alimentarios heredados de la cultura andina, que incluyen al maíz como un insumo culinario clave. Este aparece en la mayoría de las preparaciones: mote, frangollo, polenta, tamales, humitas, etc. El mote se prepara mediante la cocción y remojo de los granos en una solución alcalina (cal o cenizas). El frangollo es maíz blanco molido en mortero y pelado. También es común el consumo de carne de llama y de una variada cantidad de guisos. Estas dietas son ricas en alimentos con alta cantidad de inhibidores de la absorción mineral.

Otros alimentos tradicionales son los elaborados a base de harina de algarroba, fruto del algarrobo blanco (*Prosopis alba*), especie arbórea especialmente abundante en las provincias nortenas. El uso alimentario de las vainas de algarrobo tiene sus raíces en las

culturas originarias de la región. La harina se destaca por su alto contenido de hierro y calcio. Sin embargo, dado que la harina se obtiene por molienda integral de las vainas de algarrobo, esto resulta en la presencia de polifenoles y fibra, que podrían interferir con la absorción de dichos minerales.

El consumo de infusiones (té, café, mate) también es habitual en nuestro país. En especial en la zona del litoral argentino está muy arraigado el consumo del mate, y si bien la yerba mate contiene una cantidad importante de minerales también posee una concentración elevada de polifenoles, que inhiben su absorción.

1.7. Contextos socioculturales diversos y grupos vulnerables

En los últimos años, se ha profundizado en el campo de la nutrición humana el estudio de las carencias específicas de micronutrientes en grupos vulnerables, más allá de los problemas de malnutrición calórico-proteica. Estas deficiencias pueden afectar el crecimiento y desarrollo físico y cognitivo de lactantes y niños, aún en países desarrollados. Como se mencionó previamente, las carencias de micronutrientes no están determinadas solamente por bajas ingestas, sino también porque la cantidad disponible para su absorción y utilización a partir de ciertos alimentos suele ser insuficiente

En distintos contextos socio-económicos y/o regionales se observan diferencias en el patrón alimentario que responden no sólo a la posibilidad de acceso a diversos tipos de alimentos en función de su precio y disponibilidad sino también a modelos culturales que suelen estar profundamente arraigados. Las prácticas de crianza en diversas situaciones también reflejan estas características y condicionan las pautas de alimentación de los niños tanto en lo que se refiere al tipo de alimento complementario que consumen como a las dietas combinadas a las cuales tienen acceso (WHO, 1998; Agarie, 2004; Lutter y Rivera; 2003).

A partir del sexto mes de vida por recomendación de los pediatras, la mayoría de los lactantes comienzan a incorporar papillas semisólidas, como parte de la alimentación complementaria. Estos alimentos complementarios juegan un rol muy importante en la nutrición infantil. En el caso particular de los minerales, tanto la composición de los

alimentos como de las dietas que los niños consumen, afectan la absorción y asimilación de estos micronutrientes (Olivares y col., 2001).

Otros grupos vulnerables, como las embarazadas y los ancianos, también pueden sufrir carencias específicas de micronutrientes. Dependiendo de su nivel sociocultural, sus dietas pueden variar en forma significativa.

En la encuesta nacional realizada en nuestro país se pudo observar que el patrón alimentario del grupo de embarazadas encuestadas variaba según el nivel socioeconómico, pero las carencias de nutrientes eran las mismas independientemente de las condiciones en las que vivían (ENNYS, 2010).

En la mayor parte de los países industrializados, los individuos de más de 60 años de edad forman el segmento de la población de mayor expansión. A pesar del aumento en la expectativa de vida, las personas de la tercera edad sufren riesgos para su salud derivados de la calidad inadecuada de su alimentación, que pueden derivar de numerosos factores (psicológicos, fisiológicos, económicos). Los problemas orales y dentales, así como la pérdida del apetito causada por enfermedades o fármacos, pueden sumarse a la génesis del mal estado de la nutrición. Aunque las personas de la tercera edad necesitan consumir menos calorías totales, tienen mayores necesidades de algunas vitaminas y minerales (Food and Nutrition Communication Nestlé, 2007).

Algunos estudios realizados en adultos mayores en Argentina y en otros países de la región (Ronayne de Ferrer y col., 2008) han mostrado ingestas inadecuadas de varios micronutrientes, en particular, de hierro, zinc y calcio. Un estudio realizado en la ciudad de Buenos Aires (Durán y col., 2000) mostró ingestas inadecuadas de magnesio y zinc en el 70% de los individuos, mientras que más del 70% mostraba ingestas insuficientes de hierro y calcio.

2- OBJETIVOS

2- OBJETIVOS

2.1. Objetivos generales

Los aspectos principales se focalizan en profundizar el conocimiento sobre la biodisponibilidad de minerales y sobre sus interacciones en diferentes matrices alimentarias y dietas relevantes a nivel local, con el fin de investigar el impacto de ciertos alimentos y bebidas de uso tradicional en la disponibilidad potencial de estos nutrientes.

Los objetivos generales del presente trabajo se dirigen a evaluar el aporte potencial de minerales esenciales en diferentes alimentos y/o dietas destinados a diferentes grupos vulnerables, entre ellos niños entre 6 meses y 2 años, embarazadas y adultos mayores de contextos socioculturales diversos, incluyendo dietas caseras, alimentos desarrollados para planes sociales y alimentos comerciales, así como alimentos autóctonos de diversas zonas del país, que son consumidos en preparaciones características a nivel regional.

Asimismo se contempla evaluar el efecto de diversos inhibidores y promotores de la absorción de los minerales, así como ensayar diferentes fuentes de hierro como posibles fortificantes, midiendo su dializabilidad, la que dependerá de su capacidad para formar complejos con los inhibidores o promotores de la absorción mineral.

2.2. Objetivos específicos:

a) Evaluar el contenido total y la dializabilidad de hierro, calcio y zinc en alimentos complementarios comerciales destinados a niños de 6 meses a dos años.

b) Evaluar el contenido total y la dializabilidad de hierro, calcio y zinc en los diferentes ingredientes individuales de las dietas caseras así como en las dietas completas de consumo habitual de este grupo etario.

- c) Determinar el contenido total y la dializabilidad de hierro, calcio y zinc en dietas infantiles con panes adicionados con diferentes fuentes de hierro, o agregado de algún promotor de la absorción, y combinadas con diferentes bebidas de consumo habitual.

- d) Determinar el contenido total y la dializabilidad de hierro, calcio y zinc en alimentos de planes sociales que son consumidos por parte de la población infantil de nuestro país.

- e) Determinar el contenido total y la dializabilidad de hierro, calcio y zinc en matrices alimentarias no tradicionales que pudieran contribuir al aporte de minerales en la dieta de grupos vulnerables de la población.

- f) Evaluar en las dietas mencionadas y en alimentos formulados la acción de los inhibidores y promotores de la absorción de minerales.

- g) Determinar el contenido total y la dializabilidad de hierro, calcio y zinc en alimentos regionales de consumo habitual en el norte de nuestro país.

- h) Determinar el aporte potencial de minerales en todos los alimentos antes mencionados, a partir de la dializabilidad obtenida y de la concentración total de los mismos.

- i) Determinar el contenido de fibra dietaria total en todos los alimentos antes mencionados

3-MATERIALES Y MÉTODOS

3-MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.MATERIALES

3.1.1. Alimentos complementarios: se prepararon y analizaron en el laboratorio los alimentos domésticos que suelen incorporarse a la dieta infantil con mayor frecuencia. Para evaluar las diferentes interacciones entre los minerales y los componentes de diversas matrices alimentarias y bebidas de consumo habitual, se realizaron en primera instancia combinaciones simples, que luego se ensayaron en dietas más complejas.

3.1.1.1. Combinaciones de pan enriquecido con sulfato ferroso (30 ppm de Fe), en cantidades iguales, con diferentes alimentos:

- a. Pan + zapallo
- b. Pan + papa
- c. Pan + sémola
- d. Pan + arroz
- e. Pan + acelga con salsa blanca
- f. Pan + manzana
- g. Pan + banana

3.1.1.2. Combinaciones de pan enriquecido con sulfato ferroso (30 ppm de Fe), en cantidades iguales, con diferentes bebidas.

- a. Pan + agua
- b. Pan + leche
- c. Pan + mate cocido
- d. Pan + mezcla mate:leche
- e. Pan + té
- f. Pan + bebida cola
- g. Pan + bebida artificial de naranja

3.1.1.3. Preparación de las bebidas estudiadas.

- a. Agua: agua mineral comercial
- b. Leche: leche entera ultrapasteurizada
- c. Mate cocido: se preparó calentando 10,5g de yerba mate en 400 ml de agua ultrapura hasta ebullición durante cinco minutos, luego se dejó en reposo durante 10 minutos y por último se coló la yerba mate
- d. Mezcla mate:leche: se la preparó en una relación 50:50, de mate cocido: leche
- e. Té: 1 saquito/250 ml de agua ultrapura a ebullición
- f. Bebida cola (BC): bebida cola comercial
- g. Bebida artificial a base de naranja (BAN): 24 g de polvo en 300 ml de agua ultrapura

3.1.2. Dietas de consumo habitual en niños de la primera infancia con los ingredientes antes mencionados

3.1.2.1. Dieta 1

INGREDIENTES	COMPOSICIÓN PORCENTUAL
ZAPALLO	15
PAPA	15
SÉMOLA	15
MANZANA	20
BEBIDA	30
PAN	5

- a. Dieta 1 + agua
- b. Dieta 1 + leche

- c. Dieta 1 + mate cocido
- d. Dieta 1 + mezcla mate:leche
- e. Dieta 1 + té
- f. Dieta 1 + bebida cola
- g. Dieta 1 + bebida artificial de naranja

3.1.2.2. Dieta 2

INGREDIENTES	COMPOSICIÓN PORCENTUAL
ACELGA	17
SALSA BLANCA	13
ARROZ	15
BANANA	20
BEBIDA	30
PAN	5

- a. Dieta 1 + agua
- b. Dieta 1 + leche
- c. Dieta 1 + mate cocido
- d. Dieta 1 + mezcla mate:leche
- e. Dieta 1 + té
- f. Dieta 1 + bebida cola
- e. Dieta 1 + bebida artificial de naranja

3.1.2.3. Además del pan enriquecido con sulfato ferroso (descrito y utilizado en los ensayos previos), se elaboraron panes con otras fuentes de hierro: bisglicinato ferroso y la sal férrica y de sodio de EDTA (EDTANaFe). En todos los casos la concentración final de este mineral fue de 30 ppm (nivel de enriquecimiento en Argentina).

3.1.2.4. También se ensayaron otros panes en combinación con las dietas, con y sin agregado de sulfato ferroso, a los que se les agregó alguno de los siguientes promotores de la absorción de hierro: ácido ascórbico, citrato de sodio y Na₂EDTA.

La concentración de los promotores de la absorción en los panes fue de 300 ppm de ácido ascórbico (AA), 1,2% de citrato de sodio y 30 mg% de Na₂EDTA.

Las relaciones finales Fe:promotor en cada uno de los panes fueron de 1:2 en el caso del pan con AA; 1:50 en el que tenía agregado de citrato y 1:1 en el pan con Na₂EDTA.

3.1.3. Alimentos infantiles comerciales

Se estudiaron los alimentos disponibles en el mercado al momento del estudio. Se muestrearon por lo menos dos unidades por tipo de alimento.

Dentro de los alimentos infantiles comerciales se encuentran dos tipos: polvos para preparar ya sea con agua o leche y alimentos listos para consumir.

3.1.3.1. Polvos para preparar

3.1.3.1.1. Producto en polvo para lactantes (a base de harina de arroz): Harina de arroz, Azúcar, Almidón de maíz, Agua, Carbonato de calcio, Fosfato disódico, Vitaminas (A, D, E, C, Niacina, Ácido pantoténico, B1, B6, Ácido fólico, Biotina), Sulfato de zinc, Fumarato ferroso, Emulsionante (Lecitina de soja), Aromatizante (Vainillina).

3.1.3.1.2. Producto en polvo para lactantes (a base de trigo y leche): Harina de trigo, Leche descremada en polvo, Azúcar, Grasa anhidra de leche, Agua, Mezcla de aceites (Aceite de maíz, Aceite de colza, Oleína de palma), Dextrosa, Carbonato de calcio, Fosfato disódico, Vitaminas (A, D, E, C, K, Niacina, Ácido pantoténico, B1, B2, B6, Ácido fólico, Biotina), Sulfato de zinc, Sulfato de cobre, Ioduro de potasio, Fumarato ferroso, Aromatizante (Vainillina).

3.1.3.1.3. Producto en polvo para lactantes (a base de harina de maíz): Harina de maíz, Azúcar, Agua, Fosfato disódico, Carbonato de calcio, Vitaminas (A, D, E, C, Niacina, Ácido pantoténico, B1, B6, Ácido fólico, Biotina), Sulfato de zinc, Fumarato ferroso, Emulsionante (Lecitina de soja), Aromatizante (Vainillina).

3.1.3.1.4. Producto en polvo para lactantes (a base de frutas): Harina de trigo, Azúcar, Pulpa Banana, Agua, Manzana, fumarato ferroso, Carbonato de calcio, Fosfato disódico, Vitaminas (A, D, E, C, Niacina, Ácido pantoténico, B1, B6, Ácido fólico, Biotina), Sulfato de zinc, Aromatizante (Vainillina).

3.1.3.1.5. Producto en polvo para lactantes (a base de trigo, cebada y avena): Harina de trigo, Azúcar, Agua, Harina de cebada, Extracto de malta, Harina de avena, Carbonato de calcio, Fosfato disódico, Vitaminas (A, D, E, C, Niacina, Ácido pantoténico, B1, B6, Ácido fólico, Biotina), Sulfato de zinc, Fumarato ferroso, Aromatizante (Vainillina).

3.1.3.1.6. Producto en polvo para lactantes (a base de trigo y miel): Harina de trigo, Azúcar, Agua, Miel, Carbonato de calcio, Fosfato disódico, Vitaminas (A, D, E, C, Niacina, Ácido pantoténico, B1, B6, Ácido fólico, Biotina), Sulfato de zinc, Fumarato ferroso, Aromatizante (Vainillina).

3.1.3.1.7. Producto en polvo para lactantes sin gluten: Harina parcialmente hidrolizada sin gluten (94/100g) (arroz, maíz y tapioca), jugo de uva procedente de concentrado (61g/100g), minerales (calcio, fósforo y hierro), aroma de vainilla y vitaminas (C, niacina, E, ác. pantoténico, B2, B6, B1, A, ác. Fólico, biotina, D y B12).

3.1.3.1.8. Producto en polvo para lactantes (a base de 8 cereales y miel): Harina parcialmente hidrolizada de 8 cereales (94g/100g) (trigo, maíz, arroz, avena, cebada, centeno, sorgo y mijo), jugo de uva procedente de concentrado (35g/100g), miel (7g/100g), minerales (calcio, fósforo y hierro), aroma de vainilla y vitaminas (C, niacina, E, ác. pantoténico, B2, B6, B1, A, ác. Fólico, biotina, D y B12).

3.1.3.1.9. Producto en polvo de trigo y semola: Harina de trigo enriquecida ley 25630, sémola, carbonato de calcio, niacina, hierro, oxido de zinc, ác, pantoténico, vitaminas B2, B6, B1, B12, ác. fólico. Colorante: cúrcuma.

3.1.3.1.10. Producto en polvo de trigo y sémola con espinaca: Harina de trigo enriquecida ley 25630, sémola, carbonato de calcio, espinaca deshidratada, niacina, hierro, oxido de zinc, ác, pantoténico, vitaminas B2, B6, B1, B12, ác. fólico. Colorante: cúrcuma y clorofila.

3.1.3.1.11. Producto en polvo de trigo y sémola con zapallo: Harina de trigo enriquecida ley 25630, sémola, zapallo deshidratado, azúcar, zanahoria deshidratada, carbonato de calcio, niacina, hierro, oxido de zinc, ác, pantoténico, vitaminas B2, B6, B1, B12, ác. fólico. Colorante: rocú.

3.1.3.1.12. Producto en polvo de trigo y sémola con tres vegetales: Harina de trigo enriquecida ley 25630, sémola, zapallo deshidratado, azúcar, zanahoria deshidratada, carbonato de calcio, espinaca deshidratada, niacina, hierro, oxido de zinc, ác. pantoténico, vitaminas B2, B6, B1, B12, ác. fólico. Colorante: cúrcuma, rocú y clorofila.

3.1.3.1.13. Producto en polvo de trigo y sémola con tres cereales: Harina de trigo enriquecida ley 25630, sémola, harina de maíz, azúcar, avena, carbonato de calcio, niacina, hierro, oxido de zinc, ác. pantoténico, vitaminas B2, B6, B1, B12, ác. fólico. Colorante: cúrcuma. Aromatizante: Vainilla.

Cabe destacar que estos alimentos fueron preparados tanto con agua como con leche en las proporciones indicadas en el rótulo.

3.1.3.2. Alimentos listos para consumir

Se analizaron solamente los que contenían una concentración de minerales cuantificable con el método utilizado.

3.1.3.2.1. Vegetales mixtos picados: Zanahoria, zapallo, papas, leche descremada, apio, mantequilla, harinas (maíz, arveja y arroz), almidón de maíz y sal.

3.1.3.2.2. Verduras mixtas coladas: Zanahoria, papa, apio, leche descremada, harinas (arveja, arroz y maíz), mantequilla, puré de tomate, almidón de maíz.

3.1.3.2.3. Verduras mixtas y cereales, colados: Agua, zanahoria, papas, harina de arroz, harina de trigo, arvejas, leche en polvo, zapallo, camote, cebolla, mantequilla, pimentón, sal, hierro (gluconato ferroso), zinc (sulfato de zinc), folato (ácido fólico).

Además, estos alimentos se estudiaron en mezclas con las bebidas descriptas en 1.3.

3.1.4. Alimentos de planes sociales:

Son alimentos entregados por el gobierno, dirigidos a familias que viven en situaciones socialmente desfavorables y de vulnerabilidad nutricional. Se analizaron dos alimentos fortificados con vitaminas y minerales pertenecientes al plan social de la provincia de Buenos Aires (Plan más Vida): un **Cereal Infantil**, a base de cereales, con vegetales; fortificado con vitaminas y minerales, sin gluten (ingredientes: harina de arroz, zapallo deshidratado, maltodextrina, proteínas lácteas, aceite vegetal hidrogenado, premix vitamínico-mineral que contenía Vitamina C, Vitamina B1, Niacina, Vitamina B6, Ácido Fólico, Hierro, Zinc, Cobre); y un **Postre infantil**, en polvo, sabor vainilla, fortificado con vitaminas y minerales (ingredientes: leche entera en polvo, azúcar, almidón de maíz, proteínas lácteas, premix vitamínico-mineral que contenía Hierro, Zinc, Vitamina C, Vitamina B1, Vitamina B2, Niacina, Vitamina A y Vitamina B6; saborizante de vainilla, colorante natural rocú).

Estos alimentos fueron preparados siguiendo las indicaciones del rótulo. El cereal fue reconstituido con leche y el postre, con agua.

Con estos alimentos se elaboraron las siguientes dietas básicas:

- a. Cereal infantil (CI)
- b. Mezcla del cereal infantil con el postre infantil (CI+PI)
- c. Cereal infantil con una naranja (CI+N),

Además, cada una de las dietas se mezcló con las bebidas descritas en 1.3 (excepto la mezcla mate:leche).

3.1.5. Matrices alimentarias no tradicionales

Se estudiaron materias primas y alimentos elaborados con fuentes no tradicionales como harina de plátano verde y productos de copetín o “snacks” diseñados con el fin de obtener formulaciones más saludables que las comerciales, fortificadas con minerales.

3.1.5.1. Harinas y pan de plátano verde

Se utilizaron muestras provenientes de Brasil, Ecuador y México, obtenidas en el marco del proyecto CYTED 106PI0297 “Bases científicas e tecnológicas para produção de alimentos funcionais a partir de plátano/banana verde” (2006-2008). Se trabajó con muestras de plátano verde de la variedad *Musa acuminata* subgrupo *Cavendish*.

Se analizaron muestras de harina integral, así como muestras de harina obtenidas de la pulpa del fruto, sometidas a diversos tratamientos, con o sin agregado de ácido cítrico.

Para obtener los distintos tipos de harina se emplearon los siguientes métodos:

- a) Harina integral de plátano: los plátanos verdes fueron pesados, lavados en solución aséptica, cortados en rodajas finas, remojados en solución de ácido cítrico (en los casos en que se realizó este tratamiento), luego fueron secados y molidos. Finalmente se tamizó y almacenó el producto obtenido.
- b) Harina integral de plátano precocida: los plátanos verdes fueron pesados, lavados en solución aséptica, cortados en rodajas finas, remojados en solución de ácido cítrico (en los casos en que se realizó este tratamiento); a continuación fueron sometidos a un autoclavado para realizar la precocción para luego secarlos y molerlos. Finalmente se tamizó y almacenó el producto obtenido.
- c) Pulpa: los plátanos verdes fueron pesados, lavados en solución aséptica, pelados a mano, inmediatamente lavados en solución de ácido cítrico (1g/l); las pulpas fueron cortadas en rodajas finas, y nuevamente remojadas en la misma solución de ácido cítrico. Las rodajas fueron secadas a 55°C y molidas. Finalmente se tamizó y almacenó el producto obtenido.

Las muestras analizadas fueron:

3.1.5.1.1. Muestras sin ácido cítrico

- a. Harina de pulpa de plátano (México)
- b. Harina de pulpa de plátano (Brasil)
- c. Harina integral de plátano precocida (Brasil)
- d. Harina integral de plátano precocida (Ecuador)
- e. Harina integral de plátano (Brasil)

3.1.5.1.2. Muestras con ácido cítrico

- a. Harina integral de plátano (Brasil)
- b. Harina de pulpa (Brasil)
- c. Harina de pulpa (Brasil)

3.1.5.1.3. Pan elaborado con harina de plátano verde

Se elaboró con la harina c descrita en 3.1.5.1.2 cuya procedencia corresponde a un grupo de investigación de Brasil, obtenida en la planta piloto de la Escuela Politécnica, Universidad de San Pablo. Se obtuvo a partir de *Musa acuminata*, subgrupo Cavendish (Nanicão) procedente de Vale do Ribeira, São Paulo.

A esta harina se la combinó en una mezcla 50:50 con harina comercial de trigo 000 enriquecida. Los ingredientes utilizados fueron 250g de harina de trigo, 250 g de harina de plátano verde, 10 ml de aceite, 10 g de leche descremada, agua y levadura desecada. La cocción se realizó en un horno de pan doméstico Moulinex OW 2000.

3.1.5.2. Productos de copetín o “snacks”

Se elaboraron en el ITA (Instituto de Tecnología de Alimentos), Santa Fe, y se utilizó un extrusor marca Brabender, cañón 20DN, monotornillo.

Las condiciones de extrusión fueron:

- a) Tamaño de boquilla: 3mm de diámetro y 20 mm de longitud.
- b) Relación de compresión del tornillo: 4/1.

- c) Velocidad de rotación del tornillo: 175 rpm´
- d) Temperatura del cañón y del cabezal de la boquilla: 192 °C.
- e) % Humedad de las muestras al momento de extrudir: 17%.

Se produjeron extrudidos de maíz: soja, en los cuales se estudió el efecto de los componentes de esta matriz alimentaria, así como el efecto del agregado de ácido ascórbico, citrato de sodio y EDTANa₂, a fin de evaluar su acción promotora, tanto en las muestras fortificadas como en las no fortificadas. La concentración final de hierro en las muestras fortificadas fue de 40 ppm.

- a- Extrudido maíz: soja
- b- Extrudido maíz: soja + ácido ascórbico (AA)
- c- Extrudido maíz: soja + citrato de sodio (Cit)
- d- Extrudido maíz: soja + EDTANa₂
- e- Extrudido maíz: soja + SO₄Fe (40 ppm)
- f- Extrudido maíz: soja + AA + SO₄Fe (40 ppm). Relación Fe:AA (1:8).
- g- Extrudido maíz: soja + Cit + SO₄Fe (40 ppm). Relación Fe:Cit (1:50).
- h- Extrudido maíz: soja + EDTANa₂ + SO₄Fe (40 ppm). Relación Fe:EDTA (1:1).

3.1.5.3. Infusiones de yerba mate

Si bien el mate es una bebida tradicional en nuestro país, no es habitual que se combine con fuentes de fortificación de hierro; por ello se lo incluye dentro de las matrices alimentarias no tradicionales.

Se utilizaron tres fuentes de hierro diferentes para fortificar:

- a) sulfato ferroso (SF)
- b) bisglicinato ferroso (BGF)
- c) ácido etilendiamino tetra acético sódico férrico (NaFeEDTA)

3.1.5.3.1. Mate cocido: se preparó calentando 5,25g de yerba mate en 200 ml de agua ultrapura hasta ebullición durante cinco minutos, luego se dejó en reposo 10 minutos más y por último se coló la yerba mate.

La fortificación de las infusiones se realizó 24 horas antes de realizar el estudio para lograr una distribución homogénea de las fuentes de hierro.

- a. Mate cocido (200 mL con 5,25 g de yerba mate). (**Mc**)
- b. Mate cocido (200 mL con 5,25 g de yerba mate) fortificado con SF. (**McSF**)
- c. Mate cocido (200 mL con 5,25 g de yerba mate) fortificado con BGF. (**McBGF**)
- d. Mate cocido (200 mL con 5,25 g de yerba mate) fortificado con EDTAFe. (**Mc EDTANaFe**)

3.1.5.3.2. Agua: se utilizó como control y se fortificó de forma análoga a las infusiones de mate cocido.

- a. Agua con SF. (**ASF**)
- b. Agua con BGF. (**ABGF**)
- c. Agua con EDTAFe. (**AEDTANaFe**)

3.1.5.3.3. Leches: se fortificaron de forma análoga a las infusiones de mate cocido.

- a. Leche fortificada con SF. (0.8mg Fe/100ml). (**LSF**)
- b. Leche fortificada con BGF. (0.8mg Fe/100ml). (**LBGF**)
- c. Leche fortificada con EDTAFe. (0.8mg Fe/100ml). (**LEDTANaFe**)

3.1.5.3.4. Mezclas mate cocido:leche: se prepararon en una relación 50:50

- a. Mezcla 200 mL de Leche fortificada con SF + 200 mL de Mate cocido (5,25 g de yerba mate). (**LSF+Mc**)
- b. Mezcla 200 mL de Leche fortificada con BGF + 200 mL de Mate cocido (5,25 g de yerba mate). (**LBGF+Mc**)
- c. Mezcla 200 mL de Leche fortificada con EDTANaFe + 200 mL de Mate cocido (5,25 g de yerba mate). (**LEDTANaFe +Mc**)

3.1.5.3.5. Infusión-cocción: se preparó calentando 5,25g de yerba mate en 200 ml de leche fortificada hasta ebullición durante cinco minutos, luego se dejó en reposo 10 minutos más y por último se coló la yerba mate.

a. Infusión-cocción de leche fortificada con SF (200 mL) con yerba mate (5,25 g).
(ICSF)

b. Infusión-cocción de leche fortificada con BGF (200 mL) con yerba mate (5,25 g).
(ICBGF)

c. Infusión-cocción de leche fortificada con EDTANaFe (200 mL) con yerba mate (5,25 g). (ICEDTANaFe)

Todas las muestras fueron evaluadas con y sin agregado de AA en relación Fe:AA 1:4, para evaluar el efecto promotor frente a las diversas fuentes de **hierro** y formas de preparación de las infusiones y sus mezclas con leche.

3.1.6. Alimentos regionales

3.1.6.1. Harina de algarroba y productos elaborados con harina de algarroba

3.1.6.1.1. Harina de algarroba

Fue provista por Geser (Grupo de Estudios Sobre Ecología Regional), procedente de la provincia de Formosa, Argentina, obtenida por molienda integral de las vainas maduras de algarrobo blanco (*Prosopis alba*). Esta harina es la que se utilizó como ingrediente de los productos artesanales que se describen en 3.1.5.1.2, 3.1.5.1.3 y 3.1.5.1.4.

3.1.6.1.2. Galletitas

Fueron elaboradas en la escuela Pan de Vida, Cáritas Buenos Aires, con los siguientes ingredientes: 240 g de harina de trigo 0000, 160 g de harina de algarroba, 10 g de polvo leudante, 200grs de manteca, 300 g de azúcar, 1 cucharadita (postre) de ralladura de limón, 1 cucharadita (postre) de miel y 1 huevo.

3.1.6.1.3. Budín

Fueron elaboradas en la escuela Pan de Vida, Cáritas Buenos Aires, con los siguientes ingredientes: 800 g de harina de trigo 0000, 600 g de harina de algarroba, 640 cc de aceite, 300 cc de leche, 300 cc de yogur bebible de vainilla, 1080 g de azúcar, 2 cucharaditas (té) de esencia de vainilla y 6 huevos.

3.1.6.1.4. Pan elaborado con harina de algarroba

El pan fue elaborado con una mezcla 25:75 de harina de algarroba y de harina comercial de trigo 000 enriquecida. Los ingredientes utilizados fueron 375 g de harina de trigo, 125 g de harina de algarroba, 10 ml de aceite, 10 g de leche descremada, agua y levadura desecada. La cocción se realizó en un horno de pan doméstico Moulinex OW 2000.

3.1.6.1.5. Galletitas dulces comerciales con harina de algarroba, avena con sabor vainilla

Ingredientes: harina 0000 enriquecida ley 25630, agua, harina de algarroba, fructosa, avena, jarabe edulcorante nutritivo (fructosa, dextrosa, maltosa, maltotriosa), aceite de girasol, huevos, fécula de maíz, sal, leudante químico: bicarbonato de sodio, INS 500II; saborizantes: esencia artificial de vainilla.

3.1.6.1.6. Budín comercial de algarroba con chía y fibras

Ingredientes: huevos, aceite de girasol, azúcar, harina 000 enriquecida ley 25630, cacao, harina de algarroba, sorbitol, leudante, fibra de avena, goma guar, inulina, semillas de chía, fécula, lecitina de soja, sal, emulsionantes 471, 433, 570, 525, 1520. Esencias.

3.1.6.2. Preparaciones tradicionales de consumo habitual por la población originaria de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy,

La selección de alimentos se realizó en el marco de un trabajo interdisciplinario con integrantes de la Escuela de Nutrición de la UBA, en base a encuestas realizadas en 48 hogares rurales cercanos a la localidad de Maimará.

Se obtuvieron muestras de alimentos a partir de las preparaciones elaboradas en los hogares encuestados y luego se reiteraron las mismas en el laboratorio de alimentos de la Escuela de Nutrición, reproduciendo las técnicas culinarias empleadas por los informantes. Los ingredientes regionales de las comidas fueron adquiridos en el mercado de Tilcara. Las comidas se mantuvieron a -20°C hasta ser analizadas.

Se analizaron alimentos característicos de la región, con maíz en diversas formas (mote, frangollo, polenta, maíz tostado), papas y papines, charqui, carne de llama, queso de cabra. El **mote** se prepara cociendo y remojando granos de maíz en una solución alcalina de cal o cenizas. El **frangollo es** maíz blanco molido en mortero y pelado. El **charqui** es carne salada y deshidratada.

3.1.6.2.1. **Sopa majada con charqui** (charqui de oveja, pimienta, apio, cebolla morada, ajo, choclo, sal, carne magra, sémola de maíz, habas y maíz blanco desgranado)

3.1.6.2.2. **Sopa con frangollo** (acelga, tomate, morrón, cebolla, zapallo plomo con cáscara, habas, arvejas frescas, sal, carne de puchero, frangollo)

3.1.6.2.3. **Mote con cebolla y huevo** (mote pelado con cenizas, cebolla y huevo.)

3.1.6.2.4. **Mote cocido suelto con cáscara**

3.1.6.2.5. **Mote con cenizas pelado**

3.1.5.6.6. **Sopa con arroz** (cebolla, zanahoria, zapallo, morrón, papa, carne, arroz, acelga, perejil)

3.1.6.2.7. **Guiso con carne y fideos** (cebolla, zanahoria, zapallo, carne vacuna, fideos mostacholes)

3.1.6.2.8. **Guiso con carne y arroz** (cebolla, zanahoria, morrón, tomate, carne vacuna, arroz, papa)

3.1.6.2.9. **Guiso con mote y panza** (cebolla, morrón, zapallo, mondongo, mote)

3.1.6.2.10. **Estofado de llama** (aceite, cebolla, zanahoria, papa, carne de llama, sal, pimentón y arroz)

3.1.6.2.11. **Guiso de charqui con papa verde** (grasa vacuna, cebolla, charqui, papas, sal y pimentón)

3.1.6.2.12. **Guiso de mote amarillo con panza** (cebolla, zanahoria, zapallo, mondongo, mote amarillo, sal y pimentón)

3.1.6.2.13. **Huevo estrellado o revuelto de huevo con mote** (mote pelado amarillo, cebollas y huevo)

3.1.6.2.14. **Pan de maíz o bollo de grasa** (grasa, harina de trigo, harina de maíz, levadura de cerveza seca, sal y agua)

3.1.6.2.15. **Estofado de cordero** (aceite, cebolla, zanahoria, papa, carne de cordero, sal, pimentón y arroz)

3.1.6.2.16. **Mote amarillo pelado y hervido.**

3.2-MÉTODOS

3.2.1. Dializabilidad de minerales

La dializabilidad de los minerales (D%) como un indicador de la biodisponibilidad potencial se determinó por medio de un método *in vitro* (Miller y col.,1981), modificado (Wolfgor y col., 2002). El procedimiento involucra una digestión enzimática en condiciones que simulan las fisiológicas. Cada muestra se homogeneiza para facilitar su posterior análisis. Alícuotas de 50 g de los homogeneizados se incuban con 5 ml de una solución acuosa al 3% de α -amilasa, durante 30 minutos a 37° C con agitación. Luego, el pH se ajusta a 2 con solución valorada de HCl 6N, y se agregan 1,6 ml de pepsina-HCl (16 g/100 ml en HCl 0,1N), incubándose la mezcla a 37° C durante dos horas, con agitación (digestión estomacal). Dos alícuotas de 15 g del digerido se colocan en erlenmeyers con bolsas de diálisis (Spectrapore Molecular Weight cut-off 6000-8000) conteniendo 18,75 ml de buffer PIPES 0,15 M y pH variable. El pH del buffer a utilizar se establece luego de hacer ensayos previos en base a la matriz alimentaria en estudio (Drago y col., ,2005), para obtener un pH final uniforme de $6,5 \pm 0,2$, al final de la segunda incubación a 37° C. Después de una hora de incubación, cuando el pH alcanza un valor mínimo de 4,5, se agregan 3,75 ml de una mezcla de bilis-pancreatina (2,5% bilis y 0,4% pancreatina en NaHCO₃ 0,1N) prosiguiéndose la incubación durante dos horas a 37° C (digestión intestinal). Las bolsas de diálisis son removidas y enjuagadas con agua ultrapura y los dializados se transfieren a tubos tarados y se pesan. Los minerales dializados se determinan por espectroscopia de absorción atómica. (AOAC, 2000 y Perking Elmer, 1971).

La dializabilidad mineral se calculó como el porcentaje del mineral dializado con respecto a la concentración total de mineral presente en cada muestra.

$$\text{Dializabilidad \% del mineral} = \frac{\text{mg de mineral en el dializado}}{\text{mg de mineral en el digerido}} \times 100$$

3.2.2. Concentración total de hierro, zinc y calcio

Las muestras se mineralizaron por vía húmeda con mezcla nitro-perclórica (50:50). Las determinaciones se realizaron por espectroscopía de absorción atómica en un equipo Perkin Elmer.

3.2.3. Calculo del aporte potencial

Se estableció el aporte potencial de cada mineral (AP) en las distintas combinaciones estudiadas teniendo en cuenta su concentración y su dializabilidad (Dyner et al., 2007).

$$\text{APFe} = ([\text{Fe}] \times \text{D}\% \text{Fe}) / 100$$

$$\text{APZn} = ([\text{Zn}] \times \text{D}\% \text{Zn}) / 100$$

$$\text{APCa} = ([\text{Ca}] \times \text{D}\% \text{Ca}) / 100$$

3.2.4. Fibra dietaria total

El contenido de fibra dietaria total (%FDT) se determinó en muestras secas y desgrasadas. Se utilizó la metodología AOAC 985.29 adoptada por un kit comercial de Megazyme[®]. El método implica una serie de tres digestiones enzimáticas en baño termostático con agitación: α -amilasa termoestable (30 min, 100°C, pH 6), proteasa (30 min, 60°C, pH 7,5 \pm 0,1) y amiloglucosidasa (20 min, 60°C, pH 4,5 \pm 0,2). Se utilizó como medio de incubación buffer fosfatos pH 6,0. Se reguló el pH en la 2ª y 3ª incubación utilizando soluciones de NaOH 0,275 N y HCl 0,325 N, respectivamente. Finalizada la última digestión se trató con 4 veces el volumen de trabajo con etanol 95° para precipitar la fibra soluble. Se dejó decantar al menos durante 1 hora a temperatura

ambiente. El residuo se filtró al vacío en un filtro Duran-Schott® n° 3 con Celite® acid washed, previamente tarado. El residuo se lavó con etanol 78°, etanol 95° y acetona. Los residuos se secaron hasta peso constante en estufa a 100°C y se pesaron.

Para realizar la corrección de los residuos por proteína y cenizas, en uno de los duplicados se determinó el contenido de proteína (AOAC, 2000) y en el otro el de cenizas (AOAC, 2000). Para obtener el %FDT se corrige el peso del residuo seco restando el % correspondiente al peso de proteína y cenizas contenido en él.

3.2.5. Análisis de los resultados

Para el análisis estadístico de las diversas muestras estudiadas se utilizó el software Instat.

3.2.6. Determinación de la adecuación nutricional mineral en los distintos grupos vulnerables

Se estudiaron cuatro grupos etarios diferentes:

- a) niños de 0 a 12 meses
- b) niños de 1 a 3 años
- c) niños de 4 a 7 años
- d) embarazadas
- e) adultos mayores

Para calcular el estado de adecuación de los minerales estudiados en los 4 grupos se compararon los valores de aporte potencial de cada mineral, de una o dos porciones para las diferentes dietas o alimentos analizados, con los requerimientos de cada mineral para cada uno de los cuatro grupos establecido y fijado por la FAO/OMS. (NAP, 2001; FAO/OMS, 2004).

Asimismo también se compararon los valores de concentración total de los minerales estudiados con los valores de ingesta diaria recomendada por la FAO/OMS para cada uno de estos grupos. (NAP, 2001; FAO/OMS, 2004).

En el caso particular de las embarazadas como valor diario de requerimiento de hierro se tomó el requerimiento promedio del segundo y tercer trimestre.

4- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ALIMENTOS COMPLEMENTARIOS

4-ALIMENTOS COMPLEMENTARIOS

La nutrición en los primeros meses de vida es crucial para el crecimiento y desarrollo de los niños. Es por ello que la lactancia materna exclusiva hasta los 6 meses y la calidad de los alimentos complementarios que se van incorporando a la dieta de los lactantes son de fundamental importancia (Taller Isla Margarita, 1994; O'Donnell, y Carmuega, 1996; Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, 1998; Comité de Nutrición. 2001; Guías Alimentarias para la Población Infantil. 2006).

El patrón de alimentación varía en los diferentes estratos socio-culturales no solo por la posibilidad de acceso a los alimentos, sino también por razones culturales. Es así que las prácticas de crianza influyen la duración de la lactancia, así como el tiempo de inicio de la alimentación complementaria y el tipo de alimentos introducidos (OMS, 1998; Dewey, y Brown, 2003).

Satisfacer las necesidades nutricionales durante el primer año de vida dependerá no sólo del aporte de nutrientes de la leche materna, sino también del contenido de nutrientes y de su biodisponibilidad en los alimentos complementarios. (OMS, 1998; Gibson, y Hotz, 2000)

La OMS define como "nutrientes problema" a aquellos para los cuales existe la mayor discrepancia entre su contenido en los alimentos complementarios y los requerimientos del niño. Se los identifica comparando la densidad de nutrientes deseable en los alimentos complementarios (cantidad de nutriente por 100 kcal) con las densidades nutricionales reales de los alimentos consumidos por los niños amamantados en diversas poblaciones (OMS, 1998).

De acuerdo con el informe de la OMS de 1998 (OMS, 1998), el hierro, el zinc, y el calcio se definieron como los nutrientes problema más importantes. La actualización de 2003 (Dewey, y Brown, 2003) también señaló al hierro y al zinc como nutrientes problema en la mayoría de los países en desarrollo. Por otra parte, según las cifras de requerimientos de FAO / OMS (FAO/WHO Expert Consultation. 2002), el calcio sería considerado también un nutriente problema en muchos casos.

Otro componente de los alimentos a considerar es la fibra dietaria ya que su presencia, conjuntamente con fitatos u oxalatos, puede interferir en la absorción de minerales. Si bien existen aún ciertas controversias, las recomendaciones actuales sugieren promover,

durante la infancia, un aumento gradual en la ingesta de alimentos ricos en fibra. Algunos autores consideran que, durante el segundo semestre de vida, la ingesta diaria puede incrementarse hasta 5 g/día (Agostoni, 1995; Gil Hernández, 2006) o bien que no debe superar 1 g/100 g alimento en los menores de 2 años (Sociedad Argentina de Pediatría, 2001).

A continuación se presentan los resultados de contenido y disponibilidad potencial de hierro, zinc y calcio en diversos tipos de alimentos complementarios. También se presenta su contenido de fibra.

4.1. RESULTADOS

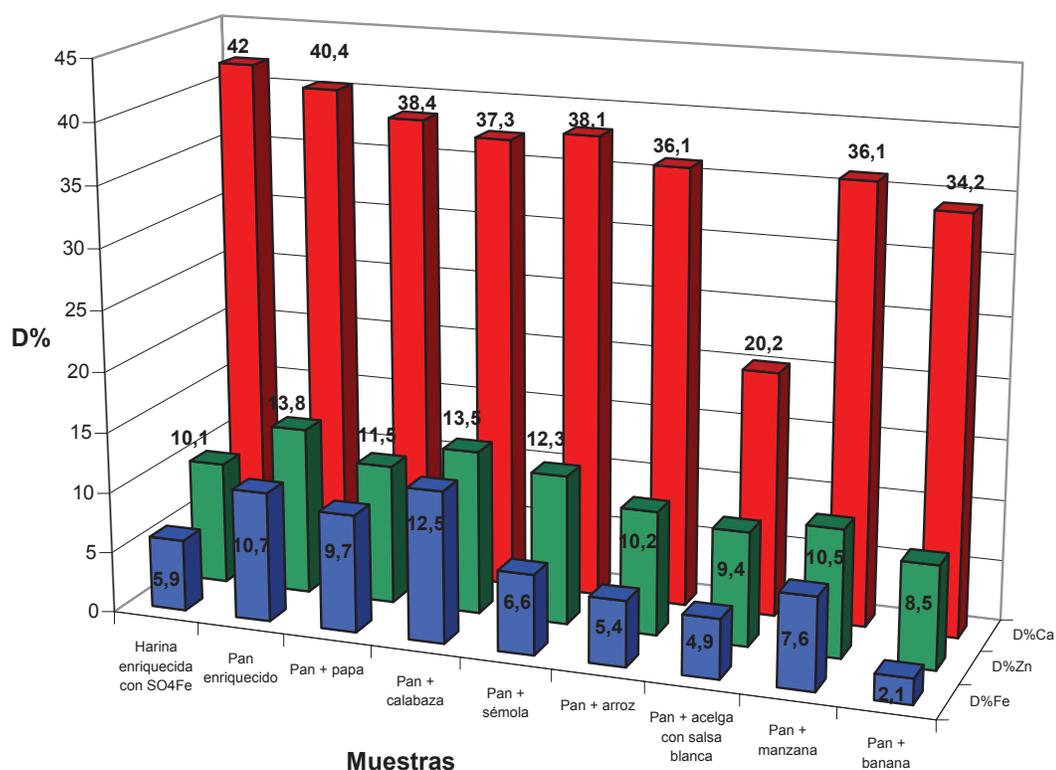
4.1.1. Dietas caseras de consumo habitual

Como primera elección se estudiaron alimentos complementarios caseros. Se eligieron alimentos que son habitualmente consumidos por niños de entre 6 meses y dos años. Inicialmente se estudió cada componente en forma separada, y posteriormente se diseñaron dos dietas de consumo habitual combinando los alimentos anteriormente estudiados. Los alimentos y bebidas se combinaron con pan elaborado con harina enriquecida con sulfato ferroso según ley 25630. Las dietas diseñadas incluyeron pan enriquecido y se combinaron con todas las bebidas estudiadas.

4.1.1.1. Combinaciones de pan enriquecido con sulfato ferroso (30 ppm de Fe), en cantidades iguales, con diferentes alimentos

En la Figura 4.1.1.1 se presentan los resultados de las dializabilidades porcentuales de hierro (D%Fe), zinc (D%Zn) y calcio (D%Ca).

Figura 4.1.1.1 Dializabilidad porcentual de Fe, Zn y Ca de mezclas 50:50 de pan enriquecido con SO_4Fe y diferentes alimentos



La harina presenta una baja dializabilidad del hierro de fortificación. Sin embargo, ésta aumenta durante el proceso de panificación, ya que en la fermentación panaria se degradan los fitatos, importantes inhibidores de la biodisponibilidad de hierro.

Al mezclar el pan con distintos alimentos se observan los siguientes efectos:

-La mezcla de pan con papa o con calabaza no presenta una variación importante, sólo hay una diferencia significativa con calabaza ($p < 0,05$).

-Para el caso de la sémola y el arroz se encontró una disminución significativa ($p < 0,01$) debido a un aumento en la concentración de fitatos presentes tanto en la sémola como en el arroz.

-Cuando al pan se lo mezcló con acelga con salsa blanca la disminución fue muy marcada ($p < 0,001$) ya que en este alimento se encuentran distintos tipos de inhibidores

de la dializabilidad de hierro: los oxalatos presentes en la acelga y las proteínas lácteas de la leche utilizada en la preparación de la salsa blanca.

-En las mezclas con frutas se observa una disminución significativa ($p < 0,05$), para la manzana y muy significativa ($p < 0,001$) en el caso de la banana; en ambos casos se evidencia el efecto de los polifenoles presentes, más marcado en esta última debido a la mayor concentración de los inhibidores.

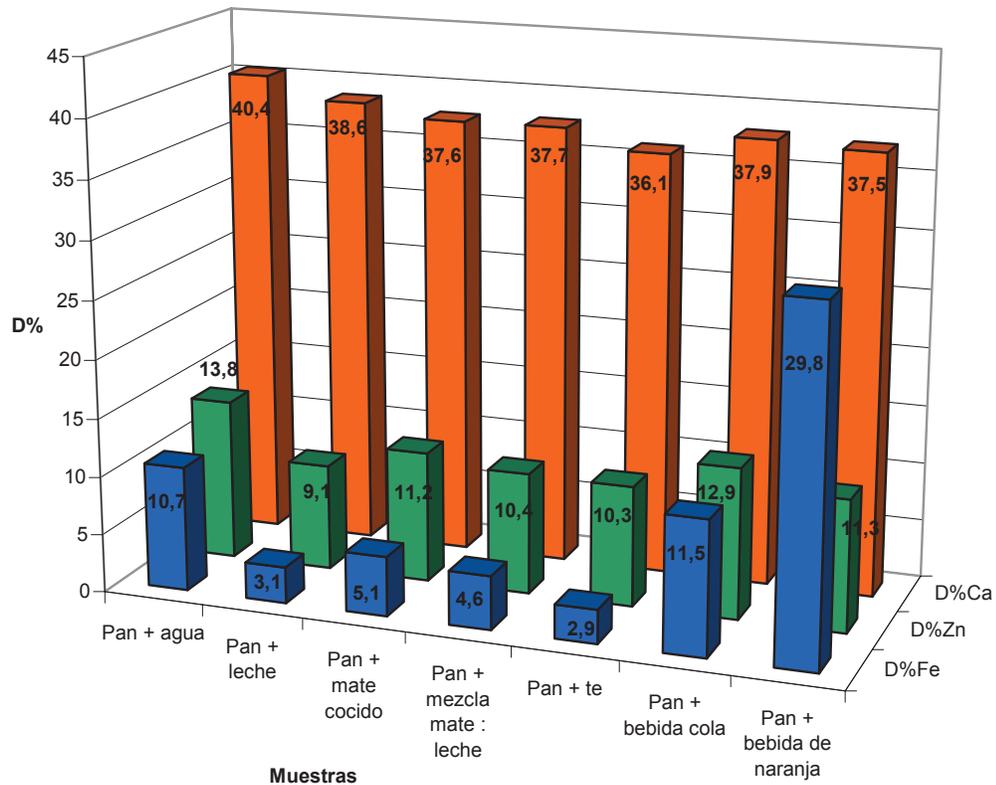
Para el caso de la D%Zn se puede observar un comportamiento similar al del hierro, ya que los mismos compuestos ejercen una acción inhibidora sobre ambos minerales.

En el caso particular del calcio solo se encontró una diferencia significativa ($p < 0,01$) en la mezcla del pan con la acelga con salsa blanca, debido a que los oxalatos presentes en la acelga forman quelatos con el calcio, impidiendo así su diálisis.

4.1.1.2. Combinaciones de pan enriquecido con sulfato ferroso (30 ppm de Fe), en cantidades iguales, con diferentes bebidas.

En la Figura 4.1.1.2. se presentan los resultados de las dializabilidades porcentuales de hierro (D%Fe), zinc (D%Zn) y calcio (D%Ca).

Figura 4.1.1.2 Dializabilidad porcentual de Fe, Zn y Ca de mezclas 50:50 de pan enriquecido con SO_4Fe y diferentes bebidas.



En las mezclas de pan con diferentes bebidas se observan los siguientes efectos con respecto a la muestra control (pan + agua):

-Cuando la bebida utilizada es leche la dializabilidad del hierro muestra una marcada disminución ($p < 0,001$) debido a la acción inhibitoria de las proteínas lácteas y el calcio, que forman complejos insolubles con el hierro impidiendo de esta manera su diálisis.

-Los polifenoles del té y del mate cocido disminuyen la dializabilidad de hierro del pan muy significativamente ($p < 0,001$).

-En la mezcla mate:leche se suma la acción inhibitoria de los polifenoles del mate a la de las proteínas de la leche.

-Cuando la bebida ensayada es la bebida cola, no se encuentra diferencia significativa con la muestra control.

-Con la bebida artificial de naranja el valor se triplica. Esto se debe a que en su composición se encuentran dos importantes promotores de la biodisponibilidad de hierro: el ácido ascórbico y el ácido cítrico.

Al analizar los datos obtenidos para el zinc se puede nuevamente observar un comportamiento similar al del hierro aunque no tan marcado. La excepción es la ausencia del efecto promotor de los ácidos ascórbico y cítrico de la bebida artificial de naranja.

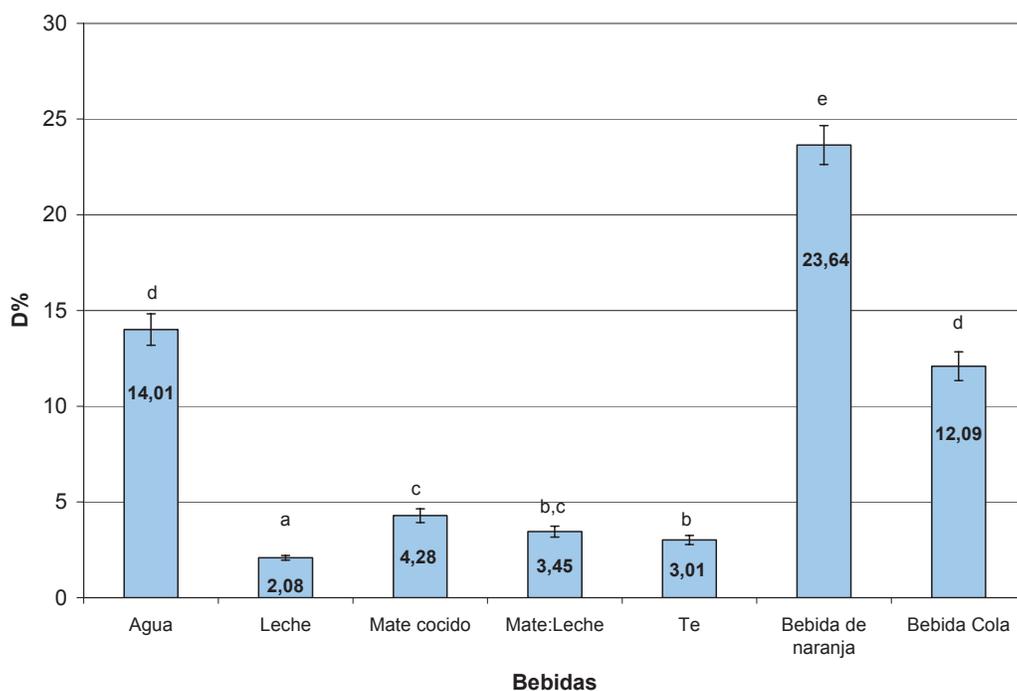
En el caso de la D%Ca no se encontraron diferencias significativas.

4.1.2. Dietas de consumo habitual.

4.1.2.1. Dieta 1.

La dieta 1 descrita en 1.4.1, fue combinada con diferentes bebidas; en las siguientes figuras se pueden observar los valores de D% para estas combinaciones.

Figura 4.1.2.1.1. D%Fe de la dieta 1 con diferentes bebidas

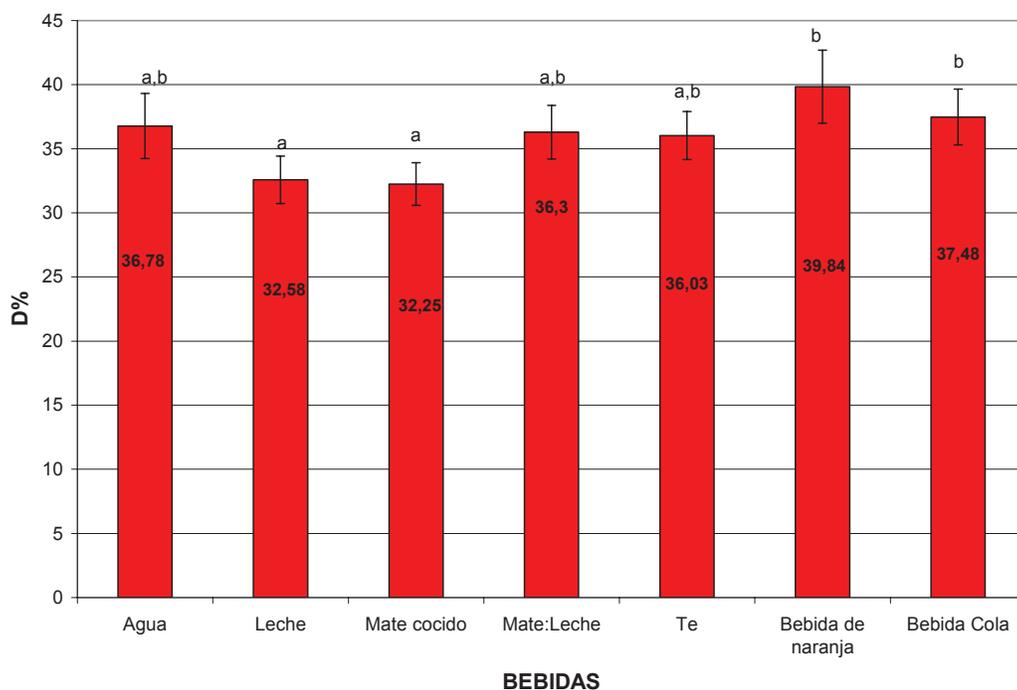


Letras diferentes indican diferencia significativa con $p < 0,05$.

Cuando se mezcló la dieta completa con diferentes bebidas se pudo observar el mismo comportamiento que se había observado en las mezclas con pan.

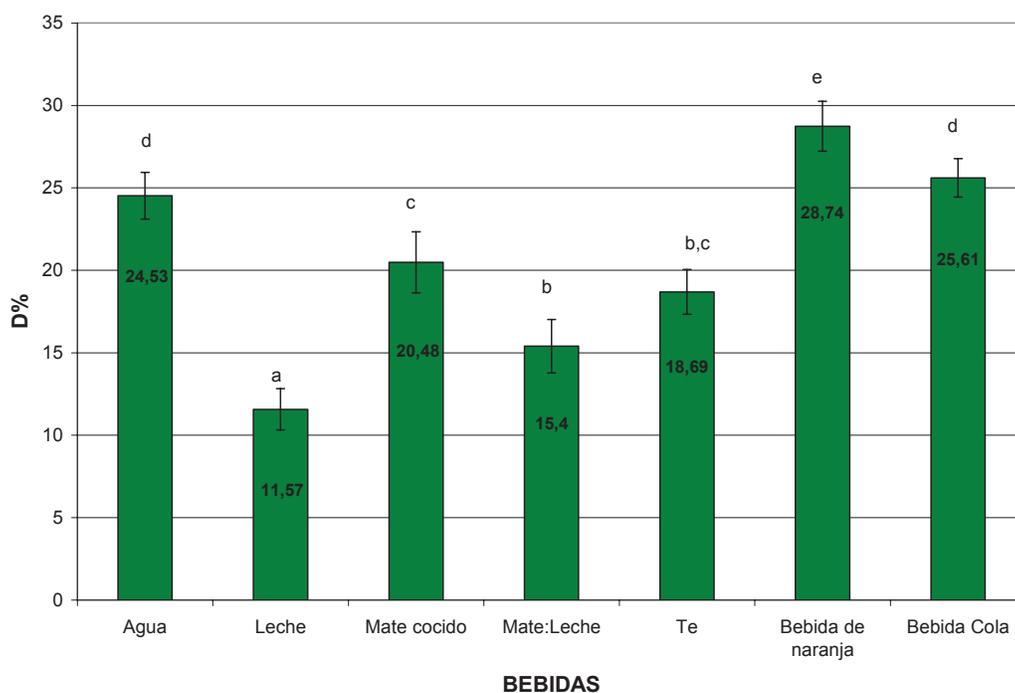
Se obtuvo un valor intermedio de D%Fe para las mezclas con agua y bebida cola, un aumento muy significativo cuando la bebida ensayada fue la de naranja y una disminución muy marcada cuando las bebidas ensayadas fueron leche, mate, té y mezcla mate:leche, debiéndose esto a la alta cantidad de inhibidores de la absorción mineral que poseen las mismas.

Figura 4.1.2.1.2. D%Ca de la dieta 1 con diferentes bebidas.



Letras diferentes indican diferencia significativa con $p < 0,05$.

Para el calcio las diferencias encontradas son pequeñas y no tendrían significación desde el punto de vista nutricional.

Figura 4.1.2.1.3. D%Zn de la dieta 1 con diferentes bebidas.

Letras diferentes indican diferencia significativa con $p < 0,05$.

La D%Zn muestra un comportamiento similar al del hierro si bien las mezclas ricas en inhibidores no tienen una disminución de la dializabilidad tan marcada, a pesar de mostrar diferencias significativas.

A diferencia de lo observado sólo con el pan (Figura 4.1.2.1), cuando la dieta se combinó con la bebida artificial de naranja se pudo observar el efecto promotor de los ácidos cítrico y ascórbico, que solubilizan al zinc y permiten que su absorción sea mayor.

En base al contenido total de los minerales presentes en los alimentos estudiados, se calculó el porcentaje de cobertura de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) para el grupo de lactantes de 6 a 12 meses así como el grupo de 13 a 24 meses (Institute of Medicine, 2001).

A fin de considerar tamaños de porciones adecuados para la edad, se realizó una estimación sobre la base de la cantidad máxima a ingerir, que está limitada por la capacidad gástrica de los niños y se calcula como el 3% del peso corporal (WHO, 1998). Si se toma en cuenta para el grupo de niños de entre 6 y 12 meses de edad un peso promedio de 8,5 kg, se estima un valor máximo de 255g que en la práctica sería probablemente algo menor. En base a estos cálculos se seleccionó una porción (equivalente a lo consumido en una comida) de 250 g. Estos datos se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 4.1.2.1.1 Concentración total de hierro (mg/100g) y porcentaje de cobertura de la IDR de hierro de una porción de la dieta 1 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

Hierro		porción 250g	porción 250g
Bebidas	mg/100g	% IDR 6-12m (11 mg/d)	% IDR 12-24m (7 mg/d)
Agua	0,30	7	11
Leche	0,49	11	18
Mate	0,33	8	12
Mate:leche	0,44	10	16
Té	0,38	9	14
Bebida de naranja	0,37	8	13
Bebida cola	0,37	8	13

Si bien el contenido de hierro es levemente mayor en las dietas que contienen leche como bebida, el % de cobertura de la IDR de la población de niños de 6 a 24 meses no mostraría mayores diferencias.

Tabla 4.1.2.1.2 Concentración total de calcio (mg/100g) y porcentaje de cobertura de la IDR de calcio de una porción de la dieta 1 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

Calcio		porción 250g	porción 250g
Bebidas	mg/100g	% IDR 6-12m (260 mg/d)	% IDR 12-24m (700 mg/d)
Agua	5	5	2
Leche	23	22	8
Mate	7	7	3
Mate:leche	23	22	8
Té	7	7	3
Bebida de naranja	7	7	3
Bebida cola	7	7	3

Como era de esperar, en el caso del calcio el porcentaje de cobertura de la IDR para ambos grupos es muy superior para las dietas que contienen leche, importante aportadora de este mineral. Se observa cómo una porción de las mismas lograrían cubrir alrededor de un 20% para los niños de 6 a 12 meses y cerca de 10% para los niños de 1 a 2 años.

Tabla 4.1.2.1.3. Concentración total de zinc (mg/100g) y porcentaje de cobertura de la IDR de zinc de una porción de la dieta 1 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

Zinc		porción 250g	porción 250g
Bebidas	mg/100g	% IDR 6-12m (3 mg/d)	% IDR 12-24m (3 mg/d)
Agua	0,18	15	15
Leche	0,21	18	18
Mate	0,17	14	14
Mate:leche	0,19	16	16
Té	0,24	20	20
Bebida de naranja	0,25	21	21
Bebida cola	0,21	18	18

En el caso del zinc no se observan diferencias significativas respecto del contenido así como tampoco del porcentaje de cobertura de la IDR en ambos grupos.

El aporte potencial (calculado a partir del contenido total y la dializabilidad) representaría la cantidad absorbida de un mineral una vez finalizado el proceso de digestión / diálisis. En base a estos valores se podría estimar el porcentaje de cobertura de los requerimientos, que representan la mínima cantidad de un nutriente que necesita un individuo para considerarse sano.

Hay que tener en cuenta que la metodología empleada es una metodología *in vitro* que estima la disponibilidad potencial, ya que no se tienen en cuenta factores endógenos ni el estado nutricional particular de cada individuo.

En las tablas siguientes se presentan los datos de aporte potencial de minerales en base al cual se calcula el porcentaje de cobertura del requerimiento diario para lactantes de 6 a 24 meses.

Tabla 4.1.2.1.4 Aporte potencial de hierro y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de hierro de una porción de la dieta 1 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

Hierro		porción 250g	porción 250g
Bebidas	Aporte potencial mg%	%Req 6-12m (0,72 mg/d)	% Req 13-24m (0,46 mg/d)
Agua	0,04	14	22
Leche	0,01	4	5
Mate	0,02	7	11
Mate:leche	0,02	7	11
Té	0,01	4	5
Bebida de naranja	0,09	31	49
Bebida cola	0,03	10	16

En este caso, al evaluar el porcentaje de cobertura del requerimiento se puede observar una marcada diferencia en el perfil de las distintas combinaciones. Cuando se evaluaba el porcentaje de adecuación de la IDR en la tabla 4.1.3.1.1 se podía ver que las combinaciones con leche eran las que aportaban más hierro. Sin embargo, cuando lo que se analiza es el aporte potencial, en el cual se pone en juego la dializabilidad del mineral estudiado, se puede ver una marcada diferencia. Es así como las combinaciones con leche, té y mate, al tener una gran concentración de inhibidores cubrirían un menor porcentaje del requerimiento diario de hierro en ambos grupos. Por el contrario, la combinación con la bebida artificial de naranja, si bien tiene una concentración menor a la de la leche, lleva a un porcentaje de cobertura del requerimiento mucho mayor, debido a su alta dializabilidad a expensas del alto contenido de promotores de la absorción.

Tabla 4.1.2.1.5 Aporte potencial de calcio y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de calcio de una porción de la dieta 1 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

Calcio		porción 250g	porción 250g
Bebidas	Aporte potencial mg%	% Req 6-12m (216 mg/d)	% Req 13-24m (240 mg/d)
Agua	1,7	2	2
Leche	6,8	8	7
Mate	1,6	2	2
Mate:leche	5,7	7	6
Té	2,6	3	3
Bebida de naranja	2,6	3	3
Bebida cola	2,7	3	3

En el caso del calcio se puede ver la relación entre el aporte potencial y la concentración del mineral. Como las dializabilidades de las diferentes combinaciones no mostraron diferencias significativas, en este caso el aporte potencial se ve influenciado sólo por la concentración. Debido a esto es que las combinaciones con leche son las que mayor porcentaje de cobertura del requerimiento muestran en los dos grupos, si bien en todos los casos es muy bajo.

Tabla 4.1.2.1.6 Aporte potencial de zinc y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de zinc de una porción de la dieta 1 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

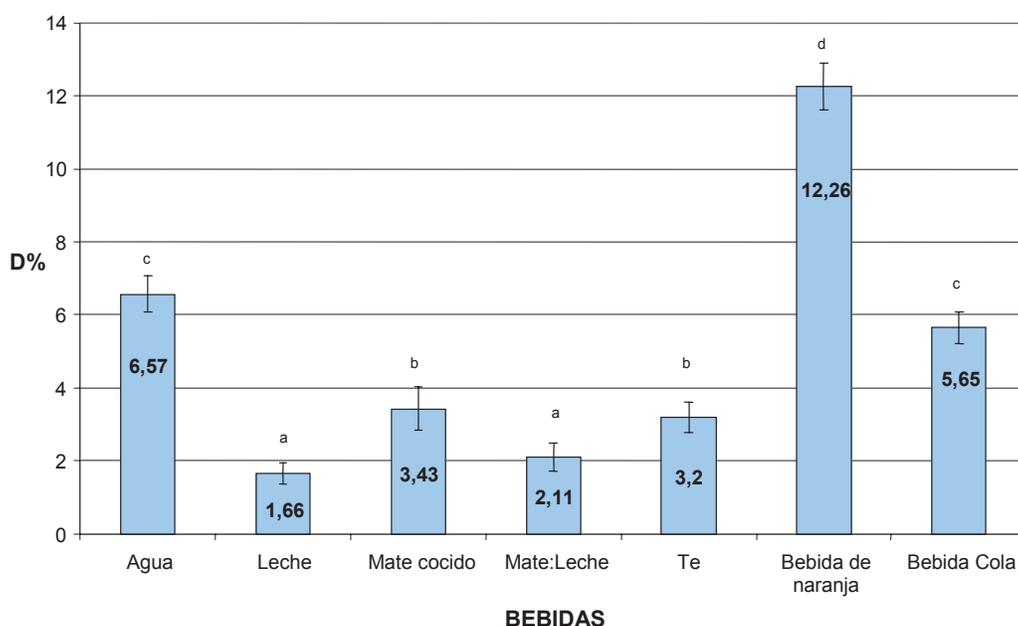
Zinc		porción 250g	porción 250g
Bebidas	Aporte potencial mg%	% Req 6-12m (0,77 mg/d)	% Req 13-24m (0,65 mg/d)
Agua	0,04	13	15
Leche	0,02	6	8
Mate	0,03	10	12
Mate:leche	0,03	10	12
Té	0,04	13	15
Bebida de naranja	0,07	23	27
Bebida cola	0,05	16	19

Para el zinc la dializabilidad tiene mayor influencia en el aporte potencial que la concentración, a expensas del contenido de promotores o inhibidores aportados por las diferentes bebidas estudiadas. En consecuencia, los porcentajes de cobertura de los requerimientos oscilan entre 6 y 27%, según los casos.

4.1.2.2. Dieta 2.

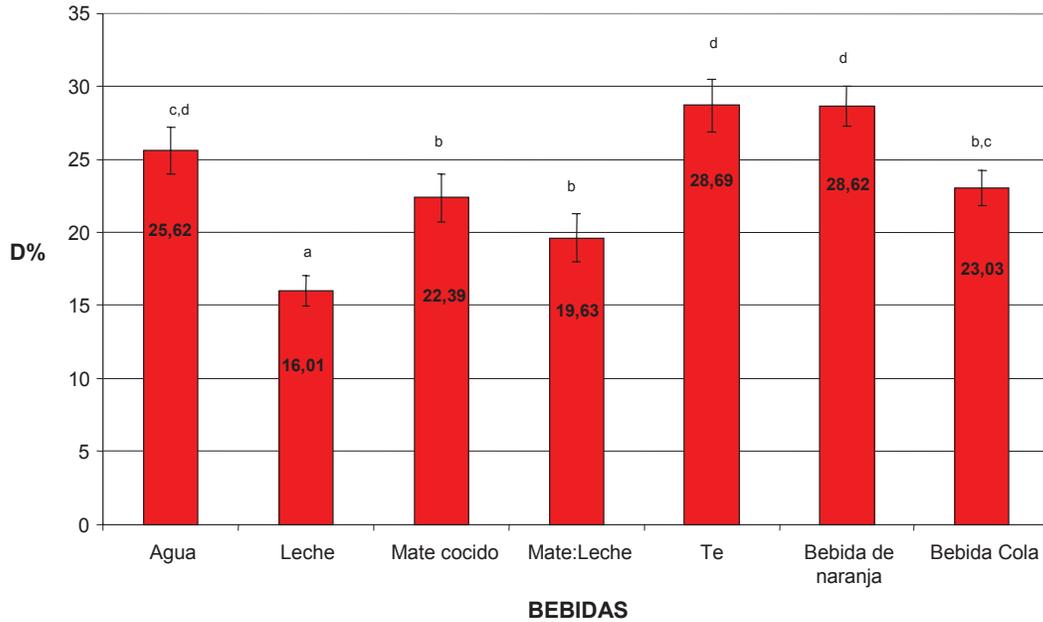
La dieta 2 descrita en 1.4.2, fue combinada con diferentes bebidas; en las siguientes figuras se pueden observar los valores de D% para estas combinaciones.

Figura 4.1.2.2.1. D%Fe de la dieta 2 con diferentes bebidas



Letras diferentes indican diferencia significativa con $p < 0,05$.

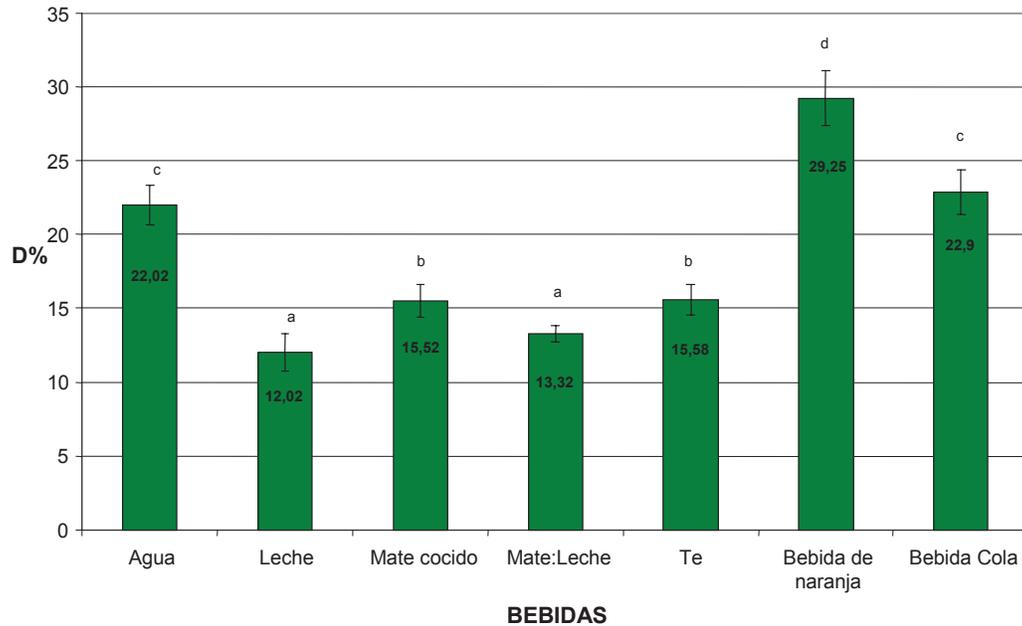
Al analizar los porcentajes de dializabilidad obtenidos con la dieta 2 se puede ver que el perfil es similar al encontrado en la Figura 4.1.3.1.1. Sin embargo, se observa que los valores son más bajos que los encontrados con la dieta 1; esto se debería a que la concentración de inhibidores de la dieta 2 es mayor. Entre ellos se encuentran los oxalatos de la acelga, las proteínas lácteas de la leche con la cual se prepara la salsa blanca, y los polifenoles de la banana.

Figura 4.1.2.2.2. D%Ca de la dieta 2 con diferentes bebidas

Letras diferentes indican diferencia significativa con $p < 0,05$.

También en el caso del calcio se observa que los porcentajes de dializabilidad obtenidos con esta dieta son mucho menores a los obtenidos en las combinaciones de estas bebidas con la dieta 1 como se muestra en la figura 4.1.3.1.2.

Es de destacar que entre los alimentos que componen la dieta 2 está la acelga, verdura de hoja rica en oxalatos. Estos son importantes inhibidores de la absorción del calcio. Por otra parte, se evidencia una importante diferencia significativa en la combinación de la dieta 2 con leche; posiblemente, el aumento de la concentración de este mineral hace más marcada la disminución de la dializabilidad.

Figura 4.1.2.2.3. D%Zn de la dieta 2 con diferentes bebidas

Letras diferentes indican diferencia significativa con $p < 0,05$.

Al analizar el comportamiento de las combinaciones de las diferentes bebidas con la dieta 2 respecto a la dializabilidad de zinc, se observa que es similar al de la dieta 1, con valores más bajos. Como ya se mencionó, esto obedece a una mayor concentración de inhibidores de la absorción de minerales. Por otra parte, el perfil es similar al del hierro.

En las tablas siguientes se presentan los datos de concentración total de minerales en base a la cual se calcula el porcentaje de cobertura de la ingesta diaria recomendada para lactantes de 6 a 24 meses.

Tabla 4.1.2.2.1 Concentración total de hierro (mg/100g) y porcentaje de cobertura de la IDR de hierro de una porción de la dieta 2 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

Hierro		porción 250g	porción 250g
Bebidas	mg/100g	% IDR 6-12m (11 mg/d)	% IDR 12-24m (7 mg/d)
Agua	0,28	6	10
Leche	0,34	8	12
Mate	0,30	7	11
Mate:leche	0,32	7	11
Té	0,27	6	10
Bebida de naranja	0,29	7	10
Bebida cola	0,28	6	10

No se encontraron diferencias significativas respecto al contenido de hierro. Por ende, el % de cobertura de la IDR de una porción no varía significativamente.

Tabla 4.1.2.2.2 Concentración total de calcio (mg/100g) y porcentaje de cobertura de IDR de calcio de una porción de la dieta 2 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

Calcio		porción 250g	porción 250g
Bebidas	mg/100g	% IDR 6-12m (260 mg/d)	% IDR 12-24m (700 mg/d)
Agua	15	14	5
Leche	37	36	10
Mate	16	15	6
Mate:leche	27	26	10
Té	12	11	4
Bebida de naranja	12	11	4
Bebida cola	13	13	5

Como ocurrió al analizar la dieta 1, las combinaciones con leche fueron las de mayor contenido de calcio y, por lo tanto, las que mostraron mayor porcentaje de cobertura.

Por otra parte, como la dieta 2 incluye leche entre sus ingredientes porque contiene salsa blanca, también se evidenció un mayor contenido de calcio en todas las combinaciones respecto a la dieta 1.

Tabla 4.1.2.2.3 Concentración total de zinc (mg/100g) y porcentaje de cobertura de la IDR de zinc de una porción de la dieta 2 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

Zinc		porción 250g	porción 250g
Bebidas	mg/100g	% IDR 6-12m (3 mg/d)	% IDR 12-24m (3 mg/d)
Agua	0,20	17	17
Leche	0,29	24	24
Mate	0,30	25	25
Mate:leche	0,31	26	26
Té	0,29	24	24
Bebida de naranja	0,26	22	22
Bebida cola	0,27	23	23

El contenido de zinc no mostró diferencias significativas entre las distintas combinaciones estudiadas salvo cuando la dieta fue combinada con agua.

En las tablas siguientes se presentan los datos de aporte potencial de minerales en base al cual se calcula el porcentaje de cobertura del requerimiento diario para lactantes de 6 a 24 meses.

Tabla 4.1.2.2.4 Aporte potencial de hierro y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de hierro de una porción de la dieta 2 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

Hierro		porción 250g	porción 250g
Bebidas	Aporte potencial mg%	%Req 6-12m (0,72 mg/d)	% Req 13-24m (0,46 mg/d)
Agua	0,02	6	10
Leche	0,01	2	3
Mate	0,01	4	6
Mate:leche	0,01	2	4
Té	0,01	3	5
Bebida de naranja	0,04	12	19
Bebida cola	0,02	5	9

A diferencia de lo observado al analizar el porcentaje de cobertura de la IDR, donde no se encontraron diferencias significativas, es muy marcada la diferencia en la adecuación respecto a los requerimientos de hierro a expensas de la dializabilidad, debido al contenido de distintos inhibidores y promotores de la absorción de minerales.

Tabla 4.1.2.2.5. Aporte potencial de calcio y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de calcio de una porción de la dieta 2 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

Calcio		porción 250g	porción 250g
Bebidas	Aporte potencial mg%	% Req 6-12m (216 mg/d)	% Req 13-24m (240 mg/d)
Agua	4,0	5	4
Leche	9,6	11	10
Mate	3,6	4	4
Mate:leche	5,3	6	4
Té	3,4	4	3
Bebida de naranja	3,4	4	3
Bebida cola	3,0	3	3

El mayor porcentaje de cobertura de los requerimientos corresponde a la combinación que contiene leche, por su mayor contenido de calcio. Con respecto a las otras bebidas no se evidenció una diferencia significativa, con valores muy bajos de cobertura.

Comparando el porcentaje de cobertura de una porción de estas combinaciones respecto a la de la dieta 1, se puede ver que si bien el contenido es aproximadamente el doble, la adecuación del requerimiento no lo es. Esto se debe a la menor dializabilidad de calcio de la dieta 2 debida a la presencia de oxalatos, como ya fue mencionado. Nuevamente queda en evidencia la importancia no sólo del contenido mineral de una dieta sino también del contenido de inhibidores o promotores de la absorción de ese mineral.

Tabla 4.1.2.2.6. Aporte potencial de zinc y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de zinc de una porción de la dieta 2 en combinación con diferentes bebidas para los lactantes entre 6 y 24 meses.

Zinc		porción 250g	porción 250g
Bebidas	Aporte potencial mg%	% Req 6-12m (0,77 mg/d)	% Req 13-24m (0,65 mg/d)
Agua	0,04	4	4
Leche	0,03	3	3
Mate	0,05	4	4
Mate:leche	0,04	4	4
Té	0,05	4	4
Bebida de naranja	0,08	7	7
Bebida cola	0,06	6	5

En la combinación con la bebida artificial de naranja, que es la que mayor porcentaje de cobertura de los requerimientos tiene, vuelve a evidenciarse la influencia del contenido de los promotores y de la alta dializabilidad del zinc sobre el aporte potencial. De todos modos, en general, los porcentajes de cobertura de los requerimientos son muy bajos.

4.1.2.3 Determinación de la concentración de fibra dietaria total en las dos dietas analizadas y porcentaje de cobertura de las ingestas en una porción según distintas recomendaciones.

Los valores obtenidos fueron:

Muestra	Fibra g/100g	porción 250g		
		Niños 6-12m %IR 5g/d*	Niños 12-24 m %IR 6-7g/d**	Niños 12-24 m %IA 19g/d***
Dieta 1	1,64	82	68-59	22
Dieta 2	2,10	>100	88-75	28

*Agostoni y col., 1995; Gil Hernández, 2006)

** Williams y col., 1995; Comité on nutrition, AAP, 1998)

*** NAS (American Heart Association, y col., 2006)

Se puede observar que una porción de cada dieta cubre un alto porcentaje de la IR de fibra para la población de niños de 6 a 12 meses de vida, pudiéndose observar que en el caso particular de la dieta 2 la cantidad aportada por porción es excesiva para los niños de esta edad. Por otra parte, para los niños de 1 a 2 años dos porciones de las mismas cubrirían alrededor del 50% de la IA establecida por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos (NAS), mientras que estarían por encima de las recomendaciones de la Academia Americana de Pediatría (AAP).

Existen muchas controversias en cuanto a la IR o IA para niños menores a 3 años, las que se describirán en la discusión.

4.1.3. Alimentos complementarios comerciales

Otras alternativas para conformar la dieta de los lactantes son los alimentos complementarios comerciales. Están elaborados a base de diferentes cereales en forma individual o en mezclas. Están formulados como para aportar a la población a la cual están destinados la cantidad adecuada de nutrientes para cubrir sus necesidades, que varían según el grupo etario. En el mercado existe una amplia variedad; además de diferentes cereales pueden contener frutas o vegetales deshidratados así como otros componentes. Se encuentran bajo dos presentaciones: polvos para preparar (con agua o leche) y alimentos listos para consumir.

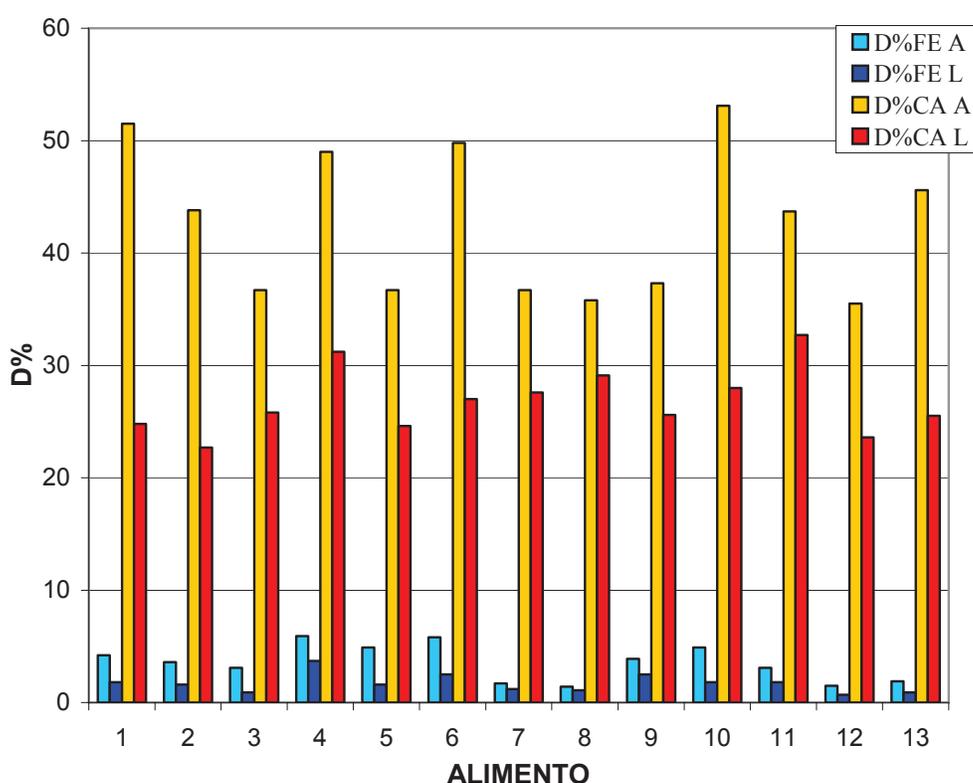
Estos alimentos están divididos en etapas según la edad de los niños para la cual están diseñados. Es así que se los divide en Etapa 1: destinados a niños de 6 meses de vida, Etapa 2: niños entre 7 y 9 meses; y Etapa 3: niños entre 9 y 12 meses.

4.1.3.1. Alimentos complementarios comerciales en polvo.

En la figura siguiente se pueden ver las D% de hierro y calcio obtenidas para los diferentes alimentos comerciales en polvo preparados con agua y con leche no fortificada con hierro. Cabe aclarar que si bien en las indicaciones de estos productos está detallada su preparación con leche, se decidió también prepararlos con agua para evidenciar el efecto de los inhibidores de la absorción mineral aportados por la leche.

Los siguientes resultados están agrupados según la etapa a la cual el alimento estaba destinado: los alimentos 1 a 3 corresponden a la etapa 1, del 4 al 8 a la etapa 2 y del 9 al 13 a la etapa 3.

Figura 4.1.3.1.1. D%Fe y D%Ca de alimentos complementarios en polvo preparados con leche y agua.



La dializabilidad mineral mostró una gran variabilidad. Se evidenció una marcada diferencia entre las muestras preparadas con agua respecto de las preparadas con leche. Como ya se mencionó, la leche ejerce un efecto inhibitorio importante sobre la disponibilidad del hierro ya que se forman complejos insolubles entre este mineral, el calcio de la leche y las proteínas lácteas. Por lo tanto, este mismo efecto explica la disminución en la dializabilidad del calcio.

Comparando los valores absolutos obtenidos para los alimentos preparados con agua, o bien con leche, se observaron diferencias entre ellos. Esto se podría atribuir a los ingredientes con los cuales estaban formulados los distintos productos así como también a la fuente mineral utilizada para fortificarlos o enriquecerlos.

Cabe destacar que los alimentos se pueden dividir en 3 grupos según la fuente de hierro utilizada como fortificante. Los productos 1, 2, 4, 5, 9 y 10 estaban fortificados con fumarato ferroso, el 6 y el 11 sólo declaraban hierro, y los productos 3, 7, 8, 12 y 13 contenían harina de trigo enriquecida según ley 25630, por lo tanto la fuente utilizada era sulfato ferroso.

Entre los alimentos 1, 2, 4, 5, 9 y 10 no se encontraron diferencias significativas. Entre el 6 y el 11, ambos fortificados con hierro elemental, hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) siendo la muestra 6 la de mayor dializabilidad. Esto se relaciona con la composición de cada producto, ya que el 6 solamente tenía dos cereales (arroz y maíz) y tapioca, mientras que el 11 contenía ocho (trigo, maíz, arroz, avena, cebada, centeno, sorgo y mijo) por lo que el contenido de ácido fítico sería más alto.

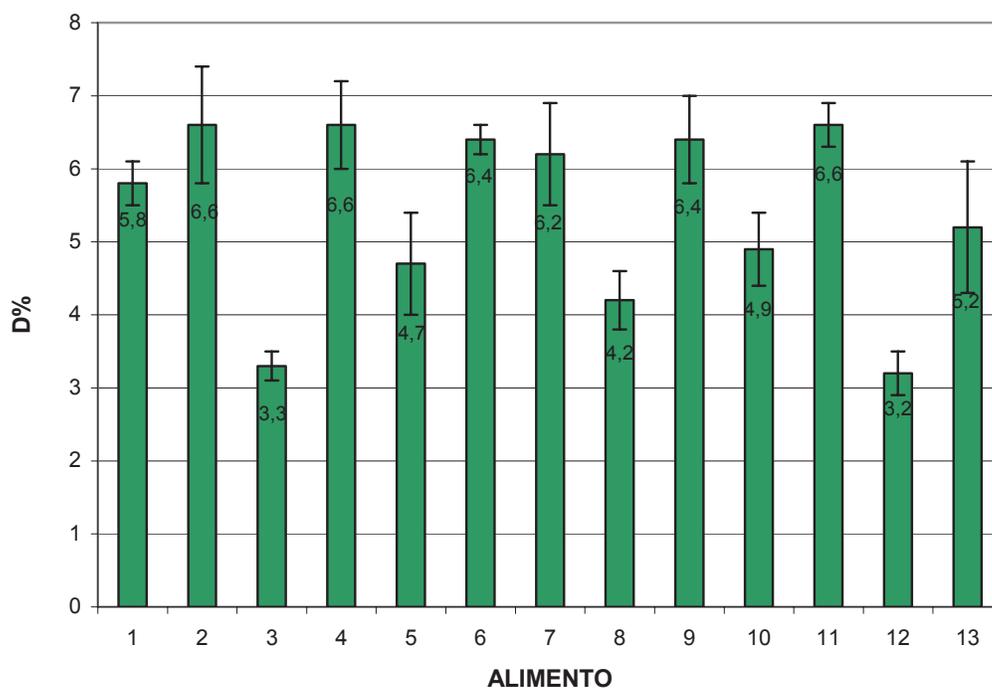
En cuanto a los alimentos 3, 7, 8, 12 y 13, si bien estaban fortificados con la misma fuente de hierro (sulfato ferroso) las diferencias entre ellos ($p < 0,05$) se atribuirían a la variedad en su composición. Mientras que el producto 3 sólo contenía harina de trigo y sémola, los demás tenían como ingredientes otros vegetales o cereales que incrementaban el contenido de inhibidores de la absorción.

En relación al calcio, la fuente de fortificación empleada fue siempre carbonato de calcio excepto en dos de ellos, en los que se declaraba sólo calcio.

Al analizar la $D\%Ca$, en los preparados con leche no se encontró una variación muy marcada, al contrario de lo observado cuando se prepararon con agua. Sin embargo, estas diferencias no resultan nutricionalmente significativas ya que en todos los casos dieron valores elevados, entre 35 y 50%.

A los alimentos en polvo preparados con leche también se les determinó la $D\%Zn$. A pesar de estar fortificados, los preparados con agua contenían niveles muy bajos de zinc, por debajo del límite de detección del método utilizado.

Figura 4.1.3.1.2. D%Zn de alimentos complementarios en polvo preparados con leche.



A semejanza de lo observado para el hierro y el calcio, la variación entre los valores obtenidos se debería a las complejas composiciones de los distintos alimentos estudiados. Respecto de las fuentes utilizadas también se puede dividir a los alimentos en tres grupos. Los productos 1, 2, 4, 5, 9 y 10 estaban fortificados con sulfato de zinc, el 6 y el 11 no la declaraban, y los productos 3, 7, 8, 12 y 13 estaban fortificados con óxido de zinc.

Al comparar las dializabilidades dependiendo de la fuente de zinc empleada para fortificar no es posible sacar una conclusión general.

Las fuentes empleadas en los alimentos 6 y 11, no declaradas, mostraron valores elevados, de buena disponibilidad. Los alimentos fortificados con sulfato de zinc mostraron, en general, valores más elevados que los encontrados en los alimentos fortificados con óxido de zinc.

En las tablas siguientes se presentan los datos de concentración total de minerales en base a la cual se calcula el porcentaje de cobertura de la ingesta diaria recomendada para lactantes de 6 a 12 meses. Además se presentan los datos de aporte potencial de minerales, y el cálculo del porcentaje de cobertura del requerimiento diario para lactantes de 6 a 12 meses, dependiendo de la etapa a la cual está destinado el alimento en estudio. En estos alimentos se consideró una porción de 180 g por ser la indicada en el envase para la preparación de la papilla.

Cabe destacar que los cálculos de cobertura se realizaron para las muestras preparadas con leche que es la forma de preparación indicada en el alimento.

Tabla 4.1.3.1.3. Concentración total de hierro (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial (AP) y cobertura del requerimiento de una porción de alimentos complementarios comerciales de la Etapa 1.

Alimento	Fe mg/100g	porción 180g	
		Niños 6-7meses %IDR 11 mg/d	AP Fe mg %
Alimento 1	1,6	26	0,07
Alimento 2	1,5	25	0,05
Alimento 3	2,7	44	0,08

Es importante destacar que sólo se encontró diferencia significativa en el contenido de hierro del alimento 3. Sin embargo, en el momento de evaluar el aporte potencial se observa que esta diferencia se equipara debido a la dializabilidad.

Teniendo en cuenta que los niños de 6 a 7 meses recién comienzan a incorporar alimentos a su dieta, y que en muchos casos reciben una suplementación de hierro por vía oral, se puede decir que el aporte de una porción, cercano al 20% de los requerimientos diarios es importante.

Tabla 4.1.3.1.4. Concentración total de hierro (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial (AP) y cobertura del requerimiento de una porción de alimentos complementarios comerciales de la Etapa 2.

Alimento	Fe mg/100g	porción 180g	
		Niños 7-9meses %IDR 11 mg/d	AP Fe mg %
Alimento 4	2,5	41	0,09
Alimento 5	1,9	31	0,04
Alimento 6	2,4	39	0,06
Alimento 7	2,1	34	0,03
Alimento 8	1,3	21	0,01

Salvo para el alimento 8, cuyo contenido de hierro es significativamente menor, nuevamente las diferencias se evidencian en el aporte potencial, más importante en los alimentos fortificados con fumarato ferroso (4, 5 y 6) respecto de los fortificados con sulfato ferroso (7 y 8).

Tabla 4.1.3.1.5. Concentración total de hierro (mg/100g), cobertura de la IDR aporte potencial (AP) y cobertura del requerimiento de una porción de alimentos complementarios comerciales de la Etapa 3.

Alimento	Fe mg/100g	porción 180g	
		Niños 9-12meses %IDR 11 mg/d	AP Fe mg %
Alimento 9	1,7	28	0,04
Alimento 10	1,4	23	0,03
Alimento 11	2,2	36	0,04
Alimento 12	2,5	41	0,02
Alimento 13	2,3	38	0,02

Los niños para los cuales están destinados estos alimentos reciben una dieta más variada que un niño de 6 meses que recién comienza a incorporarlos; por ello el aporte de una porción de alguno de estos alimentos, que cubriría cerca de 5 a 10% de los requerimientos diarios de hierro resulta importante.

Tabla 4.1.3.1.6. Concentración total de calcio (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial (AP) y cobertura del requerimiento de una porción de alimentos complementarios comerciales de la Etapa 1.

Alimento	Ca mg/100g	porción 180g	
		Niños 6-7meses %IDR 260 mg/d	AP Ca mg%
Alimento 1	55	38	14
Alimento 2	63	44	14
Alimento 3	112	78	29

Tabla 4.1.3.1.7. Concentración total de calcio (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial (AP) y cobertura del requerimiento de una porción de alimentos complementarios comerciales de la Etapa 2.

Alimento	Ca mg/100g	porción 180g	
		Niños 7-9meses %IDR 260 mg/d	AP Ca mg %
Alimento 4	68	47	21
Alimento 5	77	53	19
Alimento 6	109	75	28
Alimento 7	98	68	27
Alimento 8	59	41	17

Tabla 4.1.3.1.8. Concentración total de calcio (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial (AP) y cobertura del requerimiento de una porción de alimentos complementarios comerciales de la Etapa 3.

Alimento	Ca mg/100g	porción 180g		
		Niños 9-12 meses %IDR 260 mg/d	AP Ca mg%	Niños 9-12 meses % R 216 mg/d
Alimento 9	52	36	14	12
Alimento 10	56	39	16	13
Alimento 11	105	73	35	29
Alimento 12	116	80	28	23
Alimento 13	57	39	15	13

Como se observó en la figura 4.1.3.1.1 la D%Ca de los 13 alimentos estudiados preparados con leche varió entre 23 y 32. El contenido de calcio se encontró entre 52 y 116 mg/100g. Estas diferencias se deberían no sólo a que algunos de estos alimentos tienen leche entre sus ingredientes sino al grado de fortificación de los mismos.

La variación en el porcentaje de cobertura tanto de la IDR como del requerimiento dependería en mayor grado del contenido de calcio de los alimentos estudiados y en mucha menor medida de la dializabilidad del mineral.

Tabla 4.1.3.1.9. Concentración total de zinc (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial (AP) y cobertura del requerimiento de una porción de alimentos complementarios comerciales de la Etapa 1.

Alimento	Zn mg/100g	porción 180g	
		Niños 6-7meses %IDR 3 mg/d	AP Zn mg%
Alimento 1	0,08	5	0,005
Alimento 2	0,06	4	0,004
Alimento 3	0,12	7	0,004

Tabla 4.1.3.1.10. Concentración total de zinc (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial (AP) y cobertura del requerimiento de una porción de alimentos complementarios comerciales de la Etapa 2.

Alimento	Zn mg/100g	porción 180g	
		Niños 7-9meses %IDR 3 mg/d	AP Zn mg%
Alimento 4	0,2	12	0,013
n Alimento 5	0,2	12	0,009
Alimento 6	0,2	12	0,013
Alimento 7	0,07	4	0,004
Alimento 8	0,11	6	0,031

Tabla 4.1.3.1.11. Concentración total de zinc (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial (AP) y cobertura del requerimiento de una porción de alimentos complementarios comerciales de la Etapa 3.

Alimento	Zn mg/100g	porción 180g	
		Niños 9-12 meses %IDR 3 mg/d	APZn mg%
Alimento 9	0,07	4	0,004
Alimento 10	0,06	4	0,003
Alimento 11	0,1	6	0,007
Alimento 12	0,31	18	0,01
Alimento 13	0,12	7	0,006

En el caso del zinc, independientemente del grupo etario al que están destinados estos alimentos se observa que el porcentaje de cobertura tanto de los requerimientos como de la IDR es muy bajo. Esto se debería a que la cantidad de zinc utilizada para fortificar estos alimentos es muy baja, por lo que el aporte es prácticamente nulo.

4.1.3.1.1 Concentración de fibra dietaria total en las muestras analizadas.

Los valores obtenidos cada 100g de alimento listo para consumir fueron:

Alimento	Fibra g/100g	porción 180 g
		Niños 6-12m %IR 5g/d
1	1,4	50
2	0,7	25
3	0,3	11
4	0,2	7
5	0,9	32
6	0,9	32
7	0,9	32
8	1,2	43
9	1,0	36
10	0,7	25
11	0,6	22
12	0,6	22
13	0,6	22

Por los valores obtenidos podemos observar que salvo los alimentos 3 y 4 que aportan alrededor del 10% de la IR de fibra, podemos decir que una porción de los alimentos complementarios estudiados cubren un buen porcentaje de las necesidades diarias de fibra para los lactantes de entre 6 y 12 meses.

4.1.3.2. Alimentos complementarios comerciales listos para consumir.

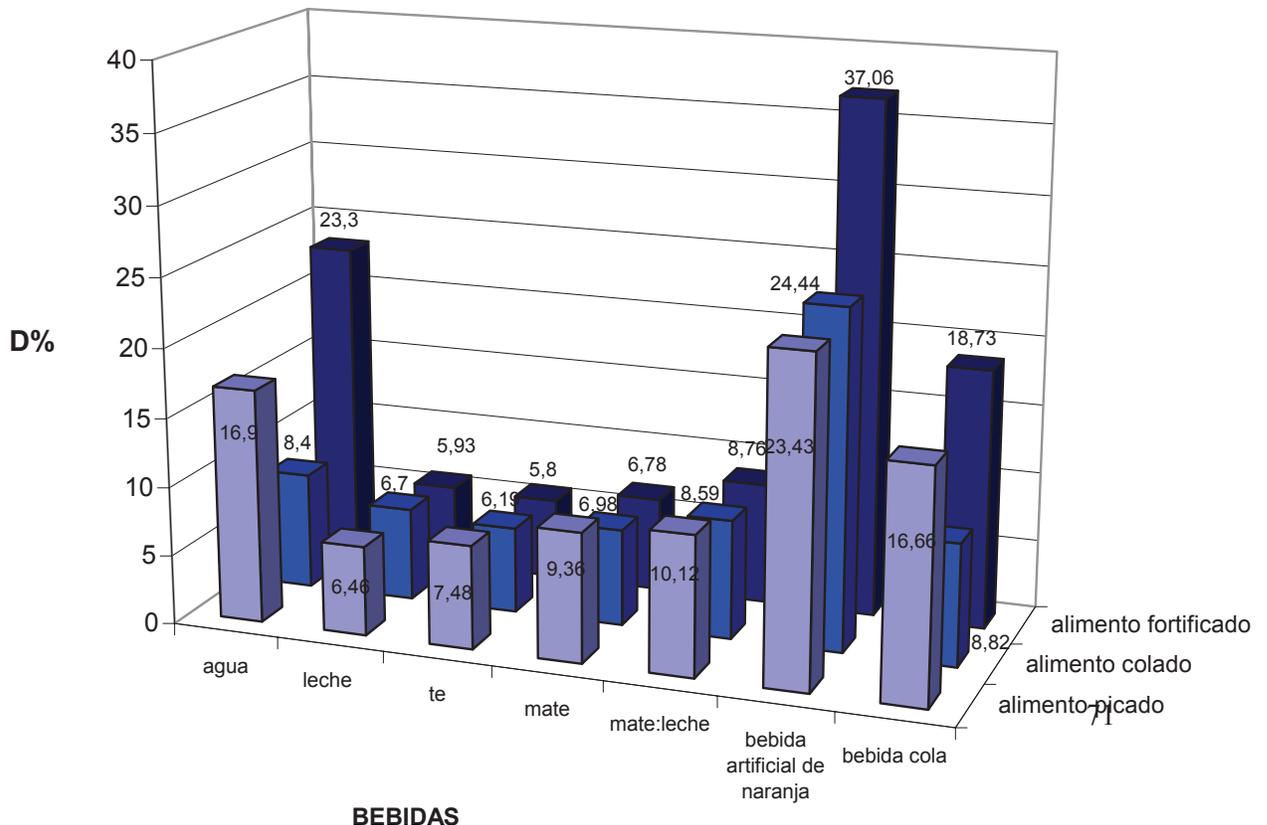
Si bien en el mercado existe una amplia variedad de alimentos complementarios listos para consumir, no todos aportan minerales o cantidades significativas de los mismos. Por ello se eligieron sólo aquellos que aportaban cantidades significativas de hierro, calcio y zinc, así como distintos tipos de presentación: uno colado a base de verduras destinado a niños que recién empiezan a incorporar alimentos (etapa 1), uno picado también compuesto por verduras para niños mayores (etapa 3) y un alimento colado, a base de verduras y cereales y fortificado con hierro y zinc (etapa 1).

En estos alimentos se consideraron las porciones correspondientes al tamaño del envase comercializado (132 g para el colado de etapa 1, 215 g para el picado de etapa 3 y 170 g para el colado, fortificado, de etapa 1)

Además a estos alimentos se los combinó con las mismas bebidas ensayadas con las dietas caseras.

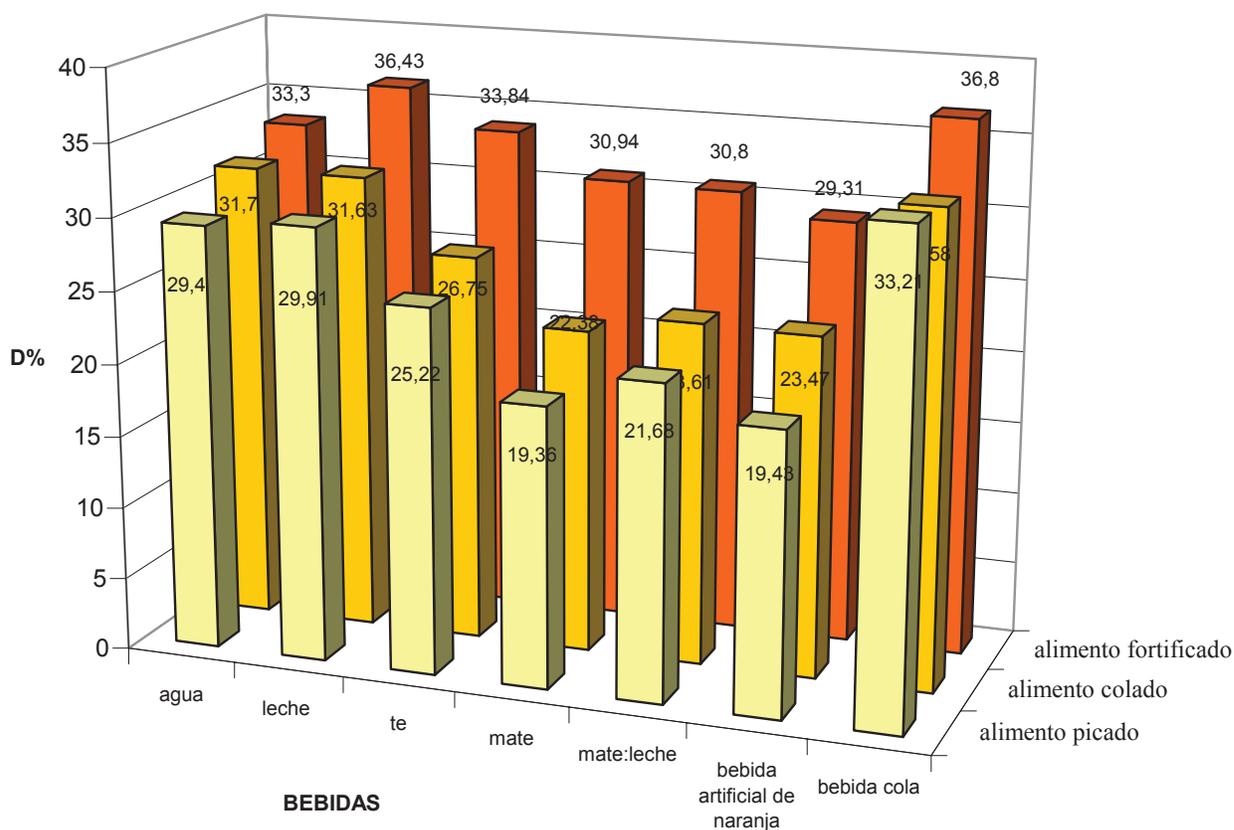
En las figuras siguientes se muestran los valores de D% de los tres minerales estudiados para las mezclas de los alimentos y de las bebidas.

Figura 4.1.3.2.1 D%Fe de alimentos comerciales listos para consumir combinados con diferentes bebidas.



Se observa que al combinar los tres alimentos estudiados con las bebidas que contienen inhibidores de la absorción de hierro, (leche, té, mate y mate:leche) se obtuvieron las menores dializabilidades en los tres alimentos estudiados, tomando el agua como bebida control, siendo las mezclas con leche y té las de valores más bajos en los tres casos. Cuando la bebida empleada fue la bebida artificial de naranja la muestra fortificada mostró un gran incremento respecto de las otras dos. En el caso de las combinaciones con agua y la bebida cola el alimento que se diferenció significativamente fue el colado ($p < 0,01$).

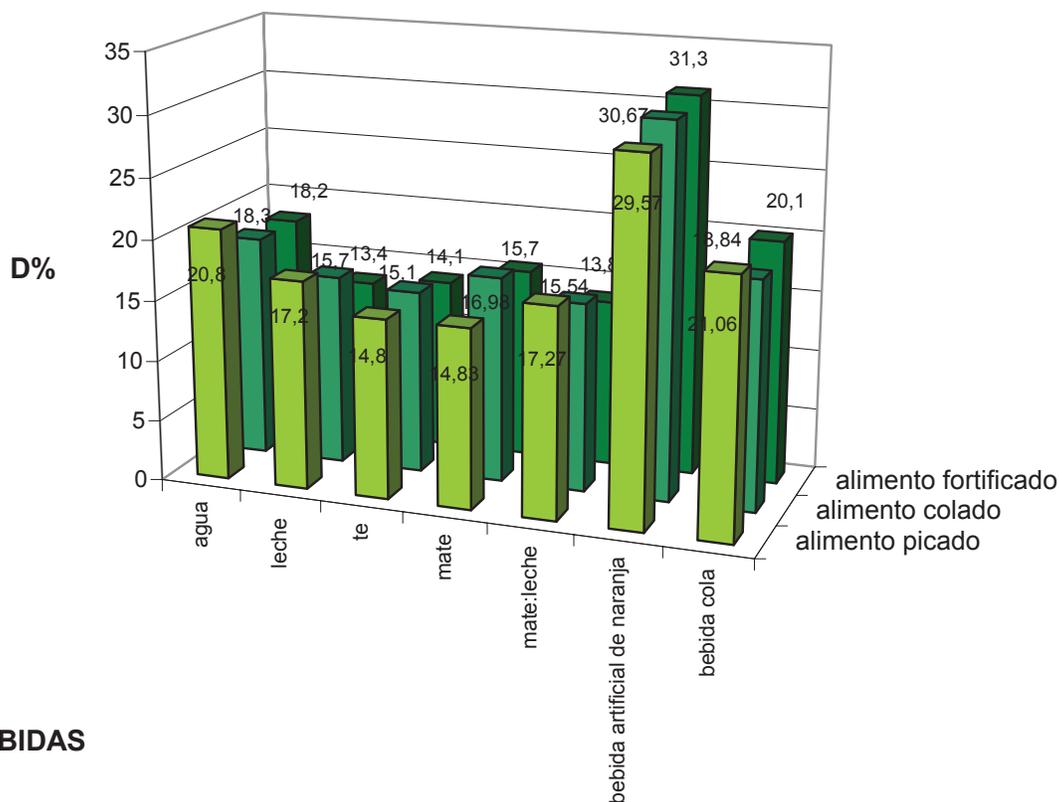
Figura 4.1.3.2.2 D%Ca de alimentos comerciales listos para consumir combinados con diferentes bebidas.



No se observó diferencia significativa entre el alimento colado y el picado pero sí de ambos respecto al fortificado ($p < 0,05$).

Esto podría deberse a la formulación de los tres alimentos, ya que el alimento fortificado difiere en su composición de los otros dos. Esta matriz diferente podría generar interacciones que promuevan la absorción de calcio o generar menos interacciones inhibitoras de la misma.

Figura 4.1.3.2.3 D%Zn de alimentos comerciales listos para consumir combinados con diferentes bebidas.



BEBIDAS

Como se puede observar, las diferencias significativas ($p < 0,05$) se correspondieron con los efectos inhibitoras (cuando las bebidas empleadas fueron leche, té, mate y mate con leche) o promotores (cuando la bebida empleada fue la bebida de naranja) propios de las

bebidas, no encontrándose un comportamiento diferente entre los tres alimentos estudiados.

En las tablas siguientes se informan el contenido total de los minerales con el cual se calcula el porcentaje de cobertura de la IDR para la etapa a la cual está destinado cada alimento estudiado. Por otra parte también se informa el aporte potencial de cada alimento estudiado mezclado con diferentes bebidas y se analiza la cobertura del requerimiento de los mismos para una porción de la mezcla.

En este caso el tamaño de la porción se calculó teniendo en cuenta la cantidad de alimento que había en el envase más la bebida (alrededor de un 20% del total).

Tabla 4.1.3.2.1. Concentración total de hierro (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario comercial colado de la Etapa 1 listo para consumir mezclado con diferentes bebidas (Tamaño de la porción 170g = 132g alimento + 38 g bebida)

Alimento colado	Fe mg/100g	Porción 170g		Porción 170 g
		Niños 6-7 meses %IDR 11 mg/d	AP Fe mg%	Niños 6-7 meses % R 0,72 mg/d
agua	0,24	4	0,02	5
leche	0,21	3	0,01	2
te	0,26	4	0,02	5
mate	0,30	5	0,02	5
mate:leche	0,26	4	0,02	5
Bebida cola	0,24	4	0,02	5
Bebida de naranja	0,29	5	0,07	17

Al analizar los porcentajes de cobertura de la IDR y del requerimiento para una porción de alimento colado mezclado con las diferentes bebidas se observa que el contenido y por lo tanto la IDR no muestran diferencias. Sin embargo cuando se analiza el aporte

potencial de una porción del alimento combinado con las bebidas, se observa que sólo una porción de la mezcla de alimento con la bebida de naranja aportaría una cantidad apreciable de hierro para este grupo de lactantes.

Tabla 4.1.3.2.2. Concentración total de hierro (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario comercial picado de la Etapa 3 listo para consumir mezclado con diferentes bebidas (Tamaño de la porción 260g = 215g alimento + 45 g bebida)

Alimento picado	Fe mg/100g	Porción 260 g	
		Niños 9-12 meses %IDR 11 mg/d	AP Fe mg%
agua	0,22	5	0,04
leche	0,24	6	0,02
te	0,27	6	0,02
mate	0,24	6	0,02
mate:leche	0,29	7	0,03
Bebida cola	0,23	5	0,04
Bebida de naranja	0,24	6	0,06

El comportamiento es similar al del alimento colado, tanto respecto del contenido como del porcentaje de cobertura de la IDR. Sin embargo, a diferencia del alimento colado, en este caso en el aporte potencial se evidencia en forma marcada la acción tanto de los promotores como de los inhibidores de la absorción de hierro, respecto al control con agua.

Tabla 4.1.3.2.3. Concentración total de hierro (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario comercial fortificado de la Etapa 1 listo para consumir mezclado con diferentes bebidas (Tamaño de la porción 210g = 170g alimento + 40 g bebida)

Alimento fortificado	Fe mg/100g	Porción 210 g	
		Niños 6-7meses %IDR 11 mg/d	AP Fe mg% Niños 6-7 meses % R 0,72 mg/d
agua	0,26	5	0,05
leche	0,28	5	0,02
te	0,30	6	0,02
mate	0,31	6	0,02
mate:leche	0,34	6	0,03
Bebida cola	0,27	5	0,05
Bebida de naranja	0,35	7	0,13

A pesar de estar rotulado como alimento fortificado, el contenido de hierro está apenas por encima de los anteriores, por lo que el porcentaje de cobertura de la IDR aumenta poco con respecto a los otros alimentos. Por otra parte, al analizar la cobertura del requerimiento se observa marcadamente el efecto de los inhibidores o promotores de las diferentes bebidas utilizadas para combinar con el alimento. Además la cantidad de hierro disponible en una porción es mayor respecto a los otros alimentos en algunas combinaciones.

Tabla 4.1.3.2.4. Concentración total de calcio (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario comercial colado de la Etapa 1 listo para consumir mezclado con diferentes bebidas.

Alimento colado	Ca mg/100g	Porción 170g	
		Niños 6-7 meses %IDR 270 mg/d	AP Ca mg%
agua	31	20	10
leche	56	35	22
te	34	21	9
mate	38	24	10
mate:leche	48	30	16
Bebida cola	37	23	15
Bebida de naranja	33	21	8

Tabla 4.1.3.2.5. Concentración total de calcio (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario comercial picado de la Etapa 3 listo para consumir mezclado con diferentes bebidas.

Alimento picado	Ca mg/100g	Porción 260g	
		Niños 9-12 meses %IDR 260 mg/d	AP Ca mg%
agua	32	32	9
leche	61	61	18
te	39	39	10
mate	40	40	8
mate:leche	45	45	10
Bebida cola	38	38	13
Bebida de naranja	41	41	8

Tabla 4.1.3.2.6. Concentración total de calcio (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario comercial fortificado de la Etapa 1 listo para consumir mezclado con diferentes bebidas.

Alimento fortificado	Ca mg/100g	Porción 210g	
		Niños 6-7meses %IDR 270 mg/d	AP Ca mg%
agua	33	26	8
leche	46	36	11
te	38	30	12
mate	39	30	13
mate:leche	41	32	15
Bebida cola	38	30	12
Bebida de naranja	36	28	12

En los tres alimentos la mayor diferencia se observa respecto del contenido y por lo tanto del porcentaje de cobertura de la IDR, cuando la bebida utilizada es la leche. Respecto de los requerimientos y aporte potencial en el alimento fortificado la variación es menor debido a que las dializabilidades no mostraron diferencias significativas entre las bebidas.

Tabla 4.1.3.2.7. Concentración total de zinc (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario comercial colado de la Etapa 1 listo para consumir mezclado con diferentes bebidas.

Alimento colado	Zn mg/100g	Porción 170g	
		Niños 6-7meses %IDR 3 mg/d	AP Zn mg%
agua	0,23	13	0,04
leche	0,33	19	0,05
te	0,25	14	0,04
mate	0,32	18	0,05
mate:leche	0,33	19	0,05
Bebida cola	0,28	16	0,05
Bebida de naranja	0,25	14	0,08

Tabla 4.1.3.2.8. Concentración total de zinc (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario comercial picado de la Etapa 3 listo para consumir mezclado con diferentes bebida.

Alimento picado	Zn mg/100g	Porción 260 g	
		Niños 9-12meses %IDR 3 mg/d	AP Zn mg%
agua	0,23	20	0,05
leche	0,32	28	0,06
te	0,21	18	0,03
mate	0,29	25	0,04
mate:leche	0,32	28	0,06
Bebida cola	0,24	21	0,05
Bebida de naranja	0,26	23	0,08

Tabla 4.1.3.2.9. Concentración total de zinc (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario comercial fortificado de la Etapa 1 listo para consumir mezclado con diferentes bebidas.

Alimento fortificado	Zn mg/100g	Porción 210 g	
		Niños 6-7meses %IDR 3 mg/d	AP Zn mg% Niños 6-7 meses % R 0,65 mg/d
agua	0,24	17	0,04
leche	0,21	15	0,03
te	0,21	15	0,03
mate	0,23	16	0,04
mate:leche	0,22	15	0,03
Bebida cola	0,21	15	0,04
Bebida de naranja	0,24	17	0,08

En cuanto al zinc, no se encuentran variaciones significativas en cuanto al contenido. La variación significativa más marcada es en la mezcla de los tres alimentos con la bebida de naranja debido a su mayor dializabilidad y consecuentemente un incremento en el aporte potencial y en la cobertura del requerimiento.

4.1.3.2.1. Concentración de fibra dietaria total en las tres muestras analizadas.

Los valores obtenidos fueron:

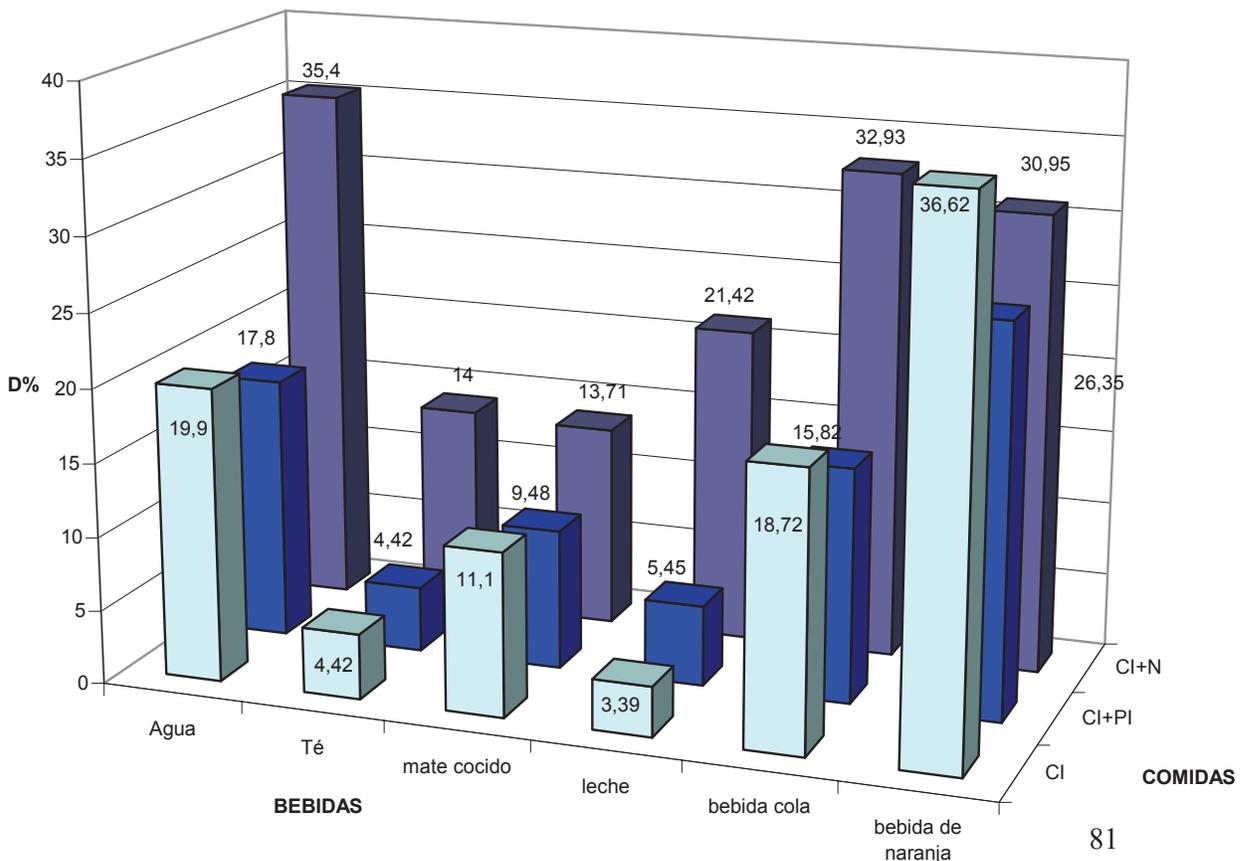
Muestra	Fibra g/100g	porción
		Niños 6-12m %IR 5g/d
Alimento colado	1,5	40
Alimento picado	1,5	65
Alimento fortificado	2,9	99

Se observa que una porción de estos alimentos complementarios comerciales muestran un aporte diario alto de fibra, que resulta excesivo en el alimento fortificado.

4.1.4. Alimentos complementarios de planes sociales

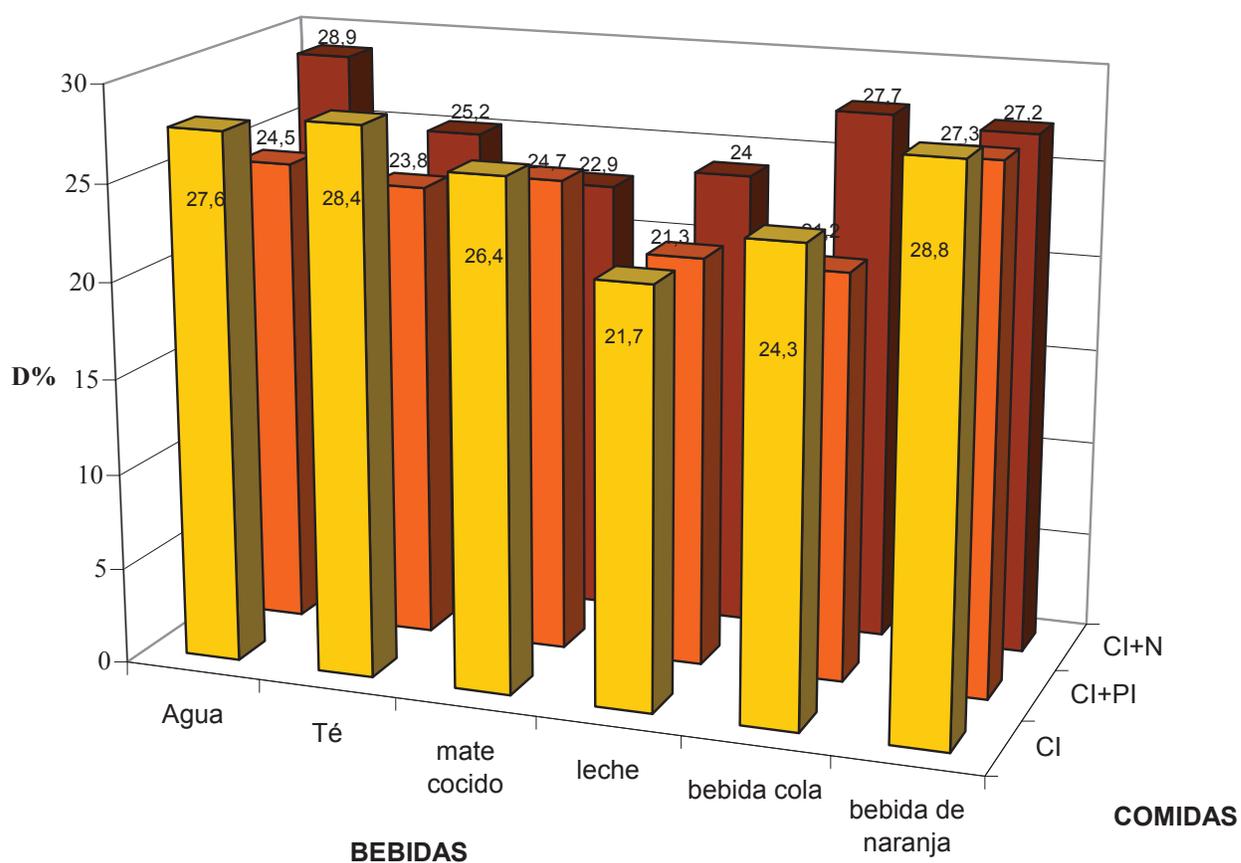
Son alimentos entregados por el gobierno, dirigidos a familias que viven en situaciones socialmente desfavorables y de vulnerabilidad nutricional. Se analizaron dos alimentos fortificados con vitaminas y minerales pertenecientes al plan social de la provincia de Buenos Aires: un cereal infantil (CI) y un postre infantil (PI). Las bebidas se combinaron con el CI solo o en combinación con el PI (CI + PI) y con una naranja (CI + N).

Figura 4.1.4.1. D%Fe de dietas elaboradas con alimentos pertenecientes a planes sociales.



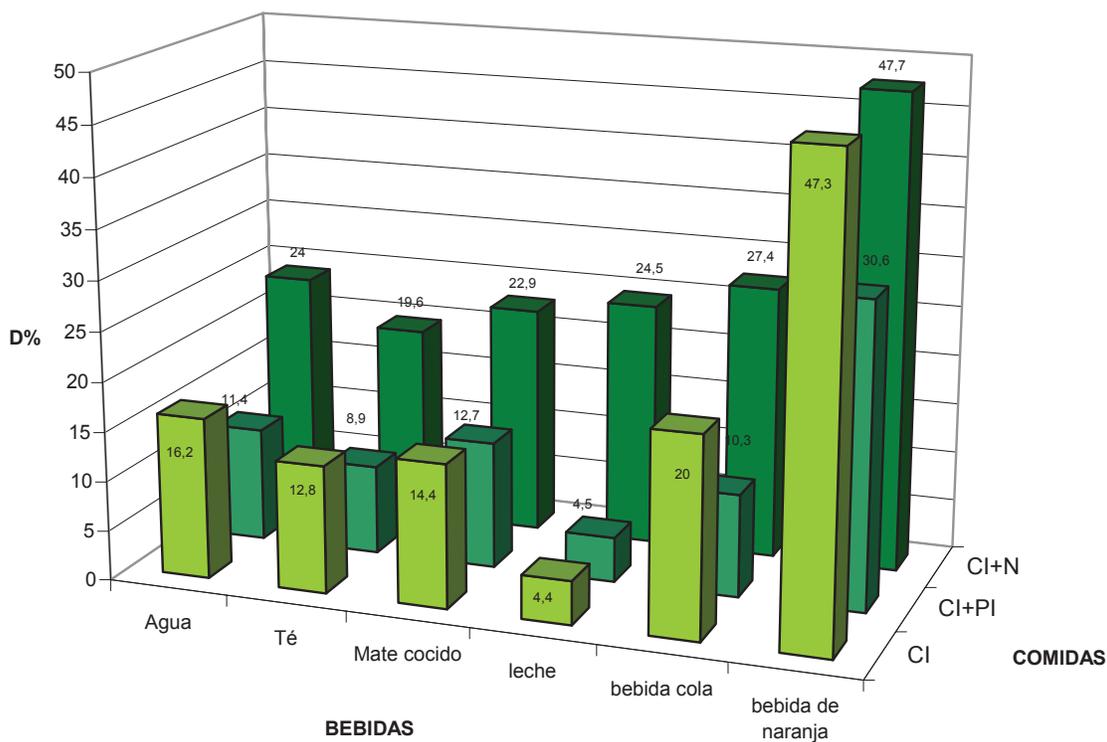
Se observa que la D% de hierro no presentó diferencia significativa entre CI y CI+PI pero mostró un aumento muy significativo en la mezcla CI+N debido a la presencia de dos promotores de la dializabilidad de hierro, ácidos cítrico y ascórbico.

Figura 4.1.4.2. D%Ca de dietas elaboradas con alimentos pertenecientes a planes sociales.



La D%Ca no presentó diferencias significativas en ninguna de las combinaciones.

Figura 4.1.4.3. D%Zn de dietas elaboradas con alimentos pertenecientes a planes sociales.



Las combinaciones de CI y de la mezcla CI+PI con leche presentaron los valores más bajos de D%Zn. La más elevada se observó en la mezcla CI+N con la bebida artificial de naranja.

En las tablas siguientes se informa el contenido total de los minerales con el cual se calcula el porcentaje de cobertura de la IDR para cada alimento estudiado. Por otra parte también se informa el aporte potencial del alimento mezclado con diferentes bebidas y se analiza la cobertura del requerimiento de los mismos para una porción de la mezcla.

Tabla 4.1.4.1. Concentración total de hierro (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario de un plan social, mezclado con diferentes bebidas.

Cereal	Fe mg/100g	porción 250		Porción 250 g
		Niños 6-12 meses %IDR 11 mg/d	AP Fe mg%	Niños 6-12 meses % R 0,72 mg/d
agua	0,52	12	0,10	35
te	0,54	12	0,02	7
mate	0,63	14	0,07	24
leche	0,61	14	0,02	7
Bebida cola	0,59	13	0,11	38
Bebida de naranja	0,51	12	0,19	66

Se observa claramente el efecto inhibitor de algunas bebidas al comparar los porcentajes de cobertura de la IDR respecto del requerimiento. Mientras una porción de cualquiera de las combinaciones logra cubrir entre un 10 y un 15% de la IDR, para el requerimiento se ve que varía mucho más dependiendo de la bebida analizada. En las combinaciones del cereal con las bebidas con alto contenido de inhibidores la cobertura del requerimiento no llega al 10%, mientras que las que tienen una alta D% ya sea por no contener inhibidores (agua y bebida cola) o bien por ser rica en promotores de la absorción (bebida de naranja) cubren alrededor de un 35% y hasta un 66%, respectivamente.

Tabla 4.1.4.2. Concentración total de hierro (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario más postre de un plan social, mezclado con diferentes bebidas.

		porción 250		Porción 250 g
Cereal más postre	Fe mg/100g	Niños 6-12 meses %IDR 11 mg/d	AP Fe mg%	Niños 6-12 meses % R 0,72 mg/d
agua	0,54	12	0,09	31
te	0,55	13	0,02	7
mate	0,75	17	0,07	24
leche	0,80	18	0,04	14
Bebida cola	0,64	15	0,10	35
Bebida de naranja	0,71	16	0,19	66

Al analizar el cereal con postre con las diferentes bebidas se observa un comportamiento similar al analizado con el cereal solo.

Tabla 4.1.4.3. Concentración total de hierro (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario de un plan social más una naranja, mezclado con diferentes bebidas.

		porción 250		Porción 250 g
Cereal más naranja	Fe mg/100g	Niños 6-12 meses %IDR 11 mg/d	AP Fe mg%	Niños 6-12 meses % R 0,72 mg/d
agua	0,33	8	0,09	31
te	0,35	8	0,05	17
mate	0,51	12	0,07	24
leche	0,54	12	0,08	28
Bebida cola	0,38	9	0,12	42
Bebida de naranja	0,43	10	0,14	49

En el caso del cereal con la naranja, las conclusiones varían en parte respecto a las otras dos combinaciones. Si bien respecto a la IDR no hay variación, respecto al requerimiento la diferencia no es tan marcada debido a la presencia de la naranja que hace que el aporte potencial no presente una variación muy significativa entre las distintas combinaciones.

En el caso del calcio, el contenido era muy bajo porque el premix vitamínico- mineral empleado para la fortificación no lo incluía. Por lo tanto, ninguna porción de cualquiera de las combinaciones estudiadas llegaba a cubrir el 1% de la IDR ni del requerimiento.

Tabla 4.1.4.4. Concentración total de zinc (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario de un plan social, mezclado con diferentes bebidas.

Cereal	Zn mg/100g	porción 250		Porción 250 g
		Niños 6-12 meses %IDR 3 mg/d	AP Zn mg%	Niños 6-12 meses % R 0,77 mg/d
agua	0,21	18	0,03	10
te	0,30	25	0,04	13
mate	0,47	39	0,07	23
leche	0,61	51	0,02	6
Bebida cola	0,20	17	0,04	13
Bebida de naranja	0,34	28	0,16	52

Una porción del cereal mezclado con cualquier bebida aporta alrededor de 20 a 50% de la IDR para este grupo. Si bien el cereal está fortificado con zinc, el contenido total de este mineral en cada combinación varía según la bebida empleada; la combinación con leche es la que cubre un mayor porcentaje de la IDR.

En el caso del requerimiento los valores se equiparan por la influencia de la D%, sólo en el caso de la bebida de naranja se obtuvo una diferencia significativa.

Tabla 4.1.4.5. Concentración total de zinc (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario más postre de un plan social, mezclado con diferentes bebidas.

		porción 250		Porción 250 g
Cereal más postre	Zn mg/100g	Niños 6-12 meses %IDR 3 mg/d	AP Zn mg%	Niños 6-12 meses % R 0,77 mg/d
agua	0,28	23	0,03	10
te	0,41	34	0,04	13
mate	0,67	56	0,09	29
leche	0,66	55	0,03	10
Bebida cola	0,36	30	0,04	13
Bebida de naranja	0,46	38	0,14	45

Se observa un patrón similar a la del cereal solo. Sin embargo, como el postre también está fortificado con zinc, hay un incremento en los porcentajes de cobertura de la IDR, En el caso del requerimiento no hay diferencias. Esto se debe a que, si bien el contenido de zinc es mayor, la D% es menor porque el postre contiene inhibidores de la absorción, como proteínas lácteas.

Tabla 4.1.4.6. Concentración total de zinc (mg/100g), cobertura de la IDR, aporte potencial y cobertura del requerimiento de una porción de alimento complementario de un plan social más una naranja, mezclado con diferentes bebidas.

		porción 250		Porción 250 g
Cereal más naranja	Zn mg/100g	Niños 6-12 meses %IDR 3 mg/d	AP Zn mg%	Niños 6-12 meses % R 0,77 mg/d
agua	0,15	13	0,04	13
te	0,36	30	0,07	23
mate	0,40	33	0,09	29
leche	0,42	35	0,10	32
Bebida cola	0,11	9	0,03	10
Bebida de naranja	0,23	19	0,11	36

En el caso de la dieta del cereal con naranja, el porcentaje de cobertura de la IDR es un poco mayor aunque similar al del cereal solo. En cuanto a la cobertura del requerimiento, en casi todas las combinaciones se ve un incremento, debido a la mayor presencia de promotores de la absorción de zinc como ácido ascórbico y ácido cítrico que aumentan la D%.

4.1.4.5. Concentración de fibra dietaria total en las tres muestras analizadas

Muestra	Fibra g/100g	porción 250 g Niños 6-12m %IR 5g/d
Cereal infantil (CI)	1,5	75
Cereal infantil + postre infantil (CI+PI)	0,9	45
Cereal infantil + naranja (CI+N):	2,2	>100

Por los datos obtenidos podemos concluir que una porción del cereal infantil solo o del cereal infantil con el postre cubren un porcentaje importante de la IDR de fibra para los niños de esta edad. Sin embargo cuando la mezcla estudiada es la del cereal con la naranja el aporte de esta combinación resulta excesivo.

4.2. DISCUSION

4.2.1. Alimentos complementarios seleccionados

La elección de las dietas de consumo habitual se basó en diversos estudios realizados en nuestro país que mostraron introducción temprana de hortalizas (como puré de zapallo y zanahoria), cereales infantiles, arroz, maíz, sopa con sémola, frutas como banana y manzana, y yogures y postres (sobre la base de leche) (Carmuega, 1999; Gatica, 2009; Macías, 2013; Greco, 2013). De acuerdo con los resultados de la ENNyS, los alimentos complementarios incorporados tempranamente por mayor cantidad de niños son el yogur, los vegetales cocidos y los purés y jugos de frutas (Ministerio de Salud, 2010).

En otros países de la región también es frecuente la introducción de alimentos similares (Lutter, 2012). En la Encuesta Nacional de Nutrición realizada en México (González-Cossío, 2006) se observó que el 75% de los niños incorporaron frutas y vegetales antes de los 6 meses. En Uruguay, la primera comida fue puré de zapallo o zanahoria y luego puré de frutas, en especial de manzana (Bove, 2007). En los Andes de Bolivia, el inicio se realiza principalmente con alimentos locales como papa y chuño (papa deshidratada); también con pequeñas cantidades de cereales y leguminosas locales (Cruz Agudo, 2010). Estos patrones de alimentación también se observan en muchos otros países en vías de desarrollo donde los ingredientes usualmente empleados como base son cereales y tubérculos con los cuales se preparan papillas típicas o tradicionales (Ronayne de Ferrer, 2011).

La inclusión de acelga en una de las dietas caseras se debe a que ocasionalmente está presente en las preparaciones destinadas a niños menores de un año. En muchos casos sobre todo en niveles socioculturales bajos o medio-bajos es habitual que los niños de 7 u 8 meses se incorporen a la mesa familiar compartiendo la dieta de los adultos, y coman diversos vegetales, entre ellos, la espinaca o la acelga. Sin embargo, su consumo

a esa edad no es recomendable debido al elevado contenido de nitratos que pueden contener. En los lactantes las enterobacterias reductoras de nitrato crecen en la porción superior del tubo gastrointestinal, debido al alto pH, y reducen los nitratos a nitritos. El nitrito absorbido da lugar a metahemoglobinemia que lleva a una intoxicación grave por anoxia (Sanchez-Echaniz et al., 2001). Algunos autores recomiendan que en el caso de incorporar acelga o espinaca no superen el 20% del total del puré. (European Union Scientific Committee for Food, 1995; Sanchez-Echaniz et al., 2001)

En el año 2007 el Código Alimentario Argentino incluyó el art. 235 quáter: *En el rótulo de los productos alimenticios que contengan hortalizas tales como espinaca, remolacha, brócoli, zanahoria, coliflor u otro vegetal que naturalmente presente alto contenido de nitratos, deberá consignarse con caracteres de buen realce y visibilidad y en un lugar destacado de la cara principal, la siguiente leyenda: "No suministrar a niños menores de 1 año"* (Código Alimentario Argentino).

Con respecto a los alimentos complementarios comerciales, existe en el mercado una gran variedad de productos tanto en lo referido a su presentación y composición como a las etapas a la que están destinados.

En relación a los alimentos entregados en el contexto de planes sociales, un estudio realizado en 2001 por UNICEF en América latina y el Caribe, en el cual se recopiló información respecto a los alimentos complementarios fortificados que se entregaban a escala nacional, Argentina fue uno de los 9 países que se destacaba en ese rubro (UNICEF. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 2006). Se entregaron dos tipos de alimentos complementarios: un cereal y un postre infantil, destinados a niños entre 6 y 24 meses de edad, que fueron los analizados en el presente trabajo. Los productos de Argentina estaban elaborados con maíz, leche en polvo, proteína del suero de la leche y azúcar. Según el informe, cubrirían 1,3 veces las recomendaciones de proteína para niños de 12-24 meses de edad mientras que aportarían 2,4 veces las necesidades de proteína para lactantes de 6-11 meses. Estos alimentos, correspondientes al Plan más Vida, se entregaron a alrededor de 200.000 familias pobres con niños de entre 6 meses y 2 años de edad. (UNICEF. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 2006).

Por otra parte, en nuestro país existe el Programa Materno Infantil (PMI). Desde sus inicios en los años '40 y durante seis décadas, el PMI se ocupó del reparto de leche

entera en polvo a las mujeres embarazadas y en período de lactancia hasta finalizar el amamantamiento, y a los niños desde ese momento hasta los dos años de edad, o hasta los seis en los casos con diagnóstico antropométrico de desnutrición. El PMI tiene como propósito alcanzar la cobertura universal de madres, niños y adolescentes en la promoción y atención de la salud. Es un programa del ámbito nacional cuyas acciones se orientan fundamentalmente a la red de casi 6000 centros de salud existentes en todo el país.

En el año 2000 se promulgó la Ley 25459 la cual estableció la obligatoriedad de enriquecer las leches que se distribuyan a través de programas alimentarios nacionales. Desde inicios de 2001, las provincias iniciaron el reparto de leche entera en polvo, fortificada con hierro, zinc y vitamina C a cerca de un millón de embarazadas y niños menores de dos años (Britos y col., 2003).

También en México, así como en Guatemala y Perú, existen alimentos complementarios de programas sociales destinados a grupos vulnerables que son alimentos procesados, con proteínas de alta calidad y fortificados (Incaparina, AlliAlimentu, etc) (Ronayne de Ferrer, 2011). En los últimos años, se ha renovado el interés en los alimentos complementarios procesados. Se han utilizado desde hace algún tiempo, a partir de las mezclas de cereales, leguminosas y otros alimentos como leche en polvo, para proporcionar un alimento de alto valor proteico de bajo costo adecuado para los niños. (Lutter, 2003; Nestel, y col. 2003).

4.2.1.1. Contenido y aporte de minerales de los alimentos complementarios

Teniendo en cuenta que la alimentación de los niños en los primeros dos años de vida va incrementando su variedad a medida que el niño va creciendo, es importante que los alimentos que se van incorporando a la dieta aporten una cantidad de minerales suficiente como para que las necesidades de los lactantes se encuentren cubiertas (Elk Grove Villiage, IL, 1998; Fox MK y col., 2004; Picciano MF y col., 2000). Es sabido que las papillas saladas y dulces elaboradas en forma casera con zapallo, papa, manzana o banana son en general las de mayor consumo. Sin embargo, por los

resultados obtenidos observamos que en las dietas completas analizadas una porción de las mismas cubre entre el 10% y el 20% dependiendo del mineral analizado.

Según lo reportado por la ENNYS en nuestro país en la población de niños de 6 a 23 meses el 19,8% tiene una ingesta inadecuada de hierro, el 11,6% de zinc y el 28% de calcio. Un análisis más detallado, en función del tipo de leche consumida por este grupo, evidenció que el consumo de leche fortificada impactaba notablemente en la proporción de niños cuya ingesta de hierro es adecuada a su requerimiento. En los niños de 6 a 11 meses no amamantados que sólo consumían leche de vaca, casi un 50% no cubría el requerimiento de hierro, valor que descendía a 2% para aquellos que sólo consumían leches fortificadas. La misma tendencia se observó en el grupo etario de 12 a 23 meses aunque en menor magnitud dado que el requerimiento de hierro en estos niños es mucho menor que en los más pequeños. En el subgrupo que consumió solo leche de vaca la proporción de niños con ingesta inadecuada de hierro fue de 5% mientras que en el grupo que sólo consumió leches fortificadas la inadecuación fue inexistente (ENNYS 2006)

En un estudio multicéntrico realizado en el año 2004, que incluyó 11 provincias, se encontraron valores de ingesta inadecuada de hierro similares a los de la ENNYS. En cuanto al zinc y al calcio, los % de ingesta inadecuada fueron bajos. También se observó que los alimentos fuentes de hierro para niños de 6 a 24 meses que aportaban este mineral eran lácteos, 50%; carnes, 20%; cereales, 15%; y verduras y frutas, 15%. Para el caso del zinc los alimentos fuentes fueron los mismos que para el hierro pero en diferentes porcentajes. El 90% del calcio era aportado por los lácteos. Dentro del grupo de los lácteos, uno de los más consumidos era la leche enriquecida del Programa Materno Infantil, de tal manera que los niños menores a los 18 meses tendrían una cobertura del 48% del hierro y del 55% del zinc consumido. (Calvo, López, 2004)

La anemia por deficiencia de hierro afecta con alta prevalencia a todos los estratos sociales, si bien es mayor entre los pobres. En estudios realizados en Chaco, Misiones y Gran Buenos Aires entre los años 1985 y 1990 los porcentajes de anemia se encontraban entre 66% y 50% (Morasso, 2003). Según los hallazgos de la ENNYS, si bien estos porcentajes han disminuido, en las provincias del norte del país aún se observan prevalencias de 40 a 46%, mientras que a nivel país se registró un valor de 34,1% en la población de niños de 6 a 23 meses.

Sería interesante que tanto los alimentos complementarios comerciales, en aquellos casos en los que fuera posible tener acceso a los mismos, o bien los alimentos de planes sociales fueran también consumidos ya que contribuirían a un mayor aporte a la cobertura de las ingestas recomendadas.

En líneas generales se puede concluir que para el calcio y el hierro las porciones de los alimentos complementarios comerciales fueron las que mayor porcentaje de cobertura de las IDR mostraron, mientras que en el caso del zinc lo fueron las combinaciones de los alimentos de los planes sociales. En contraposición, las porciones de los alimentos complementarios comerciales fueron las de menor cobertura de la IDR de zinc. Para el caso del hierro esto se evidenció con los alimentos complementarios comerciales listos para consumir y el calcio mostró la menor cobertura en los alimentos destinados a planes sociales.

La suplementación de micronutrientes se puede lograr a través de la administración directa (a través de gotas o tabletas) al niño, o bien mezclando preparaciones de micronutrientes en polvo (“sprinkles”) a los alimentos complementarios que consumen los niños. (Gibson,y Hotz, 2000)

Desde hace unos años se ha sugerido esta forma de suplementación que contiene hierro y otros micronutrientes, como una estrategia más adecuada para mejorar el estado nutricional de los niños con deficiencias de los mismos (Zlotkin y col., 2005). Los Sprinkles son una formulación que comprende una sola porción fraccionada en bolsitas para ser mezcladas con las comidas caseras. Están compuestos por fumarato ferroso encapsulado, una base de soja-lípidos hidrogenado, vitaminas A, C y D, ácido fólico y de zinc. La suplementación con Sprinkles no entra en conflicto con la lactancia materna y es compatible con la introducción de otros alimentos complementarios, ya que puede ser mezclado en los mismos, incluyendo alimentos hechos en casa (Zlotkin y col., 2001). Se han realizado estudios de prueba con Sprinkles en varias poblaciones y se encontró que ser una solución eficaz, fácil de usar y un método altamente aceptable para la prevención secundaria de la anemia por deficiencia de hierro (Hirve y col., 2007, Bilenko y col., 2010.)

Tienen mayor aceptabilidad y producen menos efectos secundarios que los producidos por las gotas de hierro en bebés y niños (Dewey y col., 2009; De Regil y col., 2011). Además, son sencillos de almacenar y transportar, fácil de usar, relativamente baratos, y

es poco probable que provoquen una sobredosis (Sprinkles Global Health Initiative, 2008). Debido a estas ventajas, la distribución de micronutrientes en polvo se está convirtiendo en una de las estrategias preferidas para la prevención de anemia por deficiencia de hierro varios países (de Pee, y col., 2008). Bangladesh, Mongolia, y Bolivia, todos tienen programas nacionales de suplementación, y varios otros países están planeando la distribución de los mismos a gran escala (Hyder, y col., 2007; World Vision Mongolia, 2005; Bolivia country profile, 2011; UNICEF, 2009). También se han ensayado en Camboya (Jack y col., 2012).

En nuestro país se encuentra en marcha una iniciativa para aplicarlo en un distrito de la provincia de Buenos Aires (Diario La Nación, 2014).

4.2.1.2. Disponibilidad y aporte potencial de minerales de los alimentos complementarios

A fin de evaluar la disponibilidad potencial de los tres minerales analizados en las dietas destinadas a niños de 6 meses a dos años, se estudiaron diferentes tipos de alimentos complementarios que según el nivel social pueden llegar a recibir.

En todos los ingredientes y tipos de alimentos complementarios estudiados, ya sean los caseros, los comerciales o los de los planes sociales, se observaron comportamientos similares ante combinaciones semejantes.

4.2.2. Dietas caseras de consumo habitual

Teniendo en cuenta que estas preparaciones en general son complejas y con más de un ingrediente, primero se evaluó el efecto de cada ingrediente por separado.

Con el método *in vitro* utilizado se pudo evidenciar la acción tanto de los promotores como de los inhibidores de la absorción. En general para el hierro y el zinc se observó que las mismas sustancias que tienen acción promotora sobre uno la tienen también sobre el otro mineral, al igual que las sustancias inhibidoras. Para el calcio se notó un comportamiento diferente; la mayor acción inhibidora se dio cuando el ingrediente utilizado era la acelga debido a que los oxalatos presentes en la misma forman

complejos insolubles con este mineral impidiendo de esta manera que se encuentre disponible (Heaney y Weaver, 1989; Weaver, 1997)

Al comparar la dializabilidad de hierro y de zinc en la harina y el pan se evidencia la acción del proceso de fermentación que aumenta la disponibilidad mineral. Durante la misma los fitatos presentes en los cereales son hidrolizados por la acción de fitasas endógenas, las cuales hidrolizan los fitatos a inositolos fosfatos (IP) menores como el IP3 o IP4. Esta hidrólisis aumenta la cantidad de hierro y zinc disponibles. El porcentaje de reducción de los inositolos fosfatos durante la fermentación varía, en algunas ocasiones hasta el 90% de los IP pueden ser removidos. A su vez durante la fermentación se producen ácidos orgánicos como cítrico, málico, tartárico y láctico los cuales forman ligandos solubles tanto con el hierro como con el zinc promoviendo su absorción; por otra parte, la reducción del pH favorece la acción de la fitasas endógenas presentes en las harinas (Dewey y Brown, 2003; Hotz, y Gibson, 2007)

Por el contrario, en el pan enriquecido mezclado con la sémola o el arroz se evidenció la acción inhibitoria de los fitatos presentes en estos ingredientes. Los derivados hexa y penta fosfatos del ácido fítico, presentes forman complejos insolubles a un pH cercano a la neutralidad impidiendo de esta manera la dializabilidad (Fairweather- Tait, 1992; Wise, 1995; Gibson y col., 1998)

Otros componentes que muestran un efecto depresor son los polifenoles, que son ligandos inhibidores de la absorción del hierro no hemínico y del zinc presentes en los alimentos fortificados. Estudios en ratas demostraron que los polifenoles forman complejos insolubles con el hierro y el zinc, que precipitan, y por lo tanto no pueden dializar. Estos complejos también pueden ser de un alto peso molecular lo que impediría tanto su diálisis como su absorción in vivo (Brown, y col., 1990). Los polifenoles están presentes en la banana, la manzana, el mate cocido y el té.

La leche también tuvo un efecto depresor sobre la dializabilidad de los minerales. Ello se debe a que la absorción de hierro en las dietas que contienen leche es afectada adversamente por la presencia de proteínas lácteas y calcio. La presencia de grupos fosfoserina en las subunidades de caseína que ligan cationes como el hierro, puede explicar la unión del hierro a péptidos de caseína insolubles y por lo tanto, la

disminución de la dializabilidad del hierro y el zinc (Jackson LS 1992, Hurrell 1997, Drago 2004).

Las sales de calcio alteran la absorción de hierro cuando están presentes en las mismas comidas. El efecto inhibitorio del calcio se produce como consecuencia de interacciones fisicoquímicas en el tracto gastrointestinal que también influyen en la dializabilidad del hierro (Jackson, 1992; Hurrell, 1997).

La bebida de naranja provocó un incremento considerable en la dializabilidad del hierro debido a la alta concentración de ácido cítrico y ascórbico presentes en ella. Cabe destacar que la acción del ácido ascórbico involucra la reducción del ión férrico a su forma ferrosa, mejor absorbida, la formación de quelatos estables con el hierro en el estómago y por ende el mantenimiento de su solubilidad cuando el alimento ingresa en el ambiente más alcalino del duodeno (Lee, y Clydesdale, 1981). Este último efecto se puede explicar por el hecho de que el ácido ascórbico forma complejos solubles con el hierro de los alimentos a pHs más bajos que los ligando inhibitorios, es decir que actuarían a nivel estomacal donde las condiciones de pH son desfavorables para la formación de complejos con otros ligandos (Hurrell, 1984). Todo esto contrarresta los efectos inhibitorios de taninos y fitatos. Respecto a la acción del ácido cítrico, mediante la formación de complejos mantienen al hierro soluble a pHs fisiológicos y así ejercerían un efecto positivo sobre su absorción (Pabón y Lönnerdal, 1993).

En cuanto a las dietas formuladas con los diversos ingredientes, cuando la bebida utilizada fue el agua, la dieta 2 tenía valores más bajos de dializabilidad que la dieta 1, para los tres minerales estudiados, debido a su mayor contenido de inhibidores. Esta situación fue más marcada para el calcio debido la presencia de oxalatos, como ya se mencionó. Sin embargo, cuando ambas dietas fueron combinadas con las diferentes bebidas el efecto más significativo se debió a los promotores o inhibidores aportados por las mismas, especialmente para el hierro y el zinc.

Es por ello que al calcular el porcentaje de cobertura de la IDR de una porción de alguna de las combinaciones estudiadas no hubo diferencias significativas en los distintos minerales. Por el contrario, al analizar el porcentaje de cobertura del requerimiento se observaron diferencias significativas entre las dos dietas en todas las combinaciones para los tres minerales, debido a la influencia de la variación de la dializabilidad.

4.2.3. Alimentos complementarios comerciales

Ya se mencionó el efecto promotor o inhibidor de los componentes de las diversas bebidas, que se reflejaron también en sus combinaciones con los alimentos comerciales, tanto los que se presentan en polvo como los listos para consumir.

En este tipo de alimentos formulados, las fuentes de fortificación utilizadas poseen un rol muy importante. Por lo tanto al diseñarlos, se deberían tener en cuenta las más adecuadas a fin de asegurar una adecuada disponibilidad de los minerales.

En el caso del hierro, las fuentes más empleadas fueron el fumarato ferroso y el sulfato ferroso. Una diferencia entre estas dos fuentes de hierro es que el fumarato es soluble en ácidos diluidos mientras que el sulfato ferroso lo es en agua. Si bien los dos tienen una disponibilidad semejante, el sulfato ferroso tiene mayor capacidad prooxidante que el fumarato; por lo tanto, para este tipo de alimentos sería preferible como elección el fumarato ferroso. (Hurrell 1985; Kaup 1998)

En un estudio en el cual se determinó la dializabilidad de hierro en tortillas elaboradas con harina de trigo fortificada con lactato ferroso o fumarato ferroso se observaron valores similares a los obtenidos con las tortillas elaboradas con harina fortificada con sulfato ferroso. Asimismo, la dializabilidad de hierro de las tortillas elaboradas con harina fortificada con pirofosfato férrico o hierro electrolítico fue similar a la de las tortillas fortificadas con sulfato ferroso. En este caso, esto se explicaría porque las tortillas fortificadas con sulfato ferroso fueron elaboradas con harina integral, por lo que los valores de dializabilidad serían menores a los esperados.

En general, cuando las fuentes estudiadas son pirofosfato férrico o hierro electrolítico, la dializabilidad del hierro es menor a la del sulfato ferroso (Davidson, y col., 2000; Hurrell, y col., 2002). Ello se debe a que, además de ser poco soluble en agua y en ácido diluido, el hierro proveniente de estas fuentes no entra por completo en el pool común de hierro proveniente del hierro no hemínico que es ingerido (Willem, et al. 2004). A pesar de ello, el hierro electrolítico en polvo es la fuente recomendada para fortificar alimentos a base de cereales (WHO, 1998) y es ampliamente utilizada en cereales infantiles. Se ha reportado que la biodisponibilidad relativa del hierro electrolítico comparado con el sulfato ferroso es de aproximadamente un 75% en humanos (Hurrell, y col., 2002) En un estudio en mujeres tailandesas con bajos depósitos de hierro que

consumieron snacks fortificados la eficacia relativa del hierro electrolítico respecto al sulfato ferroso fue del 77%. Esta fuente podría ser una alternativa en productos a base de cereales en los cuales el sulfato ferroso genera inconvenientes (Zimmermann, y col. 2005).

Para el caso del zinc también se utilizaron distintas fuentes. Las dos más utilizadas fueron el sulfato de zinc y el óxido de zinc. En trabajos (Lopez de Romaña y col., 2003, Hotz y col., 2005) en los cuales se fortificaron diferentes tipos de alimentos como tortillas elaboradas con harina de maíz, panes y otros farináceos no se encontraron diferencias significativas respecto a estas dos fuentes. Es por ello que las variaciones encontradas en nuestro trabajo se atribuirían a los efectos provocados por las bebidas con las cuales fueron combinados los distintos alimentos así como a sus diferentes formulaciones.

4.2.4. Alimentos complementarios de planes sociales

En términos generales, el efecto promotor e inhibidor observado al combinar estos alimentos con las diferentes bebidas mostraron el mismo comportamiento obtenido con las dietas caseras.

Un aspecto a destacar es la disminución de la dializabilidad del zinc al comparar el cereal solo y el cereal con el postre. El principal ingrediente del postre era leche entera en polvo, por lo tanto el elevado contenido de calcio llevaría a la formación de complejos entre el calcio, el zinc y los fitatos que son insolubles y no pueden ser absorbidos (O'Dell, 1989). Por otra parte, ambos alimentos estaban fortificados con hierro y con zinc. Cuando la relación molar Fe:Zn es mayor a 1 afecta la absorción de este último mineral ya que cuando dos iones químicamente semejantes están presentes existe competencia para la absorción disminuyendo de este modo la absorción del que está en menor proporción (Solomons y Ruz, 1997).

Cuando se reemplazó al postre por una naranja se observó un marcado incremento en la dializabilidad del hierro y el zinc, debido al gran aporte de ácidos cítrico y ascórbico, que ejercen un marcado efecto promotor sobre la absorción de estos minerales, como se mencionó anteriormente.

4.2.5. Contenido de fibra de los alimentos complementarios

Como dentro de la fibra están contenidos los inositoles fosfatos los cuales ejercen efecto inhibitorio sobre la absorción mineral resultó de interés analizar su contenido en las diferentes dietas. Por otra parte, es sabido que la fibra tiene propiedades beneficiosas sobre la digestión en los niños si se consume en cantidades adecuadas (Anderson y col, 1994; Jenkins y col, 2000).

Ya se mencionó que durante los primeros 6 meses de vida el lactante amamantado ingiere una cantidad apreciable de oligosacáridos (Edwards y col, 2003). Estos compuestos, característicos de la leche materna, no se encuentran presentes ni en las fórmulas lácteas ni en los alimentos complementarios, y actúan como verdaderos prebióticos, es decir favoreciendo el desarrollo de bacterias intestinales Gram positivas anaerobias, especialmente bifidobacterias (Jenkins y col, 2000).

La mayor parte de los estudios sobre fibra y su relación con la salud se han realizado en adultos. Existen escasos estudios que traten sobre las necesidades de fibra para el lactante durante el primer año de vida. La Academia Americana de Pediatría señala que no hay necesidad de añadir fibra durante el primer año de vida (Committe on nutrition, AAP. 1998) y las ingestas dietéticas de referencia de Estados Unidos no determinan cantidad alguna para este período. A partir del año y hasta los 3 años, las recomendaciones son de 6 a 7 g/día, basadas en ingestas diarias de 0,5 g de fibra por kg de peso corporal (Committe on nutrition, AAP. 1998).

Según otros autores (Agostoni y col., 1995, Gil Hernández y col., 2006) una estrategia adecuada consiste en introducir, de forma progresiva en la dieta sólida del niño, frutas y verduras variadas, así como cereales fáciles de digerir siendo la fibra consumida equilibrada entre soluble e insoluble (25 y 75 %, respectivamente). En cualquier caso, parece prudente que las cantidades de fibra procedentes del aporte de los cereales, frutas y verduras no sobrepasen los 5 g/día hasta el año de vida, con especial atención a la calidad de la fibra, suprimiendo o limitando la celulosa y hemicelulosa que se hallan en las capas externas de los cereales o en la piel de las frutas y verduras, y controlando así mismo los niveles de oxalatos y fitatos. La mayoría de las dietas y alimentos estudiados tenían niveles compatibles con las recomendaciones precedentes (Agostoni et al., 1995; Aggett y col., 2003 y Gil Hernández y col., 2006).

Por otra parte, la Sociedad Argentina de Pediatría recomienda no superar 1 g de fibra cada 100 g (SAP, 2001) de la alimentación y evitar preparaciones con salvado de avena o trigo o combinaciones con vegetales como arvejas, zanahorias, chauchas. Muchos de los alimentos estudiados excederían ese valor.

Otros autores (Williams y col., 1995) basan las ingestas adecuadas a partir del año en el cálculo de $\text{Edad} + 5$. Con estas cantidades de fibra dietaria se obtienen beneficios saludables como tránsito intestinal normal sin compromiso mineral ni energético. También introducen el concepto de $\text{Edad} + 10$, representativo de un nivel máximo, equivalente a recomendaciones de 10-12 g fibra/1000 kcal. Para niños entre 1 y 2 años proponen una ingesta entre 6 y 7 g/día, con límites máximos en 11 y 13 g/día.

Por su parte, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos (NAS, 2006) propone calcular las IA de fibra dietaria para niños mayores de un año considerando 14g/1000 kcal. Por lo tanto, para niños de 1 a 2 años estiman una IA de fibra dietaria de 19 g/d.

En la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNYS, 2010), se registraron datos de ingesta de fibra en niños menores de 5 años. En el grupo de 13 a 23 meses de edad se encontró una ingesta de 4,41 g/día, por debajo de las ingestas recomendadas ya mencionadas.

5- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EVALUACIÓN DE FUENTES DE HIERRO Y PROMOTORES DE LA ABSORCIÓN MINERAL

5- PANES + DIETAS: FUENTES DE HIERRO Y PROMOTORES

La fortificación de alimentos de consumo masivo es una de las estrategias costo-beneficio más utilizada para prevenir las deficiencias poblacionales de minerales. La disponibilidad de los micronutrientes, especialmente de los minerales, es particularmente importante ya que muchos componentes presentes en los alimentos o dietas afectan su absorción y utilización, al igual que la forma química de los minerales de fortificación (Olivares y col., 2001).

Ya se hizo referencia en la Introducción a las características de las principales fuentes de hierro usadas como fortificantes así como a la posibilidad de recurrir a diferentes promotores de la absorción para aumentar la disponibilidad tanto del mineral intrínseco, propio de la matriz, como la del mineral de fortificación. Si bien en nuestro país sólo se utiliza el sulfato ferroso para el enriquecimiento de la harina de trigo, resulta de interés evaluar otras fuentes de hierro.

A continuación se presentan los resultados obtenidos con panes fortificados con bisglicinato férrico y EDTANaFe, además del sulfato ferroso, combinados con las dietas infantiles descritas en el capítulo anterior. Asimismo se presentan los resultados de los ensayos realizados con panes en combinación con las dietas, con y sin agregado de sulfato ferroso, a los que se les agregó alguno de los siguientes promotores de la absorción de hierro: ácido ascórbico, citrato de sodio y Na₂EDTA. En todos los casos se evaluó la dializabilidad del hierro, el zinc y el calcio.

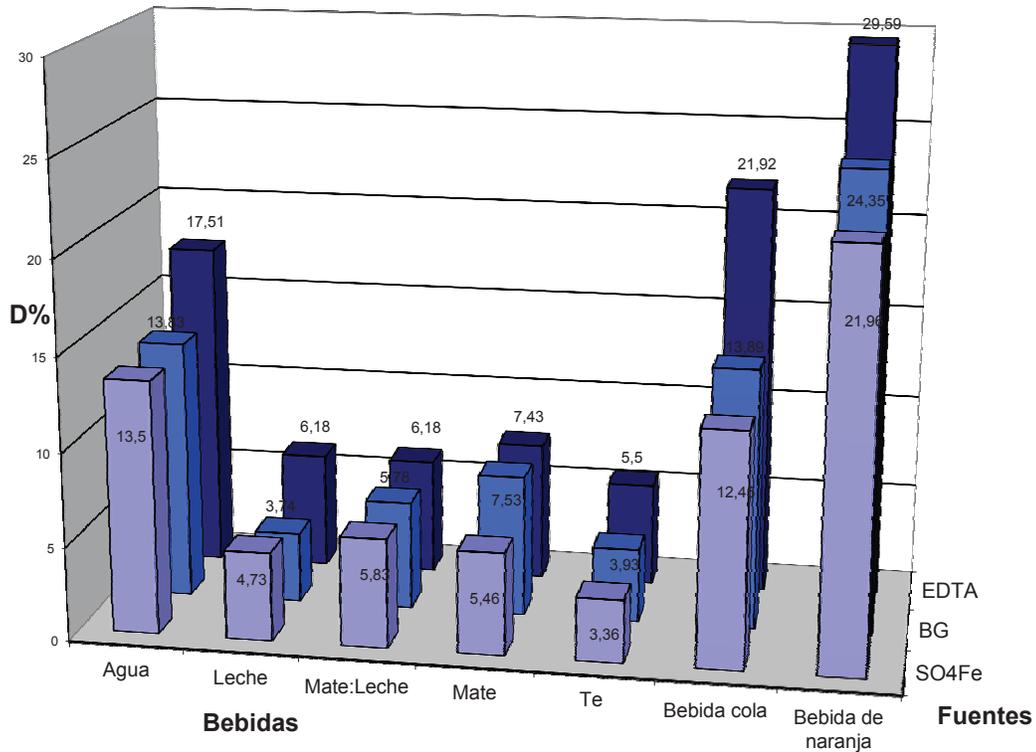
5.1. RESULTADOS

5.1.1. Dietas de consumo habitual con panes fortificados

5.1.1.1. Dieta 1.

La dieta 1 descrita en 3.1.4.1, fue combinada con panes fortificados con tres fuentes diferentes de hierro y con distintas bebidas. En las siguientes figuras se pueden observar los valores de dializabilidad para estas combinaciones.

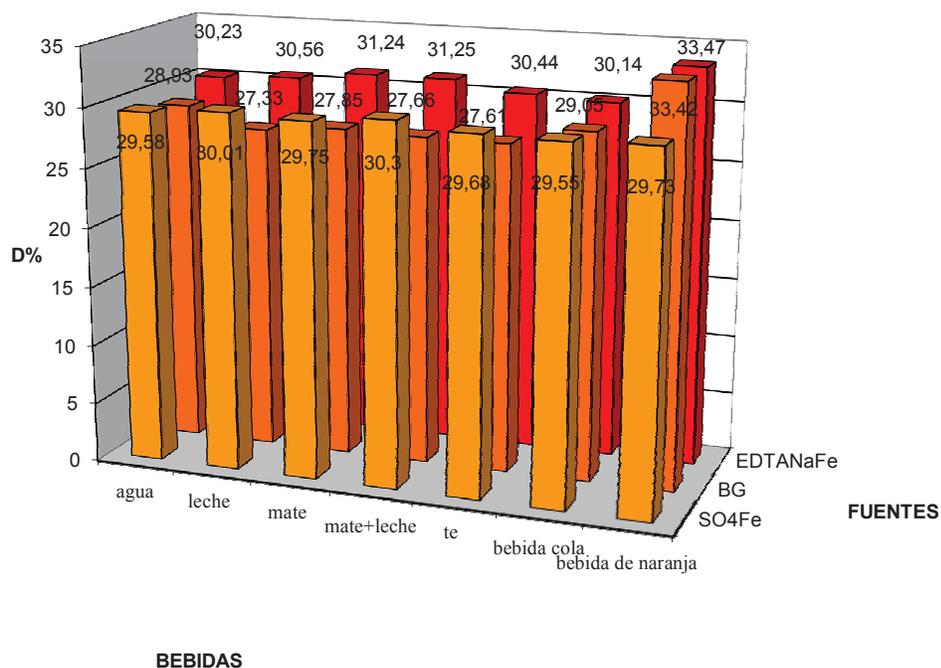
Figura 5.1.1.1.1. D%Fe de la dieta 1 con pan fortificado con distintas fuentes de hierro y combinado con diferentes bebidas.



No se observaron diferencias significativas entre las dietas del pan fortificado con sulfato ferroso o bisglicinato ferroso, pero sí con el NaFeEDTA, donde el aumento fue significativo en todas las combinaciones estudiadas ($p < 0,05$).

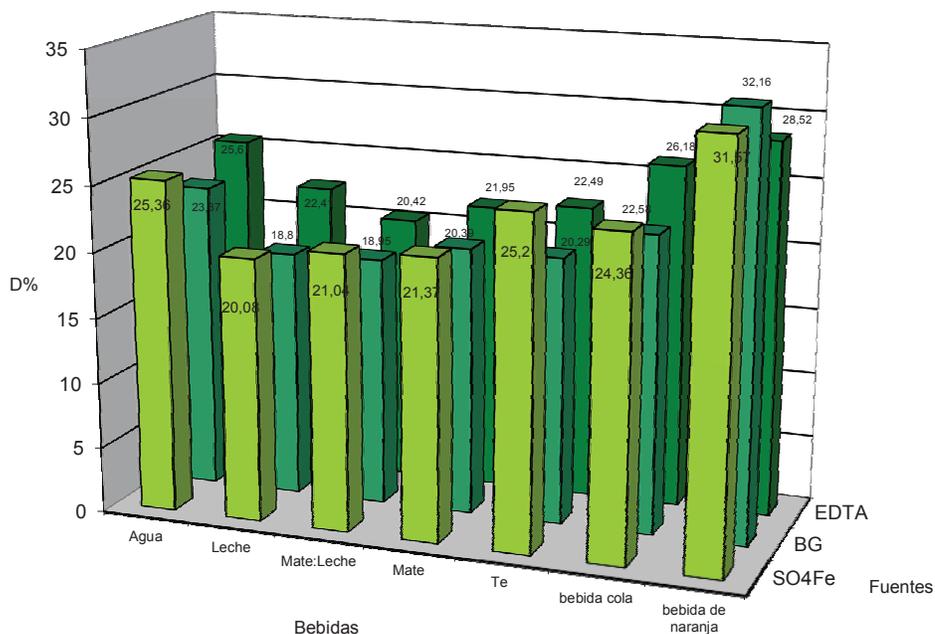
Cuando se ensayaron las diferentes bebidas se observó que la bebida artificial a base de naranja aumentaba la D%Fe y que la bebida cola no produjo variación en la D%Fe con respecto al control con agua. En cambio tanto el mate, el té, la leche como la mezcla mate:leche la disminuyeron significativamente ($p < 0,05$).

Figura 5.1.1.1.2. D%Ca de la dieta 1 con pan fortificado con distintas fuentes de hierro y combinado con diferentes bebidas.



Para el calcio no se observaron diferencias significativas entre las fuentes de hierro, ni entre las diferentes combinaciones con las bebidas.

Figura 5.1.1.1.3. D%Zn de la dieta 1 con pan fortificado con distintas fuentes de hierro y combinado con diferentes bebidas.



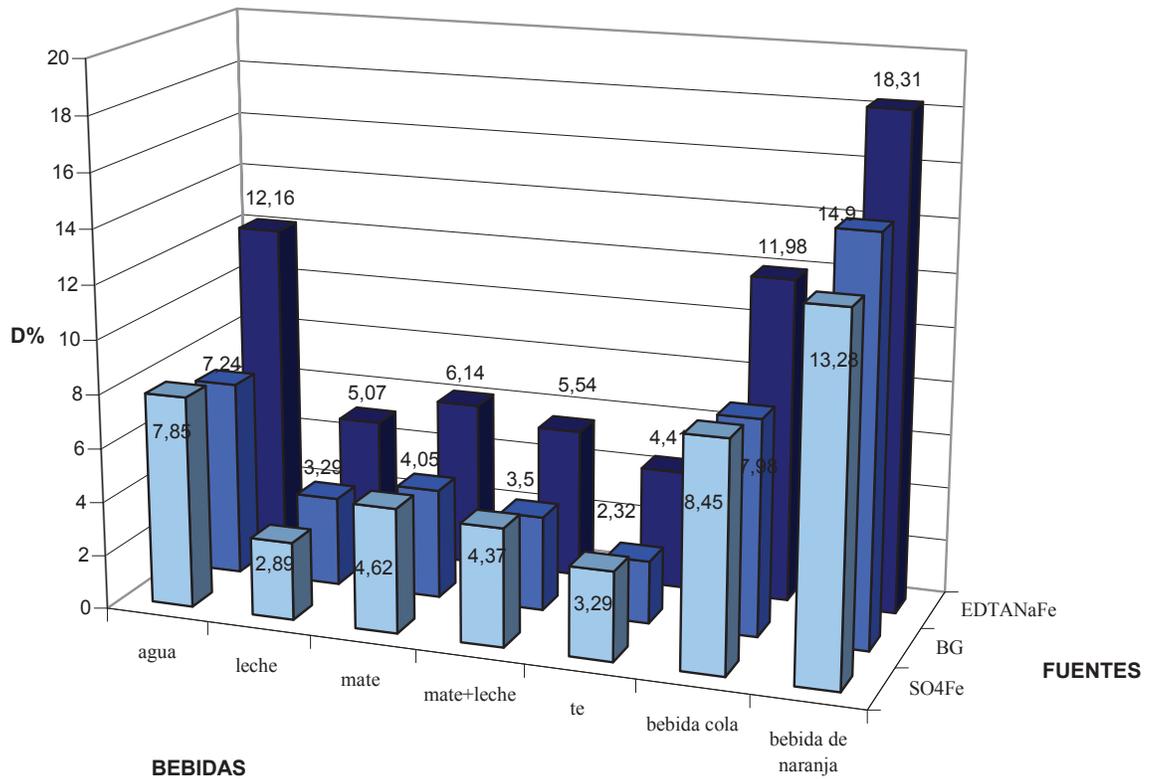
Cuando a la dieta se la combinó con las diferentes bebidas se observó que, al agregar mate, té, leche o la mezcla mate:leche, hubo una disminución de la D%Zn independientemente de la fuente de hierro utilizada.

Al agregar la bebida a base de naranja se observó un aumento significativo de la D%Zn ($p < 0,05$). No se observó una variación significativa con el uso de bebida cola.

5.1.1.2 Dieta 2.

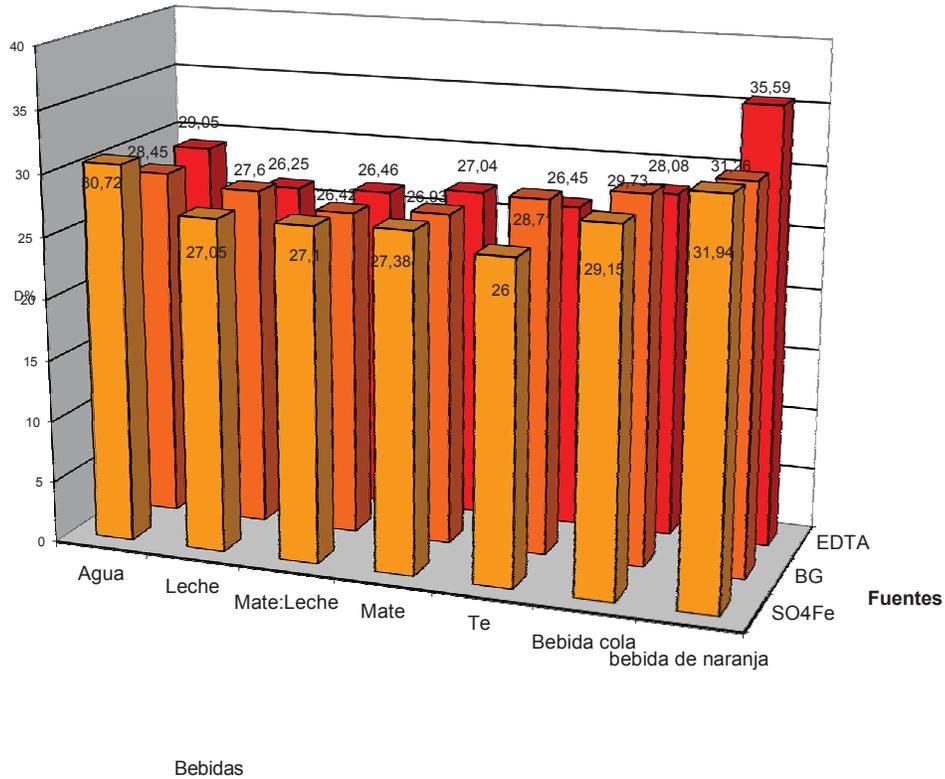
La dieta 2 descrita en 3.1.4.2, fue combinada con panes fortificados con las tres fuentes de hierro y con distintas bebidas. En las siguientes figuras se pueden observar los valores de dializabilidad para estas combinaciones.

Figura 5.1.1.2.1. D%Fe de la dieta 2 con pan fortificado con distintas fuentes de hierro y combinado con diferentes bebidas.



Los resultados muestran un comportamiento similar al obtenido para la dieta 1. No hubo diferencias significativas al utilizar sulfato ferroso o bisglicinato férrico como fuentes de fortificación, pero sí se vio un incremento cuando el EDTANaFe fue la elegida ($p < 0,01$). También fue similar el efecto de las diversas bebidas.

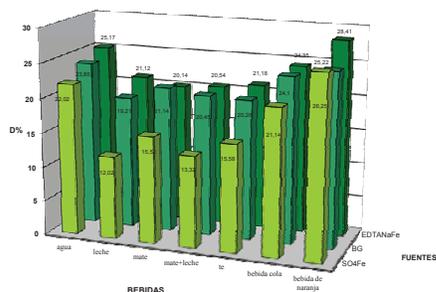
Figura 5.1.1.2.2. D%Ca de la dieta 2 con pan fortificado con distintas fuentes de hierro y combinado con diferentes bebidas.



Para el calcio no se observaron diferencias significativas entre las fuentes de hierro ni entre las diferentes combinaciones con las bebidas.

Al comparar con los resultados obtenidos para la dieta 1 (figura 5.1.1.2) se observa que en la dieta 2 los valores de D%Ca son menores, efecto atribuible a la presencia de los oxalatos presentes en la acelga.

Figura 5.1.1.2.3. D%Zn de la dieta 2 con pan fortificado con distintas fuentes de hierro y combinado con diferentes bebidas.



Al analizar los datos de D%Zn obtenidos con la dieta 2 se observó que el efecto de combinar la dieta con las diferentes bebidas era similar al observado en la dieta 1.

Sin embargo, cuando el pan estaba fortificado con sulfato ferroso y combinado con las bebidas que inhiben su absorción, se observó una disminución significativa ($p < 0,05$) respecto a las otras dos fuentes estudiadas.

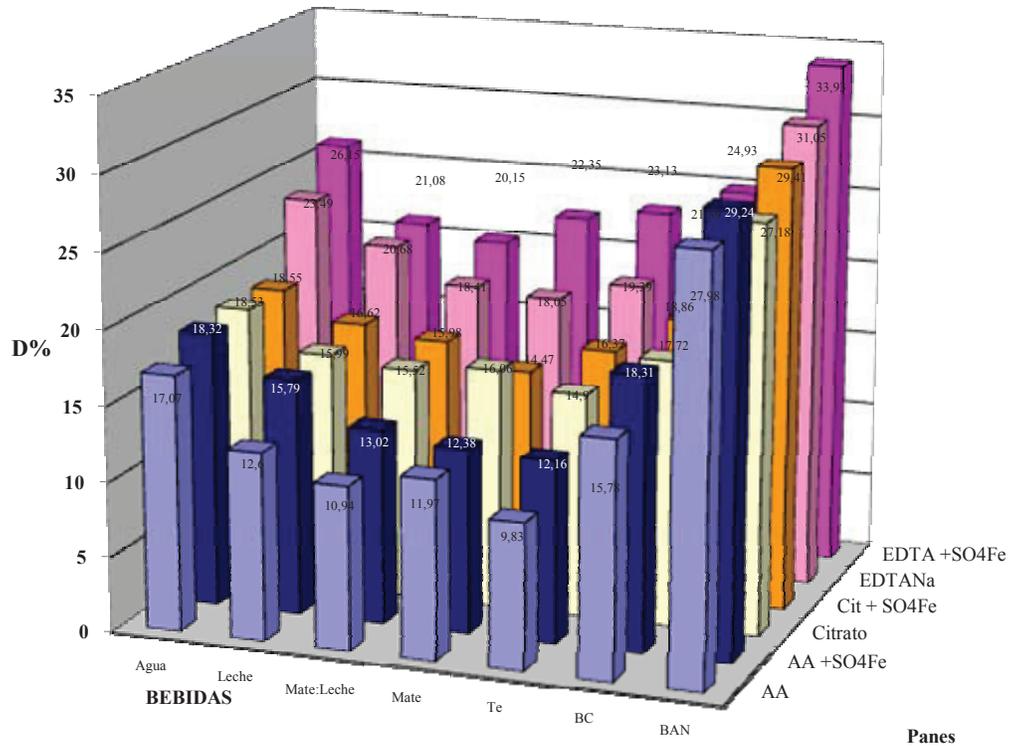
5.1.2. Dietas de consumo habitual con panes que contienen promotores de la absorción mineral con y sin agregado de SO₄Fe

A las dietas antes estudiadas, se las combinó también con panes que contenían diferentes promotores de la absorción mineral fortificados o no con SO₄Fe. Los promotores estudiados fueron: ácido ascórbico, ácido cítrico y Na₂EDTA.

5.1.2.1 Dieta 1 con panes con promotores de la absorción con y sin agregado de sulfato ferroso.

En las siguientes figuras se muestra la dializabilidad de los minerales para la dieta 1 con todas las combinaciones estudiadas.

Figura 5.1.2.1.1. D%Fe de la dieta 1 con pan fortificado con distintos promotores de absorción mineral, con y sin agregado de SO₄Fe.

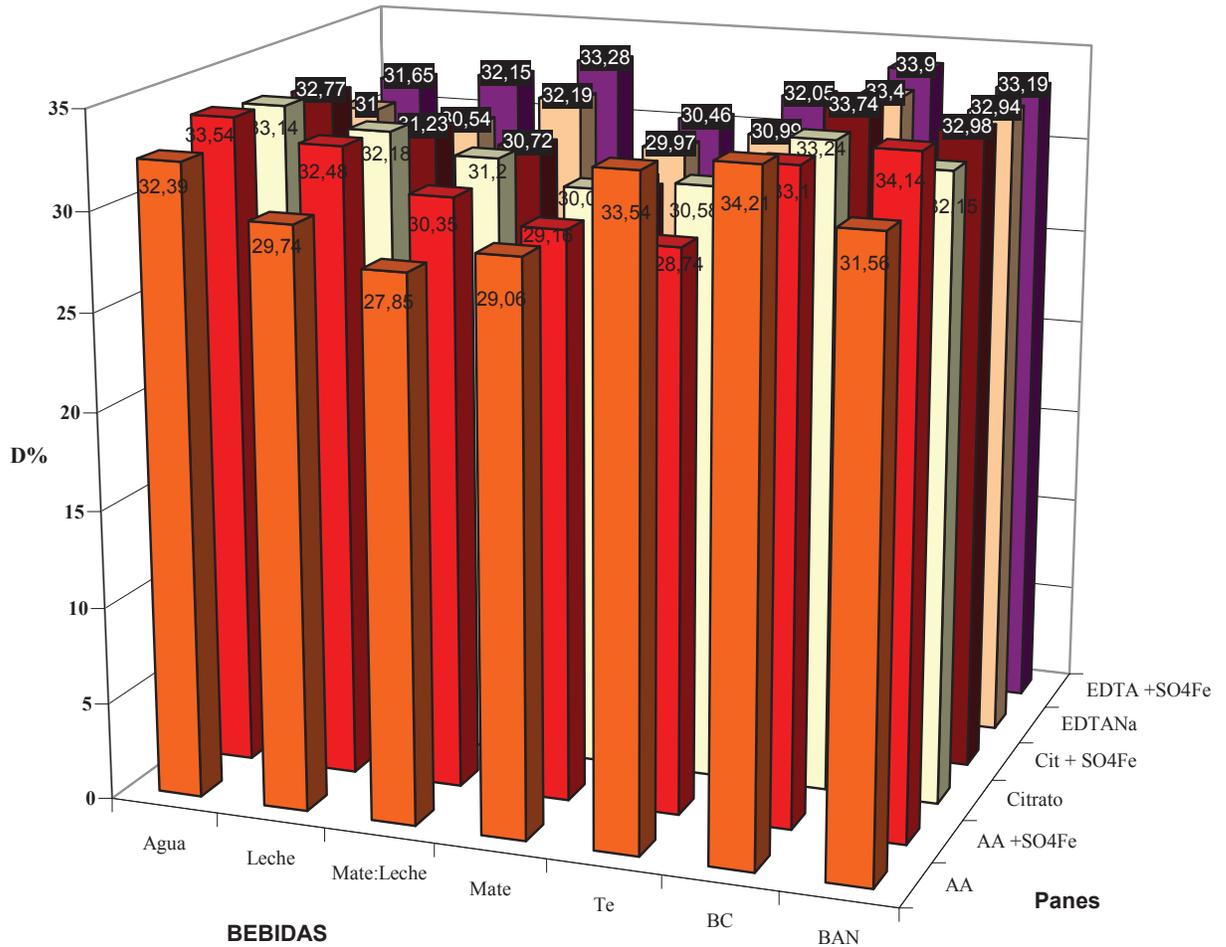


En las dietas que contenían el pan sólo con el agregado de alguno de los tres promotores no se observó diferencia significativa de la dializabilidad respecto de las dietas que contenían pan con agregado de promotor más sulfato ferroso.

Al comparar los tres promotores se observó que la mayor D%Fe se obtuvo en las dietas que contenían el pan con agregado de EDTA sódico.

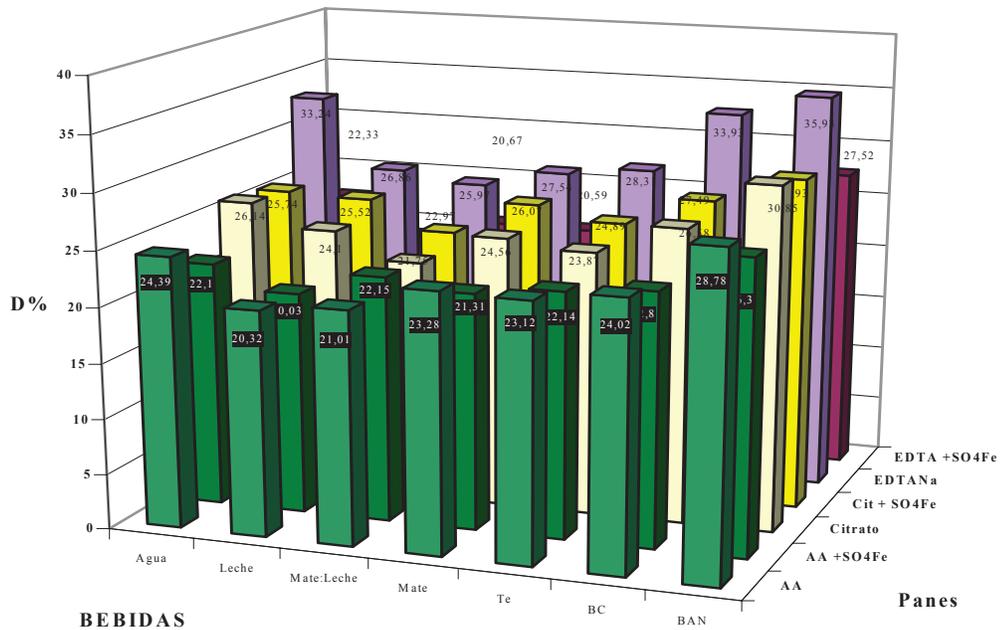
El efecto del agregado de las distintas bebidas siguió el mismo patrón descrito previamente.

Figura 5.1.2.1.2. D%Ca de la dieta 1 con pan fortificado con distintos promotores de absorción mineral, con y sin agregado de SO₄Fe.



No se encontraron diferencias significativas entre todas las combinaciones estudiadas.

Figura 5.1.2.1.3. D%Zn de la dieta 1 con pan fortificado con distintos promotores de absorción mineral, con y sin agregado de SO₄Fe.

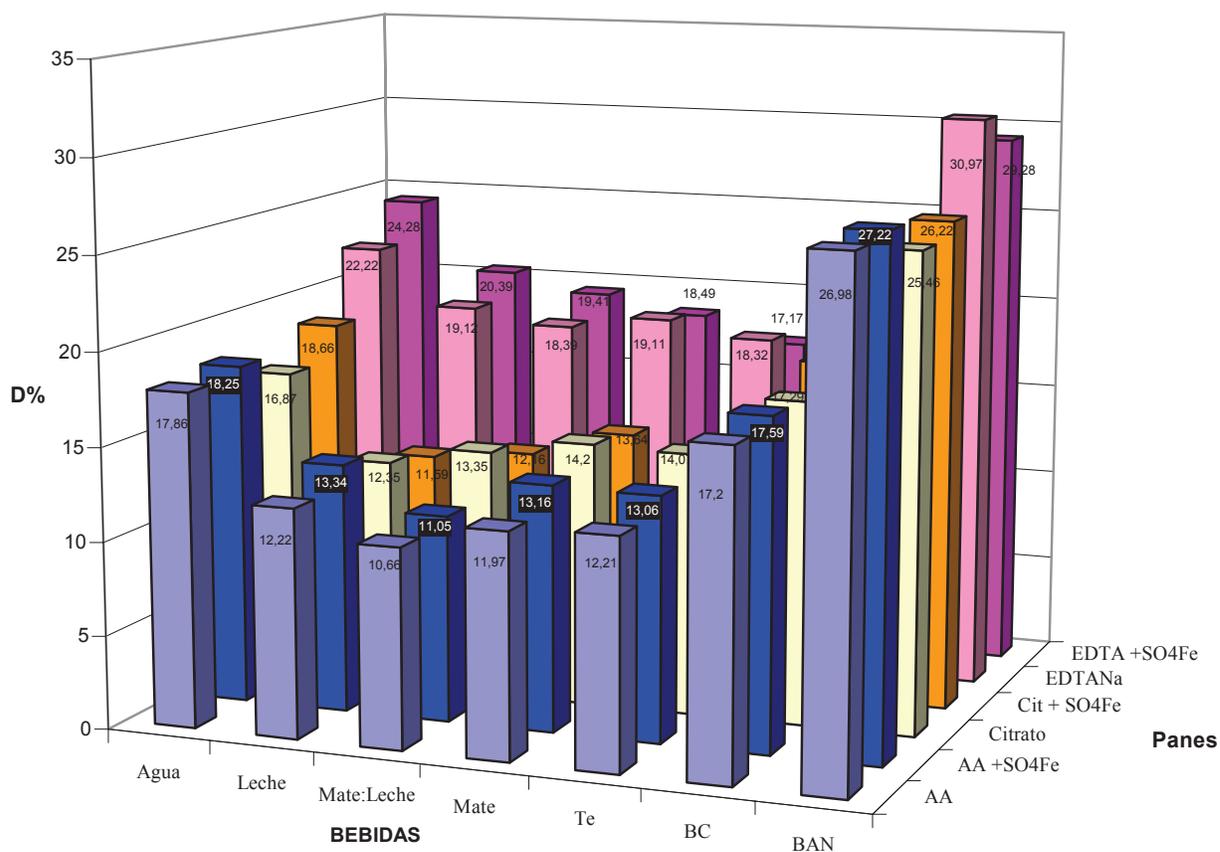


Al analizar la D%Zn, no se encontraron diferencias significativas cuando los promotores utilizados fueron ácido ascórbico o citrato, mientras que se observó un efecto promotor marcado ($p < 0,05$) con el EDTANa. Asimismo, cuando los promotores fueron AA y EDTANa y además se agregó sulfato ferroso, la D%Zn disminuyó. Esto se atribuye a la mayor concentración de hierro disponible para dializar, lo que genera una competencia entre los dos minerales por las sustancias promotoras, provocando de esta manera una disminución de la diálisis del zinc. Por el contrario, cuando el promotor utilizado fue el citrato no se evidenció la competencia entre los dos minerales y la D%Zn no disminuyó.

5.1.2.2 Dieta 2 con panes con promotores de la absorción con y sin agregado de sulfato ferroso.

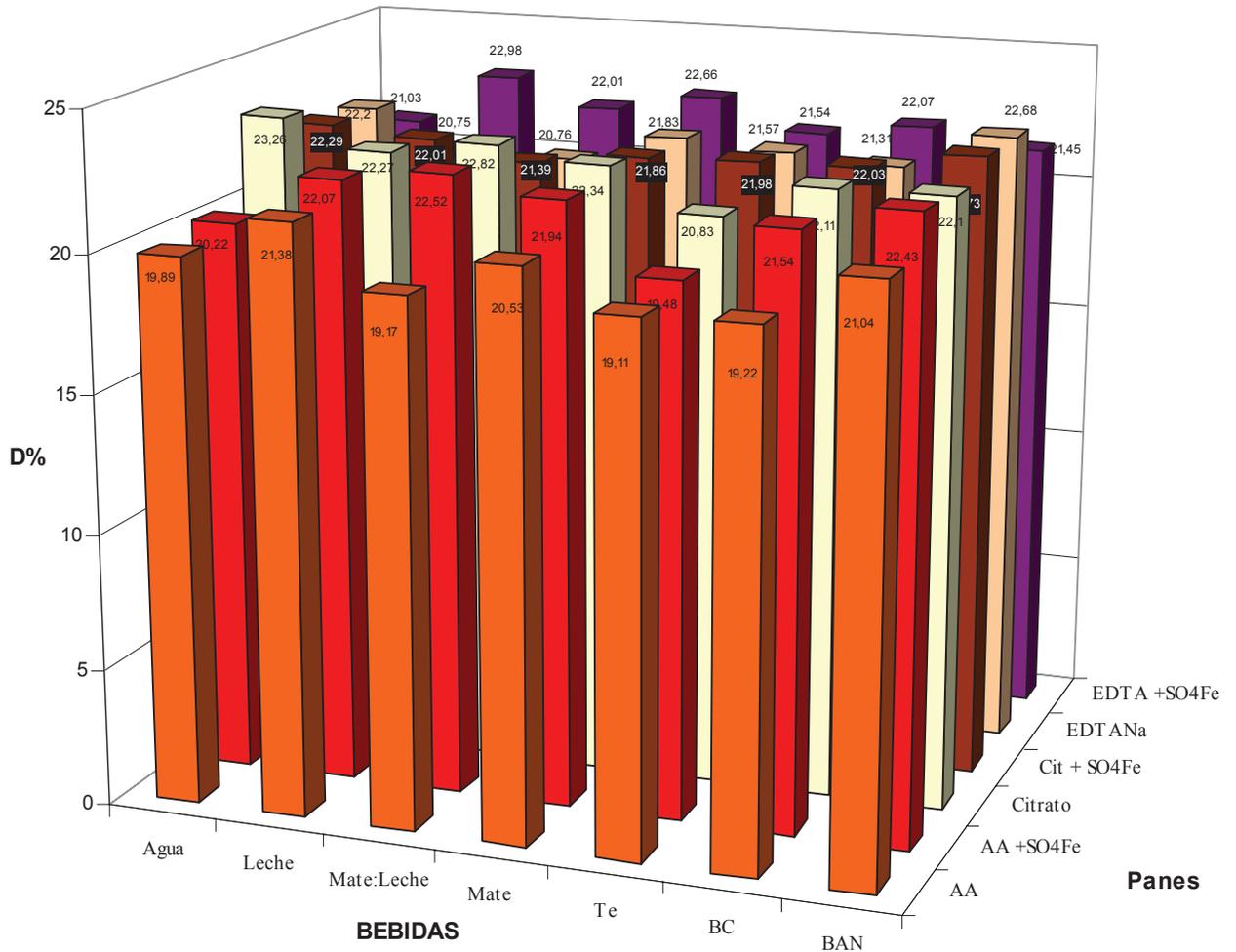
En las siguientes figuras se muestra las dializabilidad de los minerales para la dieta 2 con todas las combinaciones estudiadas.

Figura 5.1.2.2.1 D%Fe de la dieta 2 con pan fortificado con distintos promotores de absorción mineral, con y sin agregado de SO₄Fe.



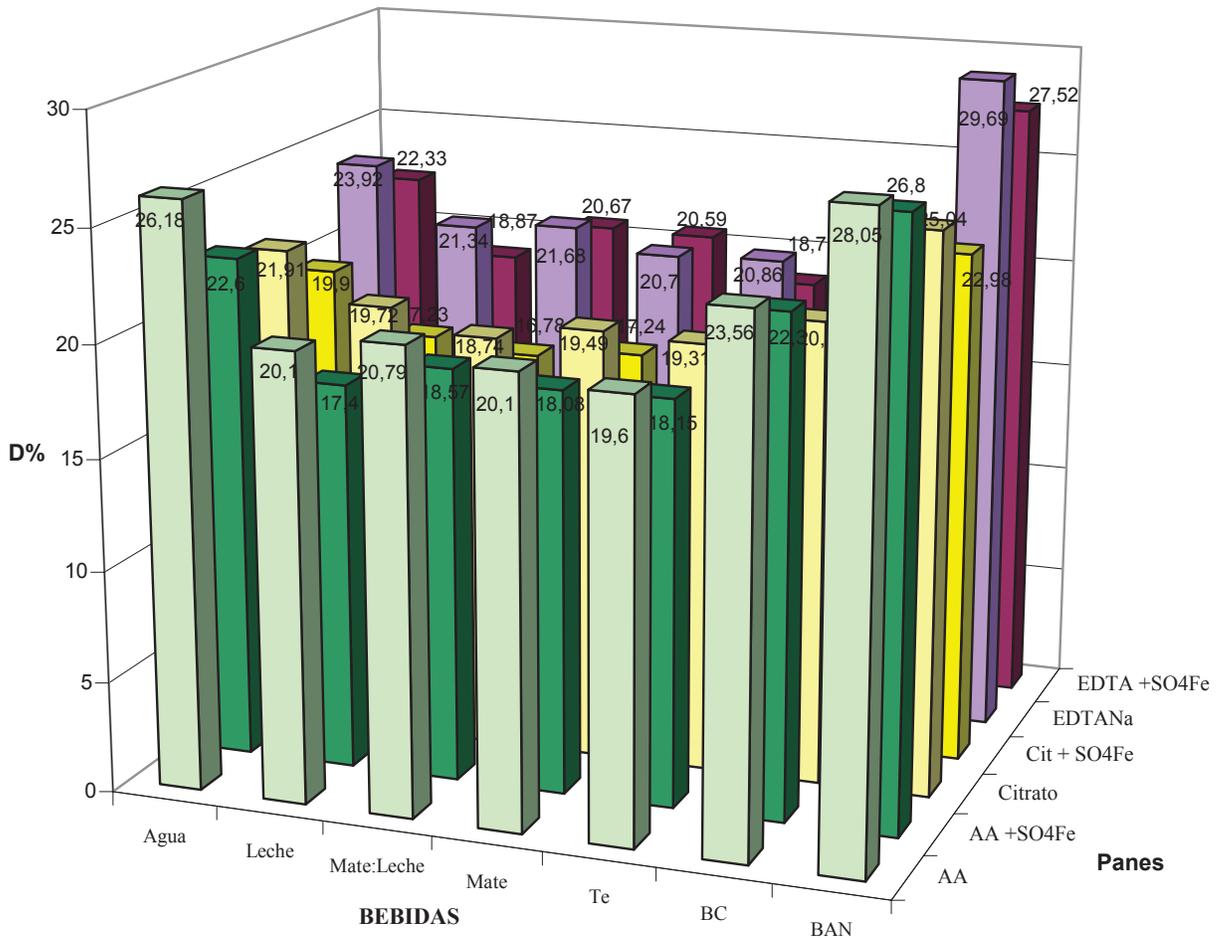
En la dieta 2 se observó un comportamiento muy similar al de la dieta 1. La mayor D%Fe se obtuvo en las combinaciones que contenían el pan con agregado de EDTA sódico. Con las bebidas se registró el comportamiento habitual.

Figura 5.1.2.2.2 D%Ca de la dieta 2 con pan fortificado con distintos promotores de absorción mineral, con y sin agregado de SO₄Fe.



En la D%Ca no se observó diferencia significativa en ninguna de las combinaciones estudiadas. Los valores de D% son menores que los de la dieta 1, debido a la presencia de acelga entre sus ingredientes, rica en oxalatos que forman quelatos insolubles con este mineral.

Figura 5.1.2.2.3. D%Zn de la dieta 2 con pan fortificado con distintos promotores de absorción mineral, con y sin agregado de SO₄Fe.



En la dieta 2 se observó un comportamiento muy similar al de la dieta 1 respecto de las bebidas. Sin embargo, se observaron diferencias relativas a los promotores: no hubo diferencias significativas entre el AA y EDTANa pero sí con el citrato ($p < 0,05$). En los panes fortificados con sulfato ferroso la D%Zn disminuyó con los tres promotores estudiados, incluso con el citrato. Ello podría atribuirse a la formación de complejos entre los fitatos, el zinc y el calcio, éste último presente en la salsa blanca que forma parte de esta matriz alimentaria.

5.2. DISCUSIÓN

5.2.1. Fuentes de fortificación

La carne es la fuente más fácilmente disponible de hierro para los seres humanos, ya que contiene hierro hemínico, que siempre es bien absorbido, y promueve la absorción del hierro no hemínico propio de las dietas (Bothwell y col., 1979). Los alimentos vegetales son a menudo ricos en factores que hacen que el hierro no hemínico esté menos disponible para la absorción. Todo el hierro no hemínico presente en una comida y que es soluble en el jugo gástrico, entra en un pool común. Las interacciones del mineral con los inhibidores y promotores de la absorción presentes en la dieta determinan la eficacia con la que el hierro presente en el pozo puede ser absorbido. En las dietas que se consumen en los países en desarrollo los factores inhibitorios son los que generalmente predominan. De éstos, los más importantes son los fitatos en los granos de cereales y legumbres, y los polifenoles en el té, el café, el cacao y ciertas verduras y cereales. Las proteínas lácteas y el calcio presentes en la leche también reducen la absorción del hierro no hemínico (Bothwell y col., 1979; Lynch y Stoltzfus 2003)

La harina de trigo y los productos farináceos son los que mayormente se utilizan como vehículo de fortificación. En muchos países se utilizan estos alimentos como vehículos de hierro para disminuir el alto porcentaje de anemia. (Bothwell, 1999)

El sulfato ferroso es en general la fuente elegida para realizar esta fortificación o enriquecimiento ya que su comportamiento es similar al del hierro intrínseco del alimento. Como ya se mencionó, su mayor desventaja es su alta reactividad que disminuye la vida útil de algunos productos por causar deterioros organolépticos. Es por ello que se han propuesto otras fuentes de fortificación, entre ellas, el bisglicinato ferroso el cual tiene una buena biodisponibilidad, puede ser utilizado en diferentes tipos de alimentos y no causa problemas organolépticos. (Olivares, y col., 1997)

En un estudio realizado en humanos se encontró que era mejor absorbido que el sulfato ferroso cuando se utilizaba como fortificante de tortillas de maíz. (Allen, 1998) Sin embargo, cuando se lo utilizaba para fortificar alimentos complementarios a base de verduras no tenía mejor absorción que el sulfato ferroso en los niños. (Fox y col., 1998)

En países en desarrollo se han realizado diferentes estudios analizando distintas fuentes

de hierro. En Filipinas se ha utilizado el sulfato ferroso para fortificar arroz, obteniéndose buenos resultados. (Florentino RF, Pedro MRA, 1998) En algunos países de Latinoamérica se fortifica leche con bisglicinato ferroso o algunos cereales con NaFeEDTA. (Olivares y col., 1997; Iost y col., 1998)

Respecto al caso particular del NaFeEDTA se han realizado diferentes estudios con resultados satisfactorios. Entre ellos, fortificación de salsa de pescado en Tailandia (Garby L. y Areekul S, 1974), de azúcar en Guatemala (Viteri FE y col., 1983) y de curry en India (Ballot DE y col., 1989).

En un estudio realizado en 360 escolares de India en el cual se fortificó harina integral de trigo con NaFeEDTA, se demostró una alta eficacia ya que se logró una notoria reducción de la anemia (35 %), de la anemia por deficiencia de hierro (51 %), y de la deficiencia de hierro (67 %) (Muthayya y col., 2012). Estos resultados fueron superiores a los reportados cuando las fuentes de fortificación fueron sulfato ferroso y bisglicinato ferroso. En otro estudio similar realizado en Kenia también con niños escolares (Andang y col., 2007) el consumo de harina integral de maíz fortificada con hierro elemental (56 mg/kg) no redujo la prevalencia de la anemia por deficiencia de hierro o la deficiencia de hierro respecto del grupo control. Por el contrario, la adición de 28 ó 56 mg/kg de hierro como NaFeEDTA redujo significativamente la deficiencia de hierro entre un 70 y 91 %, respectivamente. El sulfato ferroso debido tanto a su asequibilidad como a su alta biodisponibilidad es a menudo la opción preferida para la fortificación. Sin embargo, la absorción del hierro de este compuesto en los alimentos a base de cereales ha demostrado ser inadecuada debido a la presencia natural de ácido fítico (Cook y col., 1997).

En las comunidades que suelen tener un bajo consumo de carne y productos cárnicos y utilizan la harina de trigo como alimento básico en su dieta, como en el Norte de la India y muchos países de África y Latinoamérica, el uso de NaFeEDTA como fortificante de Fe podría ser una buena alternativa para mejorar el estado nutricional del hierro. Por otra parte, la adición de NaFeEDTA aumenta la absorción del hierro intrínseco de los alimentos y mejora la absorción aparente de zinc en la dieta (Hurrell, 1997; Bothwell, y MacPhail, 2004). No tiene ningún efecto en la absorción de cobre, calcio, magnesio o metales pesados (Bothwell y MacPhail, 2004; Davidsson, et al., 2005). El inconveniente de utilizar al EDTA como fuente de fortificación del hierro no

sólo radica en su límite de consumo, que se discutirá más adelante, sino también en su elevado costo. (Muthayya y col., 2012)

Nuestros resultados *in vitro* son acordes con la bibliografía citada, ya que el sulfato ferroso y el bisglicinato ferroso mostraron valores similares de dializabilidad de hierro, mientras que el empleo del NaFeEDTA en ambas dietas mostró un aumento significativo de la misma. Cabe destacar que, respecto a la influencia de las bebidas, la acción de los inhibidores o promotores fue similar, independientemente de la fuente utilizada.

Por otra parte, el efecto del EDTAFeNa sobre el aumento de la dializabilidad del hierro resultó más evidente en la dieta 2, caracterizada por una mayor concentración de inhibidores. Ello se debe a la formación de quelatos con esta fuente, que desplazan la formación de otros complejos insolubles con los minerales.

Este efecto también se observó en la dieta 2 sobre el zinc; asimismo, en presencia de bisglicinato ferroso el perfil fue similar. Por el contrario, los valores más bajos de dializabilidad se registraron en presencia de sulfato ferroso.

En el caso del calcio, ambas dietas mostraron perfiles similares con las tres fuentes de fortificación de hierro.

5.2.2. Promotores de la absorción mineral

Se definen como promotores aquellos ligandos que forman quelatos solubles con los minerales, previenen su precipitación y permiten su liberación para su absorción por parte de la mucosa. Entre ellos pueden mencionarse el ácido ascórbico, algunos aminoácidos, ácidos orgánicos como el ácido cítrico y láctico y el EDTA sódico.

Un aspecto de importancia es el empleo de una relación adecuada en las proporciones entre el mineral de interés y el promotor utilizado. En este estudio, las relaciones finales Fe:promotor en cada uno de los panes fueron de 1:2 en el caso del pan con ácido ascórbico; 1:50 en el que tenía agregado de citrato y 1:1 en el pan con EDTA, basadas en datos bibliográficos.

En el caso del ácido ascórbico, una relación 1:2 sería suficiente para ejercer el efecto promotor; se ha documentado que esta relación incrementa de manera significativa la dializabilidad del hierro (Pizarro 2005). El ácido ascórbico es el promotor más eficiente

de la absorción del hierro no hemínico. Moore y Dubach (1951), demostraron por primera vez en estudios realizados con radioisótopos las propiedades beneficiosas del ácido ascórbico sobre la absorción de hierro. También informaron que las propiedades de mejora estaban relacionadas con la dosis y eran dependientes de la presencia de ácido ascórbico en el lumen del tracto gastrointestinal superior. Los efectos de aumento de ácido ascórbico en la absorción del hierro no hemínico se han demostrado en un gran número de estudios en humanos utilizando radioisótopos para medir la absorción de hierro (Lynch, y Cook, 1980).

Como ya se mencionó, el ácido ascórbico actúa como un ligando del pool de hierro no hemínico, aumentando la absorción del hierro de los alimentos, tanto intrínseco como de fortificación. Se ha demostrado que la acción del ácido ascórbico es eficaz sólo cuando se ingiere junto con la comida. En un estudio, se observó que cuando 500 mg de ácido ascórbico se ingirieron junto con la dieta de prueba la absorción aumento seis veces mientras que la misma cantidad tuvo poco efecto cuando se consumió 4 u 8 h antes (Cook, y Monsen, 1977). El mecanismo de acción parece ser complejo. El paso inicial en la absorción de hierro elemental depende de la absorción de hierro ferroso soluble mediante un transportador de metales transmembrana divalente recientemente caracterizado (Andrews, 1999). El ácido ascórbico actúa en el lumen del estómago y el duodeno, tanto mediante la reducción de hierro férrico al estado ferroso así como mediante la preservación de su solubilidad en el pH luminal que se eleva en el duodeno (Conrad, y Schade, 1968). El mismo efecto promotor lo ejerce sobre el zinc.

Con respecto a la acción de diferentes ácidos orgánicos como promotores de la absorción del hierro, en un estudio realizado en India, en el cual se proporcionaba a mujeres adultas diferentes dietas a base de vegetales o arroz fortificados con hierro marcado, se pudo ver su efecto positivo. Particularmente con el citrato pudieron observarse incrementos cuanto mayor era la concentración empleada (Gillooly, M y col., 1983). El mismo efecto se obtuvo en otro estudio en una población similar en Durban, Sudáfrica, donde los alimentos estudiados eran aislados proteicos de soja fortificados con hierro marcado. Se probaron relaciones crecientes de Fe:citrato 1:10; 1:25 y 1:50, viendo en todos los casos como la absorción del mismo se iba incrementando (Conrad, y Schade, 1968). Por ello se trabajó con la relación Fe:citrato 1:50 en este estudio.

En el caso del zinc también se realizaron estudios en los que se pudo comprobar que el ácido cítrico es uno de los promotores de su absorción (Pabón y Lonnerdal 1993).

Para el EDTA se trabajó con una relación Fe:EDTA 1:1 que es suficiente para incrementar la biodisponibilidad de hierro en dietas ricas en fitatos (Hurrell 2000). La ventaja del EDTA es su elevada constante de afinidad por el hierro, mayor que la que poseen este tipo de inhibidores. Esto asegura una buena competencia entre inhibidor y promotor (Hurrell y col. 2004). Por otra parte, no es conveniente que la relación EDTA:Fe sea mayor a 1 porque eso lleva a una marcada disminución de la absorción de hierro (Hurrell 2002).

Se cree que el EDTA se une al hierro en un complejo soluble en el tracto gastrointestinal, evitando que se formen complejos insolubles, no absorbibles no sólo con los fitatos, sino también con otros inhibidores de la dieta, o iones hidroxilo (Hurrell 2002). Diversos estudios han señalado que el EDTA añadido como Na₂EDTA aumenta la absorción de hierro en adultos que consumen arroz o trigo fortificadas con sulfato ferroso (MacPhail y col., 1994), en dietas infantiles con trigo y otros cereales también fortificados con sulfato ferroso (Hurrell y col, 2000) así como en alimentos complementarios para lactantes preparados con leche fortificada con sulfato ferroso (Davidsson y col., 2001; Viteri y col., 1978).

Hay que tener en cuenta que el EDTA posee una Ingesta Diaria Admisible (IDA) de 0-2,5 mg/kg/día (JECFA, 1974) y que en alimentos para niños se corre el riesgo de excederla. En estudios realizados con lactantes en China (Suying Chang y col 2012) observaron que la fortificación de alimentos farináceos con NaFeEDTA podía llevar a esta situación. Por ello decidieron utilizar sulfato ferroso como fuente de fortificación y adicionar Na₂EDTA como promotor de la absorción del hierro. En este estudio se comparó la absorción de hierro en niños de 12 a 24 meses, en un alimento complementario casero fortificado con sulfato ferroso respecto de la absorción de hierro del mismo alimento fortificado con una mezcla de sulfato ferroso y Na₂EDTA (Suying Chang y col 2012). Con la mezcla se evidenciaba una mejora en la absorción de hierro, sin conducir a una exposición excesiva al EDTA (WHO; 2007). Se utilizó una relación molar Na₂EDTA: Fe 0,4:1.

Hay que resaltar que estas ciudades del norte de China no eran pobres y que el crecimiento y la concentración de hemoglobina de los niños eran mejores que el nivel

promedio de los niños de zonas rurales en China. También hay que tener en cuenta que el alimento empleado para realizar el estudio contenía menor concentración de inhibidores que otras comidas complementarias habituales.

Se ha reportado que la relación molar fitato:hierro es de alrededor de 5,5 en la dieta de la población rural china (Ma, 2006), y el impacto positivo del EDTA sobre la absorción de hierro se esperaría que fuera mayor en estas comidas con mayor concentración de inhibidores.

Resultados similares se obtuvieron en estudios realizados en nuestro laboratorio en otras matrices alimentarias como leche y cereales para desayuno (Cagnasso y col., 2010).

En las dietas complementarias estudiadas, el vehículo de fortificación era el pan elaborado con harina de trigo, que contiene fitatos; si a esto se le suman los proporcionados por la sémola o por el arroz, dependiendo de la dieta considerada, sería de elección una relación EDTA:Fe 1:1 (Hurrell y col, 2000). Estos resultados son concordantes con los observados en otros estudios (Pabón y Lönnnerdal, 1992; Drago y Valencia, 2008).

Una ventaja adicional de la mezcla sería su menor costo. El precio del NaFeEDTA es mucho más alto que el del sulfato ferroso y los costos son de gran preocupación en los programas nacionales de fortificación (Hurrell, 2001).

Con respecto a la evaluación del riesgo de superar la IDA del EDTA, es posible estimar la Ingesta Diaria Potencial (IDP) de este aditivo no sólo para controlar los niveles de adición aprobados por la legislación, sino también frente a la posibilidad de utilizar FeNaEDTA como fortificante de alimentos. En un estudio realizado en Argentina en 2007, en un grupo de 199 niños de entre 3 y 18 años, la IDP obtenida fue de 0,04mg/Kg (Cagnasso y col., 2007). En nuestro país los alimentos en los que se autoriza el agregado de EDTA son las bebidas sin alcohol y las mayonesas. Los resultados indican que la IDP está muy lejos del valor de la IDA, lo cual sería un buen comienzo para profundizar estudios y plantear la posibilidad de utilizar este compuesto ya sea como fortificante o como promotor.

6- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MATRICES ALIMENTARIAS NO TRADICIONALES

6. MATRICES ALIMENTARIAS NO TRADICIONALES

Debido a que la prevalencia de carencias nutricionales de minerales como hierro, calcio y zinc es elevada en muchos países, se han implementado medidas para su prevención. Es así como, según los hábitos alimentarios de cada región, los diferentes organismos internacionales o los mismos países han promovido la fortificación o enriquecimiento de alimentos de fácil acceso y gran consumo para disminuir estas carencias.

Por otra parte, además de los alimentos habituales, existen otras propuestas. Una de ellas es la incorporación de ingredientes no tradicionales que podrían utilizarse en el diseño de alimentos funcionales. En algunos países como Brasil, Ecuador, Colombia o México, la harina de plátano verde es consumida como parte de alimentos regionales; en Ecuador, en particular, su consumo es amplio (Orozco Collaguazo y Picón Moreno, 2011). Sin embargo, en otros países no es empleada para la elaboración de ningún tipo de producto, ya que actualmente no se industrializa a nivel global. A partir del análisis de sus propiedades se lo ha propuesto como un ingrediente funcional, fuente de carbohidratos de digestión lenta y de compuestos bioactivos (Wenzel Menezes y col., 2011).

Otra posibilidad es la introducción de cambios en la composición de matrices tradicionales, que las transforman en productos de otras características.

Los productos de copetín o “snacks” no forman parte de las comidas principales y además suelen ser cuestionados por su bajo valor nutritivo. Sin embargo, a través de modificaciones en su formulación es posible mejorar su perfil de nutrientes (Galán MG, y col., 2013).

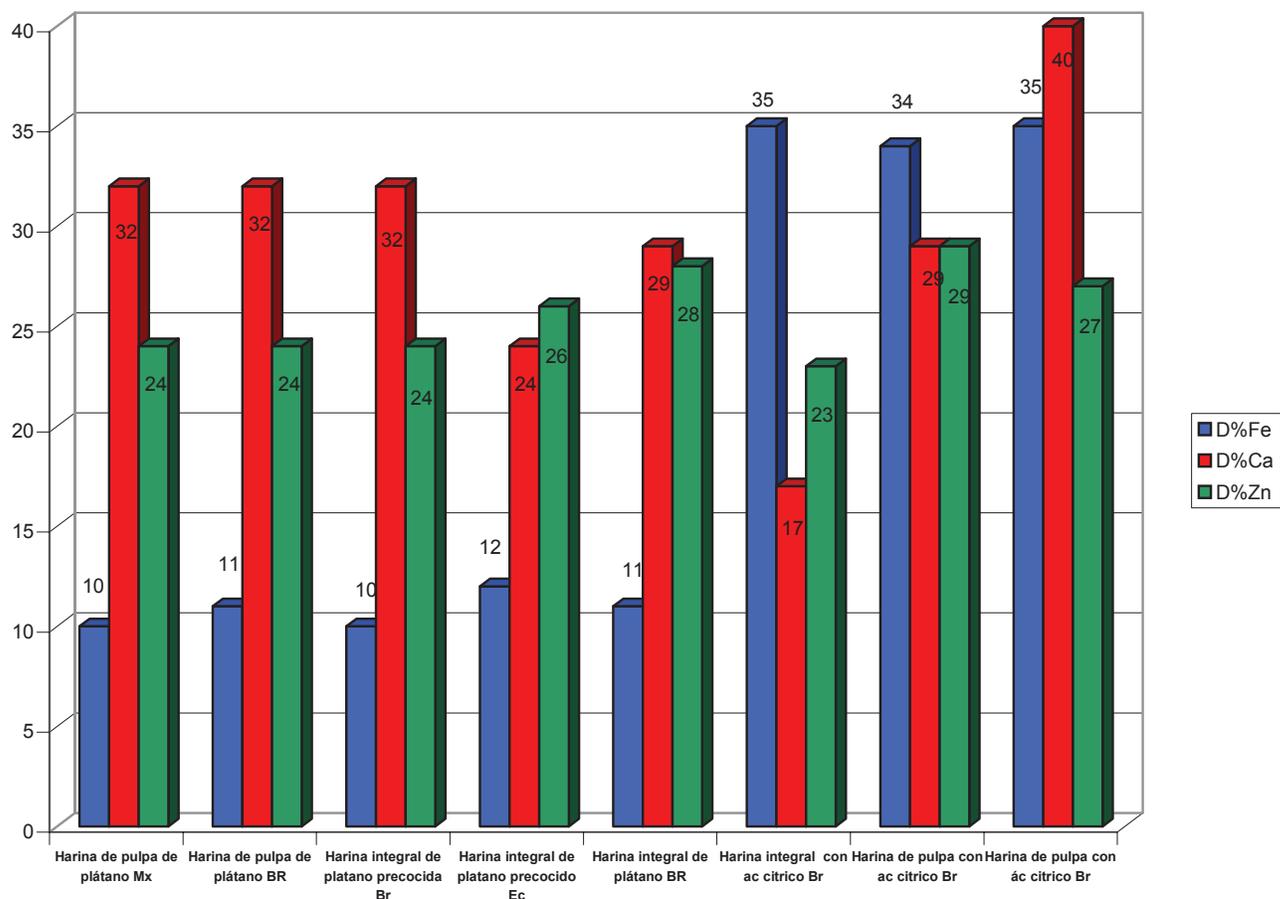
Con respecto al mate, si bien es una bebida tradicional en nuestro país, no es habitual que se combine con fuentes de fortificación de hierro; por ello se lo ha incluido dentro de las matrices alimentarias no tradicionales.

6.1. RESULTADOS

6.1.1. Harina de plátano verde

Se analizaron muestras de harina integral, así como muestras de harina obtenidas de la pulpa del fruto, sometidas a diversos tratamientos, con o sin agregado de ácido cítrico. Se observó un amplio rango respecto a la concentración total de los tres minerales estudiados, evidenciándose la diferencia entre las muestras de harina integral y las de pulpa. En cuanto al contenido de hierro se encontró entre 0,70 mg% y 0,96 mg% en las pulpas y de 1,01 mg% a 3,12 mg% para el caso de las harinas integrales. El calcio fue el mineral con mayor variabilidad; en las pulpas los valores encontrados fueron de 30 mg% a 50 mg% mientras que en las harinas integrales los valores oscilaron entre 116 mg% y 255 mg%. En el caso del zinc no se encontró tanta variación como en los otros dos minerales, con valores de 0,84 mg% a 0,94 mg% para las pulpas y de 1,02 a 1,50 mg% para las harinas integrales.

Figura 6.1.1. Dializabilidad de minerales en distintos tipos de harinas de plátano



En el caso del hierro se observó una marcada diferencia significativa entre las muestras sin ácido cítrico y las que sí lo tenían. Por el contrario, no existieron diferencias significativas para la D%Zn

De todas las muestras estudiadas se eligió elaborar un producto de panificación con la harina descrita en 3.4.1.8. Como se observa en la Fig 6.1.1 esta harina mostró una alta dializabilidad de los tres minerales estudiados, sobre todo en el caso de hierro y de calcio. Una vez elegida la harina más adecuada, fue utilizada para elaborar pan con un 50 % de reemplazo de parte de la harina de trigo por harina de plátano.

Tabla 6.1.2. Contenido, dializabilidad y aporte potencial de hierro, calcio y zinc de 100 g de pan.

	Hierro	Calcio	Zinc
Contenido (mg/100g)	0,46 ± 0,09	12,41 ± 1,02	0,27 ± 0,02
D%	8,6 ± 0,9	20,3 ± 1,7	32,1 ± 2,0
Aporte potencial (mg/100g)	0,04 ± 0,00	2,5 ± 0,7	0,09 ± 0,02

Se calcularon los porcentajes de cobertura de la IDR y del requerimiento diario para niños de 4 a 8 años, mujeres embarazadas y adultos mayores, con una porción de pan (60g). El tamaño de la porción se estableció según el valor establecido en la resolución MERCOSUR GMC/RES N° 47/03 Dicha resolución, incorporada al Capítulo V del Código Alimentario Argentino en el año 2006, estipula el tamaño de la porción de los diferentes alimentos, a fin de informar el aporte nutricional de los mismos. Esta información es más representativa de la cantidad de los distintos nutrientes que ingieren los individuos cada vez que consumen una porción de algún alimento, que la expresión por 100 g de producto.

Debido a la baja concentración de estos minerales en este alimento los porcentajes de cobertura fueron muy bajos (1 a 3 % para IDR), aún con el aporte de hierro de la harina de trigo enriquecida. Como era de esperar, en el caso del aporte potencial también se obtuvieron porcentajes muy bajos de cobertura de los requerimientos.

6.1.1.1. Concentración de fibra dietaria total de las muestras de harina de plátano y del pan.

La harina de plátano verde es un ingrediente aportador de fibra dietaria ya que contiene 12 g/100g. El pan, cuyo contenido es de 6,9 g/100g, puede considerarse como un alimento de alto contenido de fibra, según el Código Alimentario Argentino.

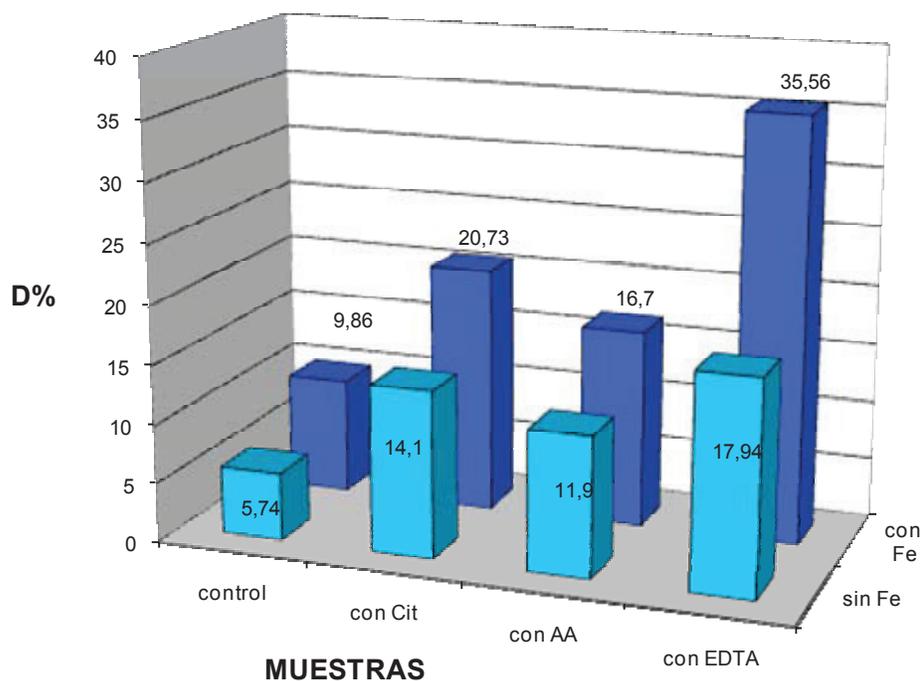
Una porción de pan cubriría el 16 % de las recomendaciones diarias de cualquiera de los tres grupos considerados, tomando en cuenta las propuestas por la Academy of Nutrition and Dietetics (Procter y Campbel, 2008; Panel on Macronutrients, y col., 2005).

6.1.2. Snacks

Fueron elaborados con harinas de maíz y soja y fortificados con sulfato ferroso, también se les agregaron diferentes promotores de la absorción de minerales (ácido ascórbico, citrato de sodio y EDTANa₂).

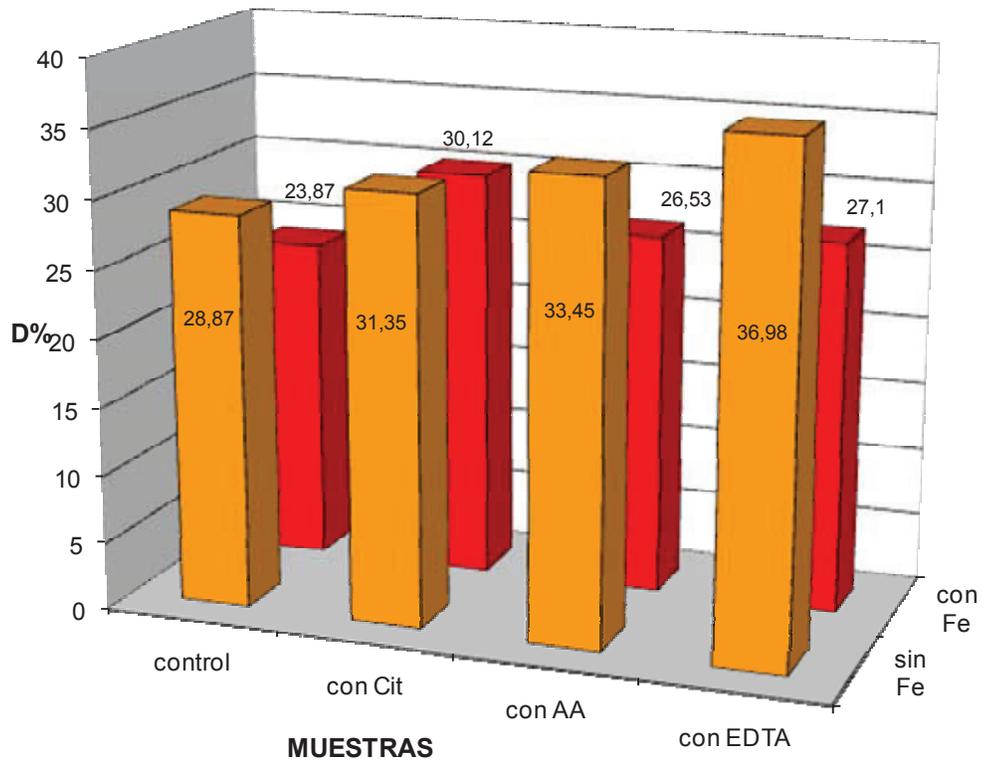
En las figuras siguientes se pueden observar los valores obtenidos para los minerales estudiados en las diferentes muestras analizadas.

Figura 6.1.2.1. D%Fe de muestras de snacks con o sin agregado de SO₄Fe y promotores de la absorción mineral.



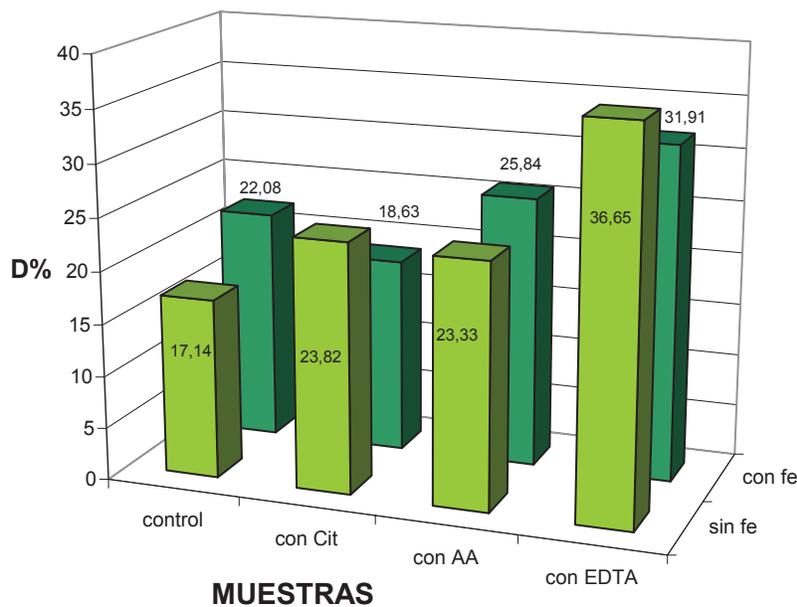
Se puede observar que la D%Fe, tanto de las muestras sin fortificar como de las fortificadas con hierro, se incrementa de modo significativo ($p < 0,01$) con el agregado de promotores de la absorción respecto de la muestra control.

Figura 6.1.2.2. D%Ca de muestras de snacks con o sin agregado de SO_4Fe y promotores de la absorción mineral.



En cuanto al calcio, no existe diferencia significativa entre ninguna de las muestras.

Figura 6.1.2.3. D%Zn de muestras de snacks con o sin agregado de SO_4Fe y promotores de la absorción mineral.



Con respecto al zinc no se encuentra diferencia significativa entre el control y las muestras con ácido ascórbico y citrato pero sí entre estas tres respecto a la de EDTANa_2 ($p < 0,01$).

Se calcularon los porcentajes de cobertura de la IDR y del requerimiento diario para niños de 4 a 8 años, mujeres embarazadas y adultos mayores, con una porción de 25 g. El tamaño de la porción se estableció según el valor establecido en la resolución MERCOSUR GMC/RES N° 47/03.

Analizando el contenido de hierro de una porción de los snacks sin fortificar (0,12 mg/25g) y de los fortificados (0,16 mg/25g) se puede ver que es muy bajo. Teniendo en cuenta que las IDR de los tres grupos se encuentran entre 8 y 18 mg, en el mejor de los casos una porción de los snacks fortificados estaría cubriendo el 2% de la IDR de los adultos mayores (8 mg).

En el caso del calcio el contenido es de 0,9 mg/25g; teniendo en cuenta que las IDRs se encuentran entre 800 y 1200 mg una porción cubriría menos del 1%.

El contenido de zinc es de 0,05mg/25g; en este caso las IDRs se encuentran entre 5 y 10 mg, por lo tanto el porcentaje de cobertura a lo sumo sería del 1%.

En las siguientes tablas se informa el aporte potencial de hierro en los diferentes snacks analizados.

Tabla 6.1.2.4 Aporte potencial de hierro y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de hierro de una porción de snacks.

Muestras	AP Fe mg/100g	Porción 25 g		
		Niños 4-8 % R 0,7 mg/d	Mujeres embarazadas %IDR 5 mg/d	Adultos mayores %R 0.98 mg/d
control	0,03	1	0,2	1
control + SO ₄ Fe	0,06	2	0,3	2
citrato	0,07	3	0,4	2
citrato + SO ₄ Fe	0,13	5	0,7	3
AA	0,06	2	0,3	2
AA + SO ₄ Fe	0,11	4	0,6	3
Na ₂ EDTA	0,09	3	0,5	2
Na ₂ EDTA + SO ₄ Fe	0,23	8	1,2	6

En esta tabla se puede observar que a pesar del bajo contenido de hierro, el porcentaje de cobertura de los requerimientos es mayor que el de las IDR. Se evidencia la diferencia entre las muestras fortificadas y las no fortificadas, así como la acción de los distintos promotores, siendo el EDTA Na₂ el de efecto más marcado.

En el caso del calcio y del zinc los aportes potenciales son tan bajos (alrededor de 1 mg para el calcio y de 0,06 mg para el zinc) que el porcentaje de cobertura del requerimiento de ambos minerales no llega a cubrir el 1%. Hay que recordar que estos snacks no están fortificados con ninguno de estos dos minerales y, además, poseen una concentración intrínseca de ambos que es despreciable.

6.1.2.1. Concentración de fibra dietaria total de la muestra control de extrudado maiz:soja.

La concentración de fibra en la muestra control fue de 4,4 g/100g. El aporte de una porción de estos alimentos cubriría alrededor del 5% de las recomendaciones diarias, tomando en cuenta las propuestas por la Academy of Nutrition and Dietetics (Procter Sandra B., Campbel Christina G. 2008; Panel on Macronutrients, y col., 2005).

6.1.3. INFUSIONES CON YERBA MATE

Se estudiaron las infusiones preparadas con yerba mate, ya sea con agua o con leche fortificada con diferentes fuentes de hierro: sulfato ferroso (SF); bisglicinato ferroso (BGF) y ácido etilendiamino tetra acético sódico férrico (NaFeEDTA).

Las muestras analizadas fueron:

Mate cocido (**Mc**)

Mate cocido fortificado con SF. (**McSF**)

Mate cocido fortificado con BGF. (**McBGF**)

Mate cocido fortificado con EDTAFe. (**Mc EDTANaFe**)

Agua con SF. (**ASF**)

Agua con BGF. (**ABGF**)

Agua con EDTAFe. (**AEDTANaFe**)

Leche fortificada con SF. (**LSF**)

Leche fortificada con BGF (**LBGF**)

Leche fortificada con EDTAFe (**LEDTANaFe**)

Mezcla leche fortificada con SF : mate cocido (**LSF+Mc**)

Mezcla leche fortificada con BGF : mate cocido (**LBGF+Mc**)

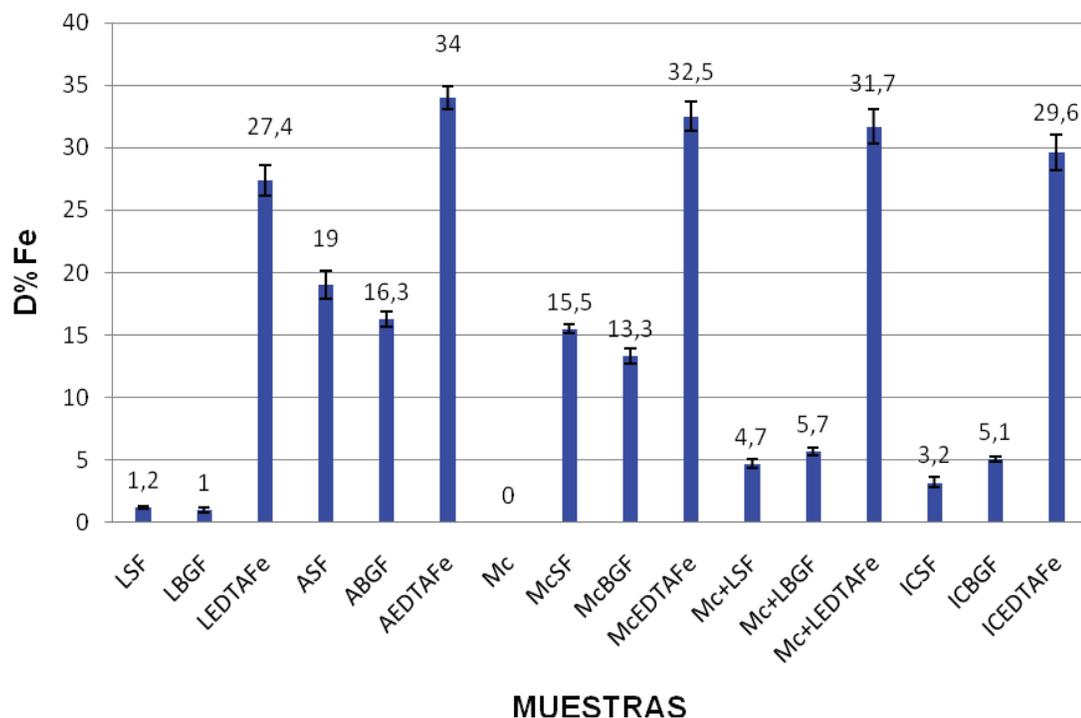
Mezcla leche fortificada con EDTANaFe : mate cocido (**LEDTANaFe +Mc**)

Infusión-cocción de leche fortificada con SF + yerba mate (**ICSF**)

Infusión-cocción de leche fortificada con BGF + yerba mate (**ICBGF**)

Infusión-cocción de leche fortificada con EDTANaFe + yerba mate (**ICEDTANaFe**)

Figura 6.1.3.1. Dializabilidad de hierro en diferentes preparaciones de infusiones elaboradas con yerba mate

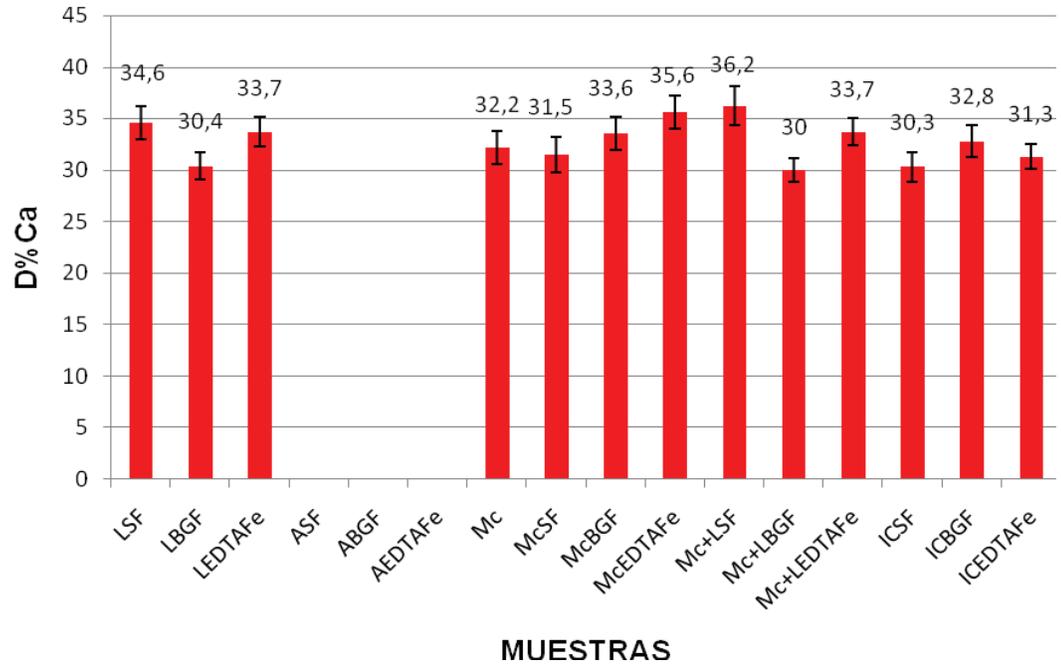


La D%Fe fue nula en el mate cocido (Mc).

La D%Fe fue muy baja en las leches fortificadas con SF y BGF; por el contrario, se obtuvo un valor elevado cuando la fuente de fortificación fue el EDTANaFe, debido a su gran efecto como promotor.

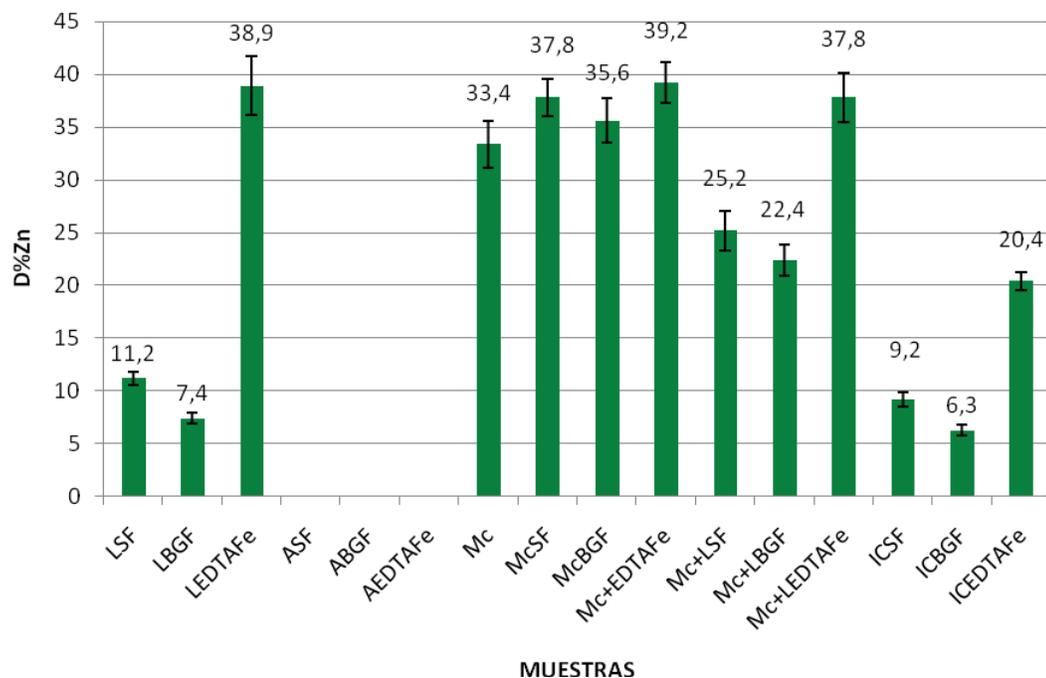
En las mezclas de leche fortificada con mate cocido, los valores fueron intermedios, a los de la leche y el mate cocido. Sólo en las infusiones-cocciones de leche fortificada con sulfato ferroso con yerba mate (ICSF) la D%Fe fue menor a la de la mezcla, no encontrándose diferencias significativas en las muestras que contenían BGF y EDTANaFe como fuentes de fortificación.

Gráfico 6.1.3.2. Dializabilidad de calcio en diferentes preparaciones de infusiones elaboradas con yerba mate.



La D%Ca no presentó variaciones importantes en las leches fortificadas y sus preparaciones con yerba mate.

Gráfico 6.1.3.3. Dializabilidad de zinc en diferentes preparaciones de infusiones elaboradas con yerba mate.



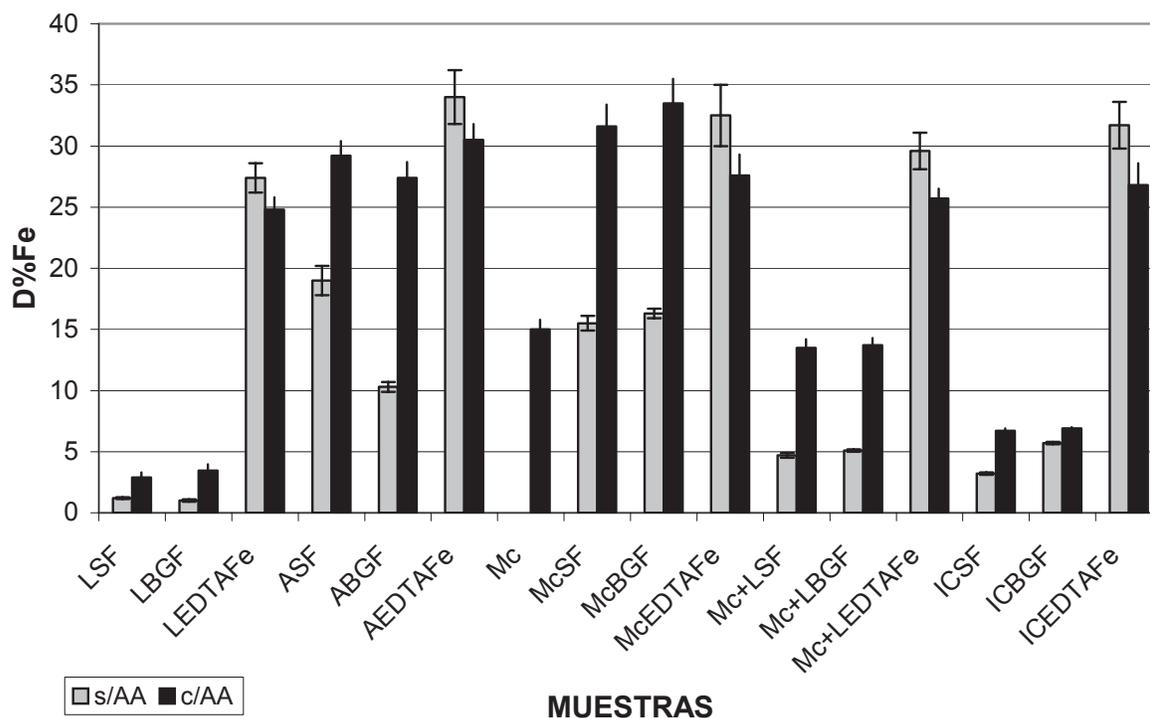
La D%Zn fue baja en las leches fortificadas con SF y BGF presentando un valor elevado cuando la fuente de fortificación era EDTANaFe. Los valores de la D%Zn de las muestras de mate cocido con agregado de hierro fueron elevados y no presentaron diferencia significativa entre las tres fuentes de hierro estudiadas.

En el caso de la D%Zn, de modo semejante a lo ocurrido con la D%Fe, los valores obtenidos en las mezclas mate cocido:leche fueron intermedios a los hallados en leche y en mate cocido. Sin embargo, en el caso del EDTANaFe no se encontró diferencia significativa para la D%Zn entre las muestras de leche, de mate y de la mezcla mate cocido:leche.

En el caso de la infusión-cocción los valores de la D%Zn tendieron a valores más bajos que los de la leche fortificada con SF y BGF, sólo existiendo diferencia significativa en el caso de la leche fortificada con EDTANaFe.

En el siguiente gráfico se puede observar el efecto del agregado de ácido ascórbico en relación 1:4 respecto al contenido de hierro.

Gráfico 6.1.3.4: Dializabilidad de Fe, en muestras de infusiones con yerba mate con y sin agregado de ácido ascórbico.



Al analizar los valores de D%Fe de todas las muestras con y sin agregado de ácido ascórbico se puede observar que, salvo en el caso de las muestras en donde la fuente de fortificación es el EDTANaFe, la D%Fe mostró un aumento muy significativo ($p < 0,01$). Para el caso de las muestras fortificadas con EDTANaFe el efecto sería levemente negativo.

En las tablas siguientes se presentan los datos de concentración total de minerales en base al cual se calcula el porcentaje de cobertura de la ingesta diaria recomendada para niños de 4 a 8 años así como de una porción de las infusiones estudiadas.

Tabla 6.1.3.5. Concentración total de hierro (mg/100ml) y porcentaje de cobertura de la IDR de hierro de una porción de infusiones con yerba.

Hierro		Porción 200 ml		
Muestras	mg Fe /100ml	Niños 4-8 %IDR 10 mg/d	Mujeres embarazadas %IDR 27 mg/d	Adultos mayores %IDR 8 mg/d
Mc	0,2	4	1	5
McSF	1,0	19	7	24
McBG	0,8	16	6	21
McEDTAFe	1,1	21	8	26
Mc+LSO4Fe	1,0	20	7	26
Mc+LBG	1,1	22	8	27
Mc+LEDTAFe	1,0	21	7	26
ICSF	1,4	28	13	35
ICBG	1,3	26	10	33
ICEDTAFe	1,1	22	8	28

Se puede observar que una porción de cualquiera de estas bebidas cubriría entre un 20 y un 30% de la IDR para niños o adultos mayores, mientras que para las mujeres embarazadas cubriría alrededor de un 10% o menos. El aporte del mate cocido solo es mínimo.

Tabla 6.1.3.6. Concentración total de calcio (mg/100ml) y porcentaje de cobertura de la IDR de hierro de una porción de infusiones con yerba.

Calcio		Porción 200ml		
		Niños 4-8	Mujeres embarazadas	Adultos mayores
Muestras	mg Ca / 100ml	%IDR 800 mg/d	%IDR 1000mg/d	%IDR 1200 mg/d
Mc	6	2	1	1
McSF	6	2	1	1
McBG	6	2	1	1
McEDTAFe	6	2	1	1
Mc+LSO4Fe	43	11	9	7
Mc+LBG	46	12	9	8
Mc+LEDTAFe	44	11	9	7
ICSF	92	23	18	15
ICBG	85	21	17	14
ICEDTAFe	83	21	17	14

Con respecto al calcio, se puede observar la marcada diferencia entre las muestras que contienen leche y las que no, siendo este alimento casi el único aportador de calcio en estas bebidas. Como era de esperar por la forma de preparación, las mezclas de leche con mate cocido cubrirían aproximadamente la mitad de la IDR aportada por las infusiones-cocciones.

Tabla 6.1.3.7. Concentración total de zinc (mg/100ml) y porcentaje de cobertura de la IDR de hierro de una porción de infusiones con yerba.

Zinc		Porción 200 ml		
Muestras	mg Zn / 100ml	Niños 4-8	Mujeres embarazadas	Adultos mayores
		%IDR 5 mg/d	%IDR 11 mg/d	%IDR 10 mg/d
Mc	0,16	6	3	3
McSF	0,12	5	2	2
McBG	0,14	6	3	3
McEDTAFe	0,14	6	3	3
Mc+LSO4Fe	0,19	8	3	4
Mc+LBG	0,2	8	4	4
Mc+LEDTAFe	0,19	8	3	4
ICSF	0,44	18	8	9
ICBG	0,47	19	9	9
ICEDTAFe	0,41	16	7	8

En el caso del zinc, las infusiones-cocciones son las que más aportan. En los niños una porción de 200 ml cubriría cerca del 20% de la IDR; en las embarazadas y adultos mayores, cerca del 10%. Las otras infusiones aportarían entre un 2 y un 8% según el grupo considerado.

En las siguientes tablas se informa el aporte potencial de hierro y calcio así como el porcentaje de cobertura del requerimiento diario de cada mineral en las infusiones de yerba mate analizadas. En el caso del hierro se incluyen también las muestras con agregado de ácido ascórbico, ya que esto provoca un aumento en la dializabilidad de este mineral, y por lo tanto un aumento del aporte potencial de este mineral.

No se muestran valores para el zinc porque el porcentaje de cobertura para los tres grupos considerados con todas las bebidas analizadas es muy bajo.

Tabla 6.1.3.8. Aporte potencial de hierro y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de hierro de una porción de infusiones de yerba mate.

Hierro	Porción 200 ml			
	AP mg/100ml	Niños 4-8 % R 0,7 mg/d	Mujeres embarazadas %R 5 mg/d	Adultos mayores %R 0.98 mg/d
Mc	0	0	0	0
Mc + AA	0,03	9	1	6
McSF	0,15	43	6	31
McBG	0,11	31	4	22
McEDTAFe	0,36	>100	14	73
McSF+AA	0,18	51	7	37
McBG+AA	0,26	74	10	53
McEDTAFe+AA	0,16	46	6	33
Mc+SF	0,05	14	2	10
Mc+BG	0,06	17	2	12
Mc+EDTAFe	0,32	91	13	65
Mc+SF+AA	0,14	40	6	29
Mc+BG+AA	0,15	43	6	31
Mc+EDTAFe+AA	0,29	83	12	59
ICSF	0,04	11	2	8
ICBG	0,07	20	3	14
ICEDTAFe	0,33	94	13	67
ICSF+AA	0,07	20	3	14
ICBG+AA	0,08	23	3	16
ICEDTAFe+AA	0,3	86	12	61

En los tres grupos considerados las bebidas con EDTANaFe son las que mayor porcentaje de los requerimientos cubren debido a su amplio efecto promotor sobre la absorción de hierro. En las infusiones fortificadas con SF o BGF es de destacar el efecto promotor de las muestras con agregado de ácido ascórbico, respecto de las que no lo tienen.

Tabla 6.1.3.9. Aporte potencial de calcio y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de hierro de una porción de infusiones de yerba mate.

Calcio	Muestras	Porción 200ml			
		AP mg/100ml	Niños 4-8 % R 440 mg/d	Mujeres embarazadas % R 420mg/d	Adultos mayores %R 520 mg/d
	LSF	33	15	15	13
	LBG	28	13	13	11
	LEDTAFe	31	14	15	12
	Mc	2	1	1	1
	McSF	2	1	1	1
	McBG	2	1	1	1
	McEDTAFe	2	1	1	1
	Mc+SO4Fe	16	7	7	6
	Mc+BG	14	6	7	5
	Mc+EDTAFe	15	7	7	6
	ICSF	28	13	13	11
	ICBG	28	13	13	11
	ICEDTAFe	26	12	12	10

En el caso del calcio, como se observó para la IDR, las infusiones-cocciones son las que mayor porcentaje de los requerimientos cubren.

6.2. DISCUSIÓN

6.2.1. Harina de plátano verde

Existe un interés creciente en el estudio y desarrollo de alimentos funcionales, ricos en carbohidratos de lenta digestión o no disponibles. Los alimentos que producen una baja respuesta glicémica y disminuyen el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles

como diabetes Tipo 2 y enfermedades cardiovasculares, generalmente incluyen un alto tenor de carbohidratos complejos, como la fibra alimentaria y el almidón resistente. Las harinas de plátano verde analizadas presentan estas características pero no son ricas en hierro, zinc ni calcio.

El contenido de minerales puede variar dependiendo de muchos factores, tales como la variedad, el grado de maduración, el tipo de suelo, el clima, entre otros. En particular, la zona de cultivo sería importante ya que el contenido mineral de los suelos parece tener una gran influencia en el contenido mineral de los frutos. Sin embargo, el aporte de hierro y zinc no resulta significativo a diferencia de lo que sí ocurre con el potasio, magnesio, cobre y boro (Foster y col, 2002).

Por otra parte, los plátanos contienen cantidades apreciables de polifenoles. Ya se mencionó que actúan como ligandos inhibidores de la absorción del hierro y del zinc presentes en los alimentos. Su efecto depresor se debe a la formación de complejos insolubles con el hierro y el zinc, que impedirían tanto su diálisis como su absorción in vivo (Brown y col., 1990). En las harinas que incluían tratamientos con ácido cítrico durante su obtención se observó su efecto promotor sobre la dializabilidad de hierro, no así sobre el zinc.

En el pan elaborado con agregado de harina de plátano, los valores de dializabilidad de hierro (D%Fe 8,6) fueron muy inferiores a los de pan blanco elaborado con harina de trigo (D%Fe 15,2) (Dyner y col, 2007), probablemente debido a la presencia de los polifenoles.

Es de destacar que el contenido de fibra dietaria total de la harina de plátano verde es mucho mayor que el de la harina de trigo, que se encuentra en valores cercanos al 3%. Por ello, su adición a los panes se refleja en un aumento proporcional en el contenido de fibra. El contenido de fibra del pan elaborado con harina de plátano duplica al del pan blanco común. Este es uno de los aportes nutricionales más importantes de estas harinas a los panes en estudio. Es importante señalar que en la harina de plátano verde gran parte del almidón presente es almidón resistente, lo que acrecienta el interés de esta harina como ingrediente funcional. Es necesaria la diferenciación de la etapa de madurez, ya que puede influir en sus características físico-químicas y en aspectos tecnológicos durante el procesamiento (Bello-Perez y col, 2009).

Además de la elaboración de panes con harina de plátano verde (Pacheco-Delahaye y col, 2005; Juarez-Garcia y col, 2006), también se ha planteado el desarrollo de otros

productos tales como barras de cereales (Ferreira Dos Santos, 2010). Podría resultar de interés la formulación y el estudio de alimentos fortificados y con agregado de promotores de la absorción de minerales.

6.2.2. Snacks

Los snacks analizados fueron diseñados con el objetivo de obtener un producto nutricionalmente mejorado apto para alimentación institucional. Usualmente los programas alimentarios, salvo excepciones, se basan en la distribución de alimentos básicos. Algunos investigadores plantean la alternativa de utilizar Alimentos de Interés Social, es decir alimentos de consumo masivo pero con un mejor valor nutricional y de bajo costo (González, 2003).

La cocción por extrusión de mezclas a base de cereales, es una tecnología recomendable, ya que no sólo brinda la posibilidad de elaborar una amplia gama de productos (con formas y texturas distintas), tales como bases para sopas cremas, tortillas y cereales expandidos, sino también, se pueden mejorar algunas características nutricionales (Drago y col, 2005; Drago y col, 2007a; Drago y col, 2007b).

A fin de mejorar el perfil de minerales esenciales, es posible utilizar diversas fuentes de fortificación, así como promotores de la absorción. En los snacks estudiados se añadió sulfato ferroso con tres promotores diferentes.

Tal como se mencionó en el capítulo anterior, debe emplearse una relación adecuada en las proporciones entre el mineral de interés y el promotor utilizado. Las relaciones finales Fe:promotor en cada uno de los snacks fueron de 1:8 en el caso del ácido ascórbico; 1:50 en el que tenía agregado de citrato y 1:1 con EDTANa₂. Estas dos últimas son las mismas relaciones utilizadas previamente en los panes. En el caso del ácido ascórbico, se ha documentado que una relación 1:2 sería suficiente para ejercer el efecto promotor (Pizarro 2005). Sin embargo, durante el proceso de extrusión parte del ácido ascórbico se degrada por el calor aplicado; por lo tanto se tiene que sobredosificar para asegurar una concentración adecuada con posterioridad al proceso. Los tres promotores resultaron efectivos para incrementar la dializabilidad del hierro.

En el caso del calcio ninguno de los tres compuestos ensayados tuvo una acción promotora sobre su dializabilidad. Si bien no hubo diferencias significativas, se pudo observar una tendencia a una disminución en las muestras fortificadas. Esto se debería a que en alimentos ricos en fitatos, éstos formarían complejos insolubles con el hierro y el calcio que impedirían la absorción de ambos minerales (O'Dell, 1989).

Con respecto al zinc, si bien el efecto de los diferentes promotores de la absorción fue similar al ejercido sobre el hierro, no resultó tan marcado, sobre todo con el ácido ascórbico y el citrato. La dializabilidad de las muestras fortificadas mostró una tendencia a valores menores que la de las muestras sin fortificar. Esto podría deberse a que existe una competencia entre el hierro y el zinc respecto a la unión a los promotores de la absorción.

Teniendo en cuenta que este tipo de alimentos podrían llegar a ser propuestos para ser consumidos por escolares y seleccionados como vehículos de fortificación para disminuir la carencia de hierro en esa población (Gonzalez, 2003), habría que considerar dos aspectos muy importantes. Por un lado que el nivel de fortificación ensayado no fue exitoso ya que una porción de estos snacks cubriría un porcentaje muy bajo tanto del requerimiento como de la IDR de hierro en ese grupo. Por otra parte, es de destacar que este tipo de alimentos, de amplio consumo en la población, no suelen formar parte de una alimentación saludable baja en sodio y grasas; por ello, si se incluyeran dentro de un plan social, debería enfatizarse que se trata de formulaciones de valor nutritivo incrementado.

6.2.3. Infusiones con yerba mate

La yerba mate (*Ilex paraguariensis* St) es una planta que crece naturalmente en Sud América y es cultivada en el NE de Argentina, SE de Brasil y E de Paraguay. Sus hojas son utilizadas para la preparación de mate tomado con bombilla o bien como infusión (mate cocido).

Diversos investigadores han estudiado su composición, los efectos fisiológicos y sus potenciales usos en la salud (Heck y de Megia, 2007), así como su composición mineral, caracterizada por cantidades apreciables de varios minerales, entre ellos magnesio, hierro, zinc y potasio (Tenorio Sanz y Torija Isasa, 1991). También

existen estudios sobre la cantidad de estos minerales extraída con el agua, los que llevan a suponer que las infusiones preparadas con yerba mate aportarían una buena cantidad de minerales (Vera Garcia, 1997). Sin embargo, no se han realizado estudios sobre su biodisponibilidad. Es sabido que la yerba contiene niveles altos de polifenoles, importantes inhibidores de la absorción mineral. Además, es común que esta infusión se ingiera mezclada con leche.

En este trabajo se observó que la dializabilidad del hierro fue nula en el mate cocido, lo que podría explicarse, como se mencionó previamente, por la formación de complejos insolubles con el hierro que precipitan y por lo tanto no pueden dializarse. Su alto peso molecular (mayor a 8000 Daltons) impediría tanto su diálisis como su absorción in vivo (Brown y col., 1990). Respecto a los valores bajos para la dializabilidad de hierro obtenidos con las muestras de leche fortificada con las diferentes fuentes utilizadas, esto se justifica por el conocido efecto inhibitorio de la absorción de hierro y zinc que ejercen tanto las caseínas como el calcio de la leche (Jackson, 1992; Hurrell, 1997; Drago y Valencia, 2004).

Si bien los valores de la dializabilidad mineral en las infusiones-cocciones fueron los más bajos de todas las muestras estudiadas, se hubiera esperado un efecto depresor más marcado dado que la cantidad de inhibidores presentes es mayor que la presente en las mezclas.

Las dializabilidades del hierro y del zinc fueron bajas en las leches fortificadas con SF y BGF pero presentaron un valor elevado cuando la fuente de fortificación fue EDTANaFe. Se ha demostrado que la absorción del NaFeEDTA puede ser 2,5 veces mayor que la del sulfato ferroso, según la matriz alimentaria (Ballot y col., 1989).

Los valores de la dializabilidad de zinc de las muestras de mate cocido con agregado de hierro fueron elevados y no presentaron diferencias significativas entre las tres fuentes de hierro estudiadas. Esto estaría demostrando que el efecto inhibitorio del calcio y la caseína de la leche (O'Dell, 1989; Hurrell, 1997) es mucho mayor que el de los polifenoles de la yerba mate (Aggett y Comerford, 1995).

El aumento marcado de la dializabilidad del hierro en las muestras con agregado de ácido ascórbico se debería, como se explicó en capítulos anteriores, a que reduce el ión férrico a su forma ferrosa, a la formación de quelatos solubles y estables con el hierro en el estómago y por ende el mantenimiento de su solubilidad cuando el alimento ingresa

6- Matrices alimentarias no tradicionales

en el ambiente más alcalino del duodeno (Binaghi y col., 2007). Esto ya se había encontrado en otras matrices alimentarias que contienen inhibidores de la absorción (Cagnasso y col., 2010). Sin embargo, cuando se empleó EDTANaFe como fortificante, el efecto del ácido ascórbico resultó levemente negativo. Otros autores habían observado que en matrices alimentarias que contienen inhibidores de la absorción no se observa el efecto promotor del ácido ascórbico sobre la biodisponibilidad del EDTANaFe (Drago y Valencia, 2008).

En conclusión, el consumo de infusiones de yerba mate no aportaría hierro. Sin embargo, el agregado de ácido ascórbico promueve un importante aumento en su dializabilidad tanto en las infusiones como en sus preparaciones con leche. Por otra parte, el consumo de tales infusiones en mezcla con leche fortificada no afectaría negativamente la disponibilidad de hierro en dicha matriz.

7- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ALIMENTOS REGIONALES

7-ALIMENTOS REGIONALES

En distintos contextos socio-económicos y/o regionales se observan diferencias en el patrón alimentario que responden no sólo a la posibilidad de acceso a diversos tipos de alimentos en función de su precio y disponibilidad sino también a modelos culturales que suelen estar profundamente arraigados. En nuestro país los hábitos alimentarios varían de acuerdo tanto al nivel socioeconómico como a las costumbres regionales.

7.1 RESULTADOS

7.1.1. Harina de algarroba y productos derivados

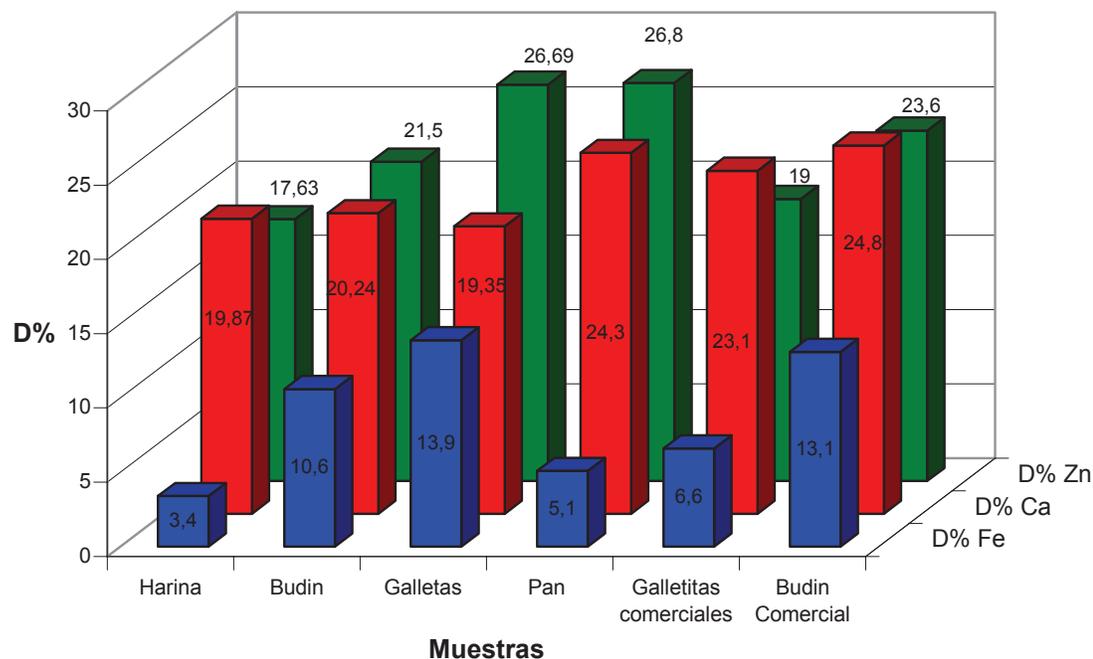
Entre los ingredientes de interés se encuentra la harina de algarroba, que puede ser obtenida de los frutos de distintas especies de *Prosopis*, que abundan en el norte de Argentina. El algarrobo blanco (*Prosopis alba*) es una especie del bosque nativo que representa un recurso sustentable para las comunidades del noroeste y del noreste.

Estas harinas constituyen ingredientes de consumo habitual en algunas poblaciones, pero su obtención y uso es aún de tipo artesanal. En general son integrales ya que se obtienen por molienda total de los frutos. A partir de ellas se elaboran diferentes productos regionales; también productos farináceos en los cuales se reemplaza parte de la harina de trigo por harina de algarroba. Por sus atributos nutricionales y su relativo bajo costo, sería oportuno introducirla en la industria de alimentos para el consumo humano.

La harina de algarroba se caracteriza por contener un nivel de proteína similar al de los cereales así como por su alto contenido de fibra y de hidratos de carbono disponibles (principalmente sacarosa). También es destacable la presencia de minerales de importancia nutricional, como hierro y calcio (Astrada y col., 2008).

A continuación se presentan los resultados del análisis de panificados tanto artesanales como comerciales en los cuales se sustituye un porcentaje de la harina de trigo con harina de algarroba.

Figura 7.1.1.1 Dializabilidad porcentual de hierro, zinc y calcio de los productos elaborados con harina de algarroba.



Con respecto a la D%Fe, se puede observar cómo en los alimentos elaborados se incrementa significativamente respecto de la harina ($p < 0,05$). Esto se debería a dos factores; en el caso del pan, se produce un proceso de fermentación, durante el cual se degradan los fitatos. En segundo lugar, si bien la harina de algarroba tiene una alta concentración de polifenoles, que también inhiben la absorción de hierro, al mezclarla con la harina de trigo su concentración se ve disminuida por dilución.

En el caso del zinc se observa un comportamiento similar al del hierro. Para el calcio el comportamiento es más variado, sin mostrar diferencias significativas.

En las tablas siguientes se presentan los datos de concentración total de minerales en base a la cual se calcula el porcentaje de cobertura de la ingesta diaria recomendada para niños de 4 a 8 años así como para mujeres embarazadas y adultos mayores, con una porción de los alimentos estudiados.

Cabe destacar que el tamaño de la porción se estableció según el valor establecido en la resolución MERCOSUR GMC/RES N° 47/03.

Tabla 7.1.1.1. Concentración total de hierro (mg/100g) y porcentaje de cobertura de la IDR de hierro de una porción de los productos elaborados con harina de algarroba.

Hierro	Porción 60g			
	Muestras	Fe mg/ 100g	Niños 4-8 %IDR 10 mg/d	Mujeres embarazadas %IDR 27 mg/d
Harina	5	-	-	-
Galletitas	1,3	8	3	10
Budín	2,4	14	5	18
Pan	6,6	40	15	50
Galletitas comerciales	3,1	19	7	23
Budín comercial	4,4	26	10	33

Tabla 7.1.1.2. Concentración total de calcio (mg/100g) y porcentaje de cobertura de la IDR de calcio de una porción de los productos elaborados con harina de algarroba.

Calcio	Porción 60g			
	Muestras	Ca mg/ 100g	Niños 4-8 %IDR 800 mg/d	Mujeres embarazadas %IDR 1000 mg/d
Harina	141	-	-	-
Galletitas	154	12	9	8
Budín	121	9	7	6
Pan	86	6	5	4
Galletitas comerciales	76	6	5	4
Budín comercial	98	7	6	5

Tabla 7.1.1.3. Concentración total de zinc (mg/100g) y porcentaje de cobertura de la IDR de zinc de una porción de los productos elaborados con harina de algarroba.

Zinc		Porción 60g		
Muestras	Zn mg/ 100g	Niños 4-8 %IDR 5 mg/d	Mujeres embarazadas %IDR 11 mg/d	Adultos mayores %IDR 8 mg/d
Harina	1,7	-	-	-
Galletitas	0,6	7	3	5
Budín	1	12	5	8
Pan	1,5	18	8	11
Galletitas comerciales	1,3	16	7	10
Budín comercial	1,4	17	8	10

En términos generales se observa que, dependiendo del mineral analizado y del grupo vulnerable considerado, una porción de estos alimentos cubriría entre el 3 y el 50% de la IDR.

En las tablas siguientes se presentan los datos de aporte potencial de minerales en base al cual se calcula el porcentaje de cobertura del requerimiento diario para niños de 4 a 8 años así como para mujeres embarazadas y adultos mayores, con una porción de los alimentos estudiados.

Tabla 7.1.1.4. Aporte potencial de hierro y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de hierro de una porción de los productos elaborados con harina de algarroba.

Hierro		Porción 60g		
Muestras	AP Fe mg%	Niños 4-8 %R 0,7 mg/d	Mujeres embarazadas %R 5 mg/d	Adultos mayores %R 0.98 mg/d
Harina	0,17	-	-	-
Galletitas	0,14	12	2	9
Budín	0,34	29	4	21
Pan	0,34	29	4	21
Galletitas comerciales	0,21	18	3	13
Budín comercial	0,57	49	7	35

Tabla 7.1.1.5. Aporte potencial de calcio y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de calcio de una porción de los productos elaborados con harina de algarroba.

Calcio	Porción 60g			
	AP Ca mg%	Niños 4-8 % R 440 mg/d	Mujeres embarazadas % R 420 mg/d	Adultos mayores %R 520 mg/d
Muestras				
Harina	28	-	-	-
Galletitas	31	4	4	4
Budín	23	3	3	3
Pan	21	3	3	2
Galletitas comerciales	21	3	3	2
Budín comercial	24	3	3	3

Tabla 7.1.1.6. Aporte potencial de zinc y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de zinc de una porción de los productos elaborados con harina de algarroba.

Zinc	Porción 60g			
	AP Zn mg%	Niños 4-8 % R 1,8 mg/d	Mujeres embarazadas % R 6 mg/d	Adultos mayores %R 3,3 mg/d
Muestras				
Harina	0,30	-	-	-
Galletitas	0,13	4	1	2
Budín	0,26	9	3	5
Pan	0,42	14	4	8
Galletitas comerciales	0,19	6	2	3
Budín comercial	0,19	6	2	3

El aporte potencial toma en consideración tanto el contenido mineral como la dializabilidad. En el caso del hierro, los productos tienen un valor apreciable a expensas de un elevado contenido mineral y una dializabilidad moderada.

7.1.1.2. Concentración de fibra dietaria total de los productos elaborados con harina de algarroba, y porcentaje de cobertura de la IR de una porción de los mismos.

Muestra	Porción 60g			
	Fibra g/100g	Niños 4-8 %IR 25 g/d	Mujeres embarazadas %IR 25 g/d	Adultos mayores %IR 21-30 g/d
Harina	32	-	-	-
Galletitas	16	38	38	46-32
Budín	21	50	50	60-42
Pan	15	36	36	43-30
Galletitas comerciales	8,4	20	20	24-17
Budín comercial	5,6	13	13	16-11

El aporte de fibra resulta moderado o elevado según el grupo que se considere.

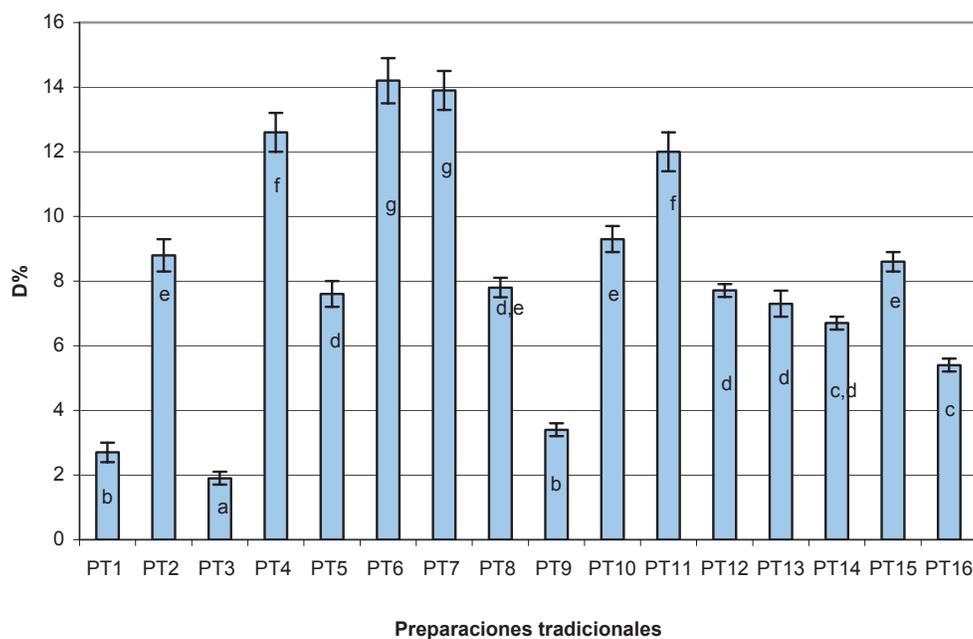
7.1.2. Preparaciones tradicionales de consumo habitual por la población originaria de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy

En el norte argentino persisten hábitos alimentarios heredados de la cultura andina, que incluyen al maíz como un insumo culinario clave. Este aparece en la mayoría de las preparaciones: mote, frangollo, polenta, tamales, humitas, etc.

Como ya se mencionó, el mote se prepara mediante la cocción y remojo de los granos en una solución alcalina (cal o cenizas). El frangollo es maíz blanco molido en mortero y pelado. También es común el consumo de carne de llama y de una variada cantidad de guisos (Santoni ME, Torres G, 2001; Torres GF, Santoni ME, 1997; Arcondo A, 2002). Estas preparaciones son ricas en alimentos con alta cantidad de inhibidores de la absorción mineral. Por ello es importante evaluar el contenido, la disponibilidad y el aporte potencial de los minerales esenciales en estas preparaciones tradicionales de consumo frecuente en el noroeste argentino.

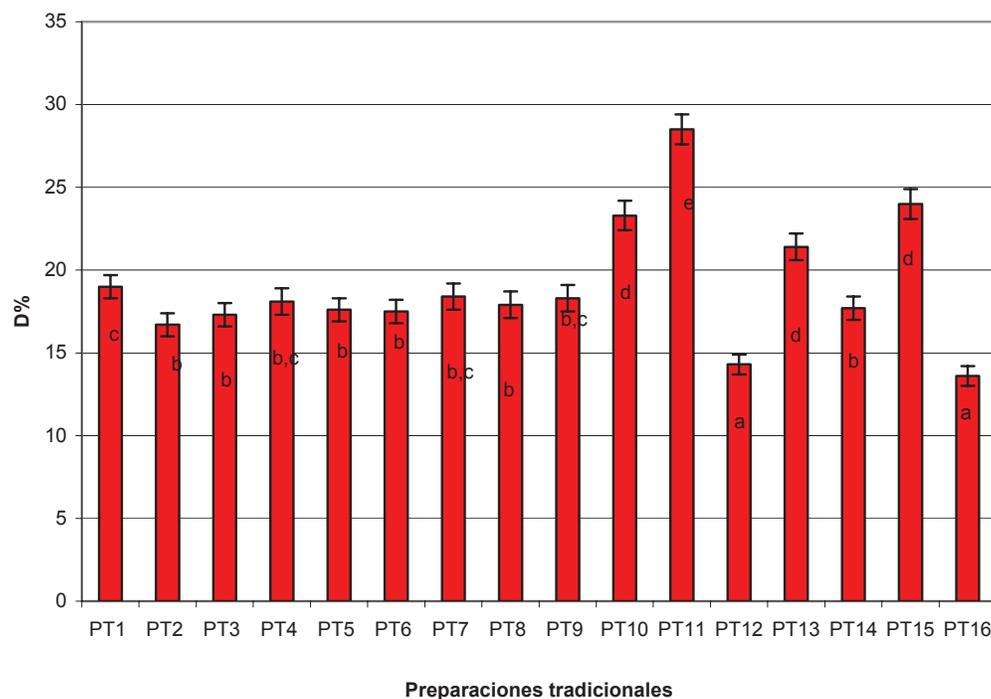
En las siguientes figuras se presentan los valores obtenidos para la dializabilidad de hierro, calcio y zinc en 16 alimentos y/o preparaciones tradicionales (PT) de consumo habitual en la Quebrada de Humahuaca: Sopa majada con charqui (PT1); Sopa con frangollo (PT2); Mote con cebolla y huevo (PT3); Mote cocido suelto con cáscara (PT4); Mote con cenizas pelado (PT5); Sopa con arroz (PT6); Guiso con carne y fideos (PT7); Guiso con carne y arroz (PT8); Guiso con mote y panza (PT9); Estofado de llama (PT10); Guiso de charqui con papa verde (PT11); Guiso de mote amarillo con panza (PT12); Huevo estrellado o revuelto de huevo con mote (PT13); Pan de maíz o bollo de grasa (PT14); Estofado de cordero (PT15) y Mote amarillo pelado y hervido (PT16). Los ingredientes de las distintas preparaciones fueron detalladas en materiales y métodos apartado 3.1.5.2.

Figura 7.1.2.1. D%Fe de las preparaciones tradicionales del NOA.



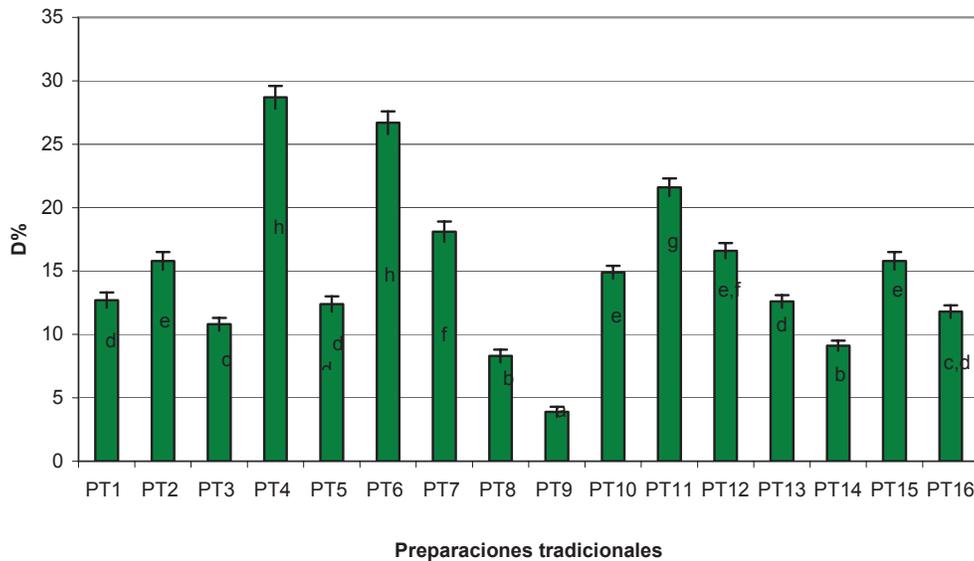
Letras diferentes indican diferencia significativa con $p < 0,05$.

En general, los valores más altos de dializabilidad de hierro se observaron en las preparaciones en las que se incluían diferentes tipos de carne, que aportan hierro hemínico, de mayor accesibilidad que el no hemínico.

Figura 7.1.2.2. D%Ca de las preparaciones tradicionales del NOA.

Letras diferentes indican diferencia significativa con $p < 0,05$.

La dializabilidad de calcio no mostró grandes diferencias, en general, con valores más elevados en las PT 10,11, 13 y 15 y más bajos en las PT 12 y 16 (preparaciones con mote amarillo).

Figura 7.1.2.3. D%Zn de las preparaciones tradicionales del NOA.

Letras diferentes indican diferencia significativa con $p < 0,05$

La dializabilidad del zinc presentó el mismo patrón que el hierro, siendo las preparaciones con carne las de mayor dializabilidad. Se ha observado que las proteínas cárnicas contrarrestan la acción inhibitoria de los fitatos, probablemente debido a la liberación de aminoácidos que mantienen al zinc en solución (Drago y Valencia, 2008).

En las tablas siguientes se presentan los datos de concentración total de minerales en base a la cual se calcula el porcentaje de cobertura de la ingesta diaria recomendada para niños de 1 a 8 años así como para mujeres embarazadas y adultos mayores con una porción de cada preparación.

Para calcular el tamaño de las porciones se tomaron en cuenta encuestas realizadas en la zona (Greco, 2013) que indican que lo habitual es realizar tres comidas diarias, desayuno, almuerzo y merienda. Puesto que el almuerzo es la principal comida diaria, se consideró una porción equivalente a un plato de cada preparación. El tamaño de la

porción, de 150 g, se estimó en base a atlas de alimentos (Vazquez y Witriw, 1997; Navarro y col., 2007)

7- Alimentos regionales

Tabla 7.1.2.1. Concentración total de hierro (mg/100g) y porcentaje de cobertura

Fe	Porción 150g				
	Hierro (mg/100g)	Niños 1-3 %IDR 7 mg/d	Niños 4-8 %IDR 10 mg/d	Mujeres embarazadas %IDR 27 mg/d	Adultos mayores %IDR 8 mg/d
PT1)Sopa majada con charqui	9,2	>100	>100	51	>100
PT2)Sopa frangollo	3,8	81	57	21	71
PT3)Mote con cebolla y huevo	5,9	>100	89	33	>100
PT4)Mote cocido suelto con cáscara	7,7	>100	>100	43	>100
PT5)Mote con cenizas pelado	7,5	>100	>100	42	>100
PT6) Sopa con arroz	4,4	94	66	24	83
PT7) Guiso con carne y fideos	5,7	>100	85	32	>100
PT8) Guiso con carne y arroz	12,6	>100	>100	70	>100
PT9)Guiso con mote y panza	7	>100	>100	39	>100
PT10)Estofado de llama	7,9	>100	>100	44	>100
PT11)Guiso de charqui con papa verde	6,1	>100	92	34	>100
PT12)Guiso de mote amarillo con panza	5,7	>100	85	32	>100
PT13)Revuelto de huevos con mote amarillo	6,1	>100	92	34	>100
PT14)Pan de maíz	1,8	39	46	10	34
PT15)Estofado de cordero	8,1	>100	>100	45	>100
PT16)Mote amarillo pelado y hervido	5,4	>100	81	30	>100

de la IDR de hierro de una porción de las preparaciones tradicionales del NOA para niños de 1 a 8 años, mujeres embarazadas y adultos mayores.

Las concentraciones obtenidas estuvieron entre 1,8 y 12,6 mg% correspondiendo el menor valor al pan de maíz, y el mayor contenido al guiso con carne y arroz. Los diferentes guisos oscilaron entre 5,7 y 12,6 mg%, mientras que las sopas en general dieron valores menores, como era de esperar por su mayor contenido de agua. Respecto a las preparaciones con mote se obtuvieron valores entre 5,4 y 7,7 mg%, siendo la de

mote amarillo la de menor valor. Los estofados presentaron valores intermedios entre las sopas y los guisos.

7- Alimentos regionales

En el caso de los niños, una porción de 150 gramos de cualquiera de las preparaciones (excepto el pan de maíz) cubriría entre 81% y el 100% de la IDR de hierro para el grupo entre 1 y 3 años, y entre el 57 y el 100% para los niños de 4 a 8 años. Para las mujeres embarazadas, se cubriría entre el 10 y el 70%, mientras que en el caso de los adultos mayores la cobertura de una porción con cualquiera de estas preparaciones sería del 71% al 100% salvo del pan de maíz donde se necesitarían tres porciones para cubrir el 100% de la IDR.

Tabla 7.1.2.2. Concentración total de calcio (mg/100g) y porcentaje de cobertura de la IDR de hierro de una porción de las preparaciones tradicionales del NOA para niños de 1 a 8 años, mujeres embarazadas y adultos mayores.

Ca	Porción 150g				
	Preparaciones tradicionales	mg Ca/100g	Niños 1-3 %IDR 700mg/d	Niños 4-8 %IDR 800 mg/d	Mujeres embarazadas %IDR 1000mg/d
PT1)Sopa majada con charqui	110	24	21	17	14
PT2)Sopa frangollo	111	24	21	17	14
PT3)Mote con cebolla y huevo	102	22	19	15	13
PT4)Mote cocido suelto con cáscara	91	20	17	14	11
PT5)Mote con cenizas pelado	98	21	18	15	12
PT6) Sopa con arroz	95	20	17	14	12
PT7) Guiso con carne y fideos	98	21	18	15	12
PT8) Guiso con carne y arroz	99	21	18	15	12
PT9)Guiso con mote y panza	118	25	22	18	15
PT10)Estofado de llama	53	11	10	8	7
PT11)Guiso de charqui con papa verde	49	11	9	7	6
PT12)Guiso de mote amarillo con panza	65	14	12	10	8
PT13)Revuelto de huevos con mote amarillo	82	18	15	12	10
PT14)Pan de maíz	59	13	11	9	7
PT15)Estofado de cordero	38	8	7	6	5
PT16)Mote amarillo pelado y hervido	57	12	11	9	7

En el caso del calcio se observó un amplio rango de concentraciones de 38 a 118 mg%. Las preparaciones con mote (a excepción del mote amarillo) se caracterizaron por

7- Alimentos regionales

valores elevados, entre 91 y 118 mg%, así como las sopas y guisos (salvo el de charqui con papa verde) con concentraciones entre 95 y 110 mg%.

Con dos porciones se lograría una cobertura entre el 20 y el 50% de la IDR para los niños de 1 a 3 años, entre el 15 y el 45% para los niños de 4 a 8 años y entre el 10 y el 35% para las mujeres embarazadas. En el caso de los adultos mayores cuya IDR es la más elevada, el porcentaje de cobertura con dos porciones de alguna de estas preparaciones estaría entre 10 y 30%.

Tabla 7.1.2.3. Concentración total de zinc (mg/100g) y porcentaje de cobertura de la IDR de hierro de una porción de las preparaciones tradicionales del NOA para niños de 1 a 8 años, mujeres embarazadas y adultos mayores.

Zn	Porción 150g				
	mg Zn/100g	Niños 1-3 %IDR 3 mg/d	Niños 4-8 %IDR 5 mg/d	Mujeres embarazadas %IDR 11 mg/d	Adultos mayores %IDR 8 mg/d
PT1) Sopa majada con charqui	1,52	76	46	21	29
PT2) Sopa frangollo	0,15	8	5	2	3
PT3) Mote con cebolla y huevo	0,72	36	22	10	14
PT4) Mote cocido suelto con cáscara	0,8	40	24	11	15
PT5) Mote con cenizas pelado	1,2	60	36	16	23
PT6) Sopa con arroz	0,6	30	18	8	11
PT7) Guiso con carne y fideos	0,69	35	21	9	13
PT8) Guiso con carne y arroz	0,75	38	23	10	14
PT9) Guiso con mote y panza	0,66	33	20	9	12
PT10) Estofado de llama	0,98	49	29	13	18
PT11) Guiso de charqui con papa verde	0,95	48	29	13	18
PT12) Guiso de mote amarillo con panza	0,95	48	29	13	18
PT13) Revuelto de huevos con mote amarillo	1,35	68	41	18	25
PT14) Pan de maíz	1,32	66	41	18	25
PT15) Estofado de cordero	0,82	41	25	11	15
PT16) Mote amarillo pelado y hervido	1,23	62	37	17	23

7- Alimentos regionales

Los valores de zinc estuvieron entre 0,6 y 1,52 mg%, a excepción de la sopa con frangollo que mostró la menor concentración de este mineral.

Una porción de la mayoría de las preparaciones (excepto la sopa con frangollo) cubrirían entre el 30 y el 80% de la IDR para los niños de 1 a 3 años, entre el 20 y el 50% para los niños de 4 a 8 años y entre el 10 y el 20% para las mujeres embarazadas. En el caso de los adultos mayores el porcentaje de cobertura de una porción de alguna de estas preparaciones, salvo la sopa con frangollo, sería de entre 15 y 30%.

En las tablas siguientes se presentan los datos de aporte potencial de minerales en base al cual se calcula el porcentaje de cobertura del requerimiento diario para niños de 1 a 8 años así como madres embarazadas y adultos mayores.

Tabla 7.1.2.4. Aporte potencial de hierro y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de hierro de una porción de las preparaciones tradicionales del NOA para niños de 1 a 8 años, mujeres embarazadas y adultos mayores.

Fe	Preparación tradicional	Ap (mg/100g)	del % de cobertura requerimiento cada 150g			
			Niños 1-3 R 0,46 mg/d	Niños 4-8 R 0,7 mg/d	Mujeres embarazadas R 5 mg/d	Adultos mayores R 0,98 mg/d
	PT1) Sopa majada con charqui	0,25	82	54	8	38
	PT2) Sopa frangollo	0,33	>100	71	10	51
	PT3) Mote con cebolla y huevo	0,11	36	24	3	17
	PT4) Mote cocido suelto con cáscara	0,97	>100	>100	29	>100
	PT5) Mote con cenizas pelado	0,57	>100	>100	17	87
	PT6) Sopa con arroz	0,62	>100	>100	19	95
	PT7) Guiso con carne y fideos	0,79	>100	>100	24	>100
	PT8) Guiso con carne y arroz	0,98	>100	>100	29	>100
	PT9) Guiso con mote y panza	0,24	78	51	7	37
	PT10) Estofado de llama	0,73	>100	>100	22	>100
	PT11) Guiso de charqui con papa verde	0,73	>100	>100	22	>100
	PT12) Guiso de mote amarillo con panza	0,44	>100	94	13	67
	PT13) Revuelto de huevos con mote amarillo	0,45	>100	96	14	69
	PT14) Pan de maíz	0,12	39	26	4	18
	PT15) Estofado de cordero	0,7	>100	>100	21	>100
	PT16) Mote amarillo pelado y hervido	0,29	95	62	9	44

En general, las preparaciones con mayor aporte correspondieron a las de mayor dializabilidad.

Para el hierro, con una porción de la mayoría de las preparaciones se cubriría el 100% de los requerimientos de los niños; en el caso de las embarazadas el porcentaje de cobertura sería apenas de entre el 3% y el 30% y para los adultos mayores se cubriría entre 20 y 100%.

Tabla 7.1.2.5 Aporte potencial de calcio y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de calcio de una porción de las preparaciones tradicionales del NOA para niños de 1 a 8 años, mujeres embarazadas y adultos mayores.

Ca	AP (mg/100 g)	del % de cobertura requerimiento cada 150g			
		Niños 1-3 R 240 mg/d	Niños 4-8 R 440 mg/d	Mujeres embarazadas R 420 mg/d	Adultos mayores R 520 mg/d
Preparación tradicional					
PT1) Sopa majada con charqui	21	13	7	8	6
PT2) Sopa frangollo	19	12	6	7	5
PT3) Mote con cebolla y huevo	18	11	6	6	5
PT4) Mote cocido suelto con cáscara	16	10	5	5	5
PT5) Mote con cenizas pelado	17	11	6	6	5
PT6) Sopa con arroz	17	11	6	6	5
PT7) Guiso con carne y fideos	18	11	6	6	5
PT8) Guiso con carne y arroz	18	11	6	6	5
PT9) Guiso con mote y panza	22	21	8	8	6
PT10) Estofado de llama	12	8	4	4	3
PT11) Guiso de charqui con papa verde	14	9	5	5	4
PT12) Guiso de mote amarillo con panza	9	6	3	3	3
PT13) Revuelto de huevos con mote amarillo	18	11	6	6	5
PT14) Pan de maíz	11	7	4	4	3
PT15) Estofado de cordero	10	6	3	4	3
PT16) Mote amarillo pelado y hervido	8	5	3	3	2

Con relación al calcio, una porción cubriría entre el 5% y el 20% de los requerimientos de los niños y alrededor de sólo un 5% en el caso de las mujeres embarazadas y adultos mayores. Es de destacar que el aporte principal de calcio proviene del mote blanco ya que ninguna de las preparaciones incluye ingredientes de origen lácteo.

Tabla 7.1.2.6. Aporte potencial de zinc y porcentaje de cobertura del requerimiento diario de zinc de una porción de las preparaciones tradicionales del NOA para niños de 1 a 8 años, mujeres embarazadas y adultos mayores.

Zn	AP (mg/100g)	% de cobertura del requerimiento cada 150 g			
		Niños 1-3 R 0,65 mg/d	Niños 4-8 R 1,8 mg/d	Mujeres embarazadas R 6,0 mg/d	Adultos mayores R 3,3 mg/d
Preparación tradicional					
PT1) Sopa majada con charqui	0,19	37	16	5	9
PT2) Sopa frangollo	0,03	7	3	1	1
PT3) Mote con cebolla y huevo	0,08	18	7	2	4
PT4) Mote cocido suelto con cáscara	0,23	53	19	6	10
PT5) Mote con cenizas pelado	0,15	35	13	4	7
PT6) Sopa con arroz	0,16	37	13	4	7
PT7) Guiso con carne y fideos	0,12	28	10	3	5
PT8) Guiso con carne y arroz	0,06	14	5	2	3
PT9) Guiso con mote y panza	0,03	7	3	1	1
PT10) Estofado de llama	0,15	35	13	4	7
PT11) Guiso de charqui con papa verde	0,21	48	18	5	10
PT12) Guiso de mote amarillo con panza	0,16	37	13	4	7
PT13) Revuelto de huevos con mote amarillo	0,17	39	14	4	8
PT14) Pan de maíz	0,12	28	10	3	5
PT15) Estofado de cordero	0,13	30	11	3	6
PT16) Mote amarillo pelado y hervido	0,15	35	13	4	7

En el caso del zinc, una porción de la mayoría de las preparaciones cubriría entre el 7 y el 48% de los requerimientos para los niños de 1 a 3 años, entre el 3 y el 19% para los niños de 4 a 8 años, menos de 10% para las embarazadas y para los adultos mayores.

7.1.2.2. Concentración de fibra dietaria total de las preparaciones tradicionales del NOA.

Preparación tradicional	Fibra g/100g	Porción 150 g			
		Niños 1-3 %IDR 19 g/d	Niños 4-8 %IDR 25 g/d	Mujeres embarazadas %IDR 25 g/d	Adultos mayores %IDR 21-30 g/d
PT1)Sopa majada con charqui	1,8	14	11	11	13-9
PT2)Sopa frangollo	1,3	10	8	8	9-7
PT3)Mote con cebolla y huevo	10	79	60	60	71-50
PT4)Mote cocido suelto con cáscara	5,9	47	35	35	42-30
PT5)Mote con cenizas pelado	5,7	45	34	34	41-29
PT6) Sopa con arroz	2,4	19	14	14	17-12
PT7) Guiso con carne y fideos	2,4	19	14	14	17-12
PT8) Guiso con carne y arroz	4,2	33	25	25	30-21
PT9)Guiso con mote y panza	8,0	63	48	48	57-40
PT10)Estofado de llama	4,0	32	24	24	29-20
PT11)Guiso de charqui con papa verde	7,0	55	42	42	50-35
PT12)Guiso de mote amarillo con panza	8,9	70	53	53	64-45
PT13)Revuelto de huevos con mote amarillo	12	95	72	72	86-60
PT14)Pan de maíz	20	>100	>100	>100	>100-100
PT15)Estofado de cordero	4,1	32	25	25	29-21
PT16)Mote amarillo pelado y hervido	12	95	72	72	86-60

El aporte de fibra es variable. En general, resulta moderado o elevado según el grupo que se considere, a excepción de las sopas y el guiso de carne y fideos, que cubren entre 7 y 19% dependiendo del grupo etario considerado.

Por otra parte, se puede observar la diferencia entre el mote amarillo y las preparaciones que lo contienen respecto al mote blanco, ya que el primero contiene aproximadamente el doble de fibra.

7.2. DISCUSIÓN

7.2.1. Productos elaborados con harina de algarroba

En el mercado se están empezando a comercializar distintos tipos de productos farináceos con este ingrediente, así como incorporando otras harinas regionales para la fabricación de galletas como alimento de consumo habitual. Estos alimentos constituyen un buen vehículo para hacer llegar a la población una propuesta alimenticia de alto valor nutritivo (Chim-Rodríguez, y col., 2003; Cori de Mendoza y col., 2004) y/o de mejores propiedades y calidad (Sudha y col., 2007). De esta manera se respaldarían estrategias tendientes a la diversificación de alimentos y fortificación de alimentos de consumo masivo (Macias y col., 2013).

Las galletas podrían incluirse entre los alimentos de interés social, que se definen como: “aquellos de consumo masivo, de alta aceptabilidad, pero con valor nutricional mejorado y de bajo costo, que aseguren un adecuado aporte de nutrientes, a fin de contribuir a un buen estado nutricional” (Sánchez y col., 1999; Lassa, 2008). La matriz de este alimento, conjuntamente con las condiciones del proceso, hace que sean óptimas para planes sociales. Además, pueden ser distribuidas en zonas alejadas en virtud de su vida útil.

Entre los alimentos analizados en este trabajo, analizando particularmente la cobertura de la IDR de hierro de los niños y de los adultos mayores, se destaca que una porción de estos productos podría cubrir en casi todos los casos más del 10% de la misma. Se destaca el aporte de hierro del pan, entre 15 y 50% de la IDR para los distintos grupos. La concentración de hierro en la harina de algarroba (50 ppm) es superior a la de la harina de trigo enriquecida (30 ppm).

Los aportes de zinc y calcio serían más significativos consumiendo 2 porciones (120 g) de estos productos, con aportes más relevantes para los niños que para mujeres embarazadas y adultos mayores. Si bien el aporte de calcio de los productos resulta

moderado, es de destacar que la concentración de calcio en la harina de algarroba es 10 veces más elevada que en la harina de trigo, mientras que la de zinc es similar.

Estos resultados son coincidentes con los de otros autores que señalan un importante aporte de calcio y de hierro (además de potasio y magnesio) en productos derivados del algarrobo blanco así como en otras especies de *Prosopis* (Bravo y col., 1994; Bernardi, 2000; FAUBA, 2005; Procapiuk y col., 2006; Bernardi y col., 2006).

Con respecto a los diferentes productos analizados, la concentración de los minerales varía de acuerdo a la formulación empleada en su elaboración. Por otra parte, hay que tener en cuenta que la composición de las harinas empleadas para elaborarlos puede variar dependiendo de la región del país de la que proviene, de las condiciones del suelo así como modificarse según el año de obtención. En este sentido, se pueden mencionar las diferencias con una harina analizada por Bernardi y col (2006) en Santa Fe, que contenía 105 ppm de hierro, mientras que la harina proveniente de Formosa utilizada en este trabajo contenía 50 ppm; en el caso del calcio los valores fueron de 980 ppm y 1140 ppm, respectivamente.

De acuerdo a la reglamentación vigente, en el caso de los minerales, se permite su declaración optativa cuando se encuentran presentes en una cantidad igual o mayor al 5% de la IDR por porción, situación que se presentaría para los tres minerales en la mayor parte de los productos.

En todos los casos, la inclusión de harina de algarroba en los productos tradicionalmente elaborados únicamente con harina de trigo aporta no sólo un mayor contenido de minerales esenciales sino también características organolépticas agradables.

7.2.1.1. Aporte potencial

Se puede observar, en general, que el pan y los budines poseen mayor aporte potencial de hierro y zinc que las galletitas, como consecuencia de su mayor dializabilidad. Como ya se mencionó, este aumento puede explicarse en parte en el pan por la degradación de los fitatos durante la fermentación. En los budines, el aumento se debería a que los componentes inhibidores de la absorción (principalmente polifenoles) se encontrarían en menor concentración. En el caso particular del budín artesanal, la presencia de ácido

láctico aportado por el yogur actuaría como promotor de la absorción del hierro y el zinc. Por el contrario, el aporte potencial de calcio fue, en la mayor parte de los productos, menor que en la harina.

En los productos de panificación es posible aumentar la dializabilidad de los minerales mediante el agregado de promotores de la absorción, tales como ácido ascórbico o ácido cítrico, los que han demostrado su efectividad en productos elaborados con derivados de *Prosopis alba* y *ruscifolia* (Estévez y col., 2000; Bernardi y col., 2006; Dyner y col 2007). También sería factible incorporar estos promotores a través de ingredientes habituales como yogur o jugo de limón, por ejemplo.

Si se calcula el porcentaje de cobertura del requerimiento diario para los grupos vulnerables, se puede observar que 2 porciones diarias de alguno de los productos elaborados con harina de algarroba cubrirían entre un 5% y un 10% de los requerimientos diarios de calcio y zinc, mientras que sólo 1 porción cubriría entre 8 y 49% de los requerimientos de hierro, dependiendo del producto, en niños y adultos mayores, mientras que en el caso de las embarazadas el porcentaje de cobertura del requerimiento de hierro sería muy bajo, casi despreciable.

7.2.1.2. Contenido de fibra

Varios estudios muestran el uso de fuentes de fibra dietética en panes así como en otros productos (Almazán, 1990; Pacheco y col., 1994; Granito y Guerra 1995). Estos trabajos reflejan el interés por formular productos de consumo masivo enriquecidos con fibra dietética, ya que estos carbohidratos están asociados a la disminución del riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles tales como diabetes, enfermedades coronarias y del tracto intestinal.

Si bien los productos elaborados con harina de algarroba cumplen con estas características, como ya hemos visto anteriormente también tienen un contenido importante de algunos minerales esenciales como hierro y calcio. El inconveniente es que el alto contenido en fibra podría disminuir la absorción de estos minerales. Comparando los resultados de este trabajo con el ya mencionado de Bernardi y col (2006) se observa que los contenidos de fibra fueron 16g% y 21g%, respectivamente, lo

que podría estar relacionado con los valores obtenidos para la D%Fe (3,4% y 2,4%, respectivamente).

Es de destacar que las formulaciones comerciales contienen menor contenido de fibra, así como también un bajo contenido de harina de algarroba en su formulación.

Si se analiza el porcentaje de cobertura de una porción de cualquiera de estos productos respecto a las recomendaciones diarias de fibra en cualquiera de los grupos con los alimentos artesanales se cubriría entre un 32 y un 60% de las recomendaciones diarias, mientras que con los alimentos comerciales se cubrirían entre un 10 y un 20% de las mismas.

En todos los casos, a excepción del budín comercial, su contenido de fibra superior al 6% permite su rotulación como alimentos de alto contenido de fibra, según el Código Alimentario Argentino.

7.2.2.Preparaciones tradicionales

La importancia del consumo del maíz bajo diferentes formas no sólo responde a hábitos alimentarios ancestrales sino también, en parte, radica en su fácil obtención, bajo costo, y disponibilidad en cualquier época del año, siendo su uso casi exclusivo en los meses de julio-agosto cuando no se dispone de este insumo fresco. En el mes de la Pachamama, agosto, se registra que el mote es característico (Cravero 2003; Greco 2011, Pinotti 2011).

Además del maíz, otros ingredientes que aparecen con elevada frecuencia en las distintas preparaciones tradicionales estudiadas son: vegetales varios, carnes, papa y arroz, entre otros. Estos datos son similares a los hallados en otros estudios sobre el uso de recursos alimentarios y comidas típicas del Noroeste argentino y sus ingredientes (Santoni y Torres 2001; Agarie y col., 2005; Morón Jiménez y col., 2005; Logegaray 2007).

En general, aquellas preparaciones que tenían entre sus ingredientes carne o mote presentaban un mayor contenido de hierro y de zinc. En el caso del calcio, entre las preparaciones con mote, sólo el mote amarillo tenía bajas concentraciones. Esta diferencia entre las distintas variedades de mote puede deberse a diferentes factores, más allá de la variedad en sí, tales como el tipo o modo de preparación. El contenido de

minerales del grano varía según se utilice cal o cenizas (Cravero y col, 2003). Por otra parte, la concentración de cal y el tiempo de cocción también influyen sobre el contenido de calcio del producto (Castillo y col., 2009). Asimismo el origen del maíz utilizado para elaborar el mote, también puede influir en el contenido final de minerales de las preparaciones.

En general, los valores más altos de dializabilidad de hierro se observaron en las preparaciones en las que se incluían diferentes tipos de carne, que aportan hierro hemínico, de mayor accesibilidad que el no hemínico.

Como ya se mencionó, la absorción del hierro hemínico es muy diferente a la del no hemínico (Layrisse y col., 1973). No es afectado por factores dietarios como el ácido fítico, polifenoles o ácido ascórbico (Layrisse y col., 1973; Lynch y col., 1985). Por el contrario, estos componentes de la dieta interaccionan con el hierro no hemínico, en el tracto gastrointestinal, y regulan su absorción (Layrisse y col., 1973; Cook y col., 1981; Hurrell y col., 1992). Se ha postulado que tanto la globina de la hemoglobina como el grupo hemo ejercen una acción protectora sobre el hierro respecto a otros componentes de la dieta.

La absorción del hierro no hemínico está regulado homeostáticamente en respuesta a las altas ingestas y abundantes depósitos (Cook 1990). Esta adaptación modula la absorción de hierro no hemínico pero tiene efecto limitado en la del hierro hemínico, sugiriendo diferentes vías para la absorción de estas dos formas de hierro (Roughhead y Hunt 2000; Hunt y Roughhead, 2000). Esta hipótesis se sostiene con resultados obtenidos con modelos celulares que sugieren que la captación de hierro hemínico y no hemínico es mediada por diferentes proteínas expresadas en la membrana apical de los enterocitos. El hierro no hemínico es generalmente absorbido por el transportador de metales divalentes (DMT1) (Gunshin y col., 1997; Conrad y col., 2000) en cambio el hierro hemínico aparentemente sería absorbido por una proteína hemotransportadora (Girvan y col., 2004; Rouault 2005). Sin embargo, los mecanismos involucrados en el transporte el hierro a través del citoplasma aun no son del todo conocidos; se conoce solo una proteína, la IREG1, involucrada en el traspaso del hierro desde el enterocito (McKie y col., 2000), sugiriendo un solo paso clave y común para la absorción de ambas fuentes de hierro. Sin embargo no se ha establecido si el hierro hemínico y no hemínico compiten por ser absorbidos. (Gaitán y col., 2012)

En el caso de la dializabilidad de zinc, se observó un comportamiento similar al del hierro. Sin embargo, no siempre hubo paralelismo entre las concentraciones totales de hierro y zinc y la dializabilidad. Esto se debería a los inhibidores de la absorción de minerales que se encuentran presentes también en estas preparaciones, como por ejemplo los fitatos proveniente de arroz, maíz y trigo.

7.2.2.1. Cobertura de IDR y de R

Comparando los porcentajes de cobertura de la IDR para los tres minerales estudiados con los porcentajes de cobertura del requerimiento de los mismos, se puede ver que siguen el mismo patrón, ya que el hierro es el mineral con mayor porcentaje de cobertura en ambos casos así como el calcio el de menor.

Las diferencias halladas entre los valores de cobertura de la IDR y de los requerimientos, se debería a que si bien las preparaciones contienen una cantidad apreciable de minerales, los inhibidores presentes entre sus ingredientes causarían un efecto negativo sobre su diálisis / absorción, haciendo que estén menos disponibles para su utilización.

A pesar de ello, el aporte de estos minerales, particularmente el hierro, es importante. De acuerdo a encuestas previamente realizadas en la región (Greco y col., 2011), la frecuencia de consumo de las principales preparaciones, en orden decreciente, era la siguiente: sopas; preparaciones con carne; guisos; preparaciones con arroz y preparaciones con cereales. Las ingestas variaban entre tres y cuatro comidas diarias, si bien la principal era el almuerzo. En la cena, cuando se realizaba, se refería una repetición de la comida del mediodía o solamente un plato de sopa de verduras.

Respecto del aporte potencial, para el hierro, en general, las preparaciones con mayor aporte correspondieron a las de mayor dializabilidad. Para el zinc se observó algo similar; por otra parte, los bajos aportes se asociaron a una baja dializabilidad. Para el calcio los valores fueron variables, dependientes tanto de la dializabilidad como de la concentración total del mineral.

Es posible que los complejos entre el hierro no hemínico, el calcio y los fitatos presentes en el mote formen complejos insolubles impidiendo la absorción de ambos

minerales. A pesar de ello, los niveles de cobertura del requerimiento de hierro no son bajos pero sí lo son los de calcio.

Resulta de interés resaltar el importante aporte de hierro y zinc que reciben los niños a través de estos alimentos tradicionales. Según la ENNYS, en la región NOA, los niños de 2 a 5 años presentan una ingesta inadecuada del hierro de 3,7% y de zinc, de 5,8%. En el caso del calcio, estas cifras alcanzan un 57%. En las mujeres embarazadas, resultan muy elevados los porcentajes de ingestas inadecuadas para los 3 minerales, siendo el calcio el de mayor inadecuación (88,5%).

A pesar de la incorporación de mote en muchas de las preparaciones, cuyo contenido de calcio se incrementa durante su elaboración, el aporte dietario resulta insuficiente. Teniendo en cuenta que el 40% de la población del NOA recibe leche, un 33% recibe bolsa o caja de comida una vez al mes y que sólo el 11% concurre a un comedor comunitario (ENNYS) y que las comidas analizadas en este estudio forman parte de la dieta habitual, sería importante poder reforzar la ingesta de calcio en estas poblaciones.

7.2.2.2.Fibra

Dentro de los tópicos que han despertado gran interés en la investigación de la fibra dietaria destaca la búsqueda permanente de recursos naturales que posean cantidades interesantes de este tipo de compuestos funcionales, para consumirlos como tales, o en mezcla con otros alimentos (Villaroel y col., 2002).

En general, las preparaciones estudiadas se caracterizaron por un aporte moderado a elevado de fibra. Entre los ingredientes presentes, el mote es el que la aporta en mayor cantidad. Como se mencionó anteriormente, según el tipo de maíz utilizado varía la concentración de fibra siendo el amarillo el de mayor contenido. Después de los hidratos de carbono (principalmente almidón), las proteínas y las grasas, la fibra dietética es el componente químico del maíz que se halla en cantidades más elevadas. Los hidratos de carbono complejos del grano de maíz se encuentran en el pericarpio y la piloriza, aunque también en las paredes celulares del endospermo y, en menor medida, en las del germen. Es por ello que, dependiendo del tratamiento que se aplica a dichos granos, la concentración de fibra puede variar (FAO, 1993).

Teniendo en cuenta que estas poblaciones basan sus dietas principalmente en estas preparaciones, su aporte de fibra resultaría beneficioso por los motivos ya explicados.

Sin embargo, en el caso de los niños pequeños algunas de las preparaciones aportarían cantidades excesivas, que podrían causar irritación intestinal así como interferir en la absorción de minerales. (Zuleta, 2013)

8- CONCLUSIONES

8- CONCLUSIONES

*El método de diálisis, usualmente utilizado como método de *screening*, es un buen predictor de la bioaccesibilidad de los minerales porque permite comparar los efectos de diferentes fuentes de fortificación y de promotores e inhibidores de la absorción.

*En el presente trabajo se ha podido demostrar su utilidad para evaluar diferentes promotores. En las dietas o alimentos analizados se pudo comprobar la acción promotora de los ácidos cítrico y ascórbico tanto en la dializabilidad del hierro como en la de zinc. De la misma manera y con mayor efectividad quedó demostrada la gran acción promotora sobre la dializabilidad de ambos minerales tanto del NaFeEDTA como del Na₂EDTA. Dependiendo de la combinación empleada entre estos promotores y algunas fuentes de fortificación de hierro la magnitud de la eficacia de los promotores podría variar. Respecto al calcio, como era de esperar, ninguno de los tres promotores ejerció acción.

*Así como se evidenció la acción de los promotores de la absorción mineral, se pudo comprobar la acción inhibitoria de algunos componentes de la dieta. En el caso del hierro y el zinc se observó que la dializabilidad disminuía en dietas ricas en fitatos, polifenoles, calcio y proteínas lácteas. La presencia de oxalatos no sólo afectó la dializabilidad del calcio, sino también del hierro y el zinc. Los efectos de los inhibidores fueron más evidentes al analizar las combinaciones de las dietas caseras destinadas a alimentación complementaria, ya sea por sus componentes o bien por las bebidas con las cuales se combinaban.

* Mediante el método empleado se evaluaron diferentes fuentes de fortificación de hierro y sus interacciones con los componentes de las diversas matrices alimentarias estudiadas. El sulfato ferroso, ampliamente empleado por su bajo costo, relativamente buena disponibilidad y solubilidad, y el bisglicinato férrico, quelato de buena disponibilidad y de mayor costo, mostraron similar efectividad.

Respecto al NaFeEDTA es la fuente de fortificación con la cual se obtuvieron mejores resultados, con valores de dializabilidad entre 1 y 10 veces más elevados, dependiendo

de la matriz estudiada. Sin embargo cuenta con dos desventajas que son su alto costo y que tiene asignado un valor máximo de consumo diario.

*El análisis de las papillas caseras de consumo habitual mostró una cobertura de las IDR entre el 10% y el 20% dependiendo del mineral analizado, considerando una porción. Con respecto al aporte potencial se observaron diferencias significativas entre las dos dietas, debido a la variación de la dializabilidad como consecuencia de las interacciones que se producían en las diferentes combinaciones estudiadas.

*Tomando en cuenta los datos obtenidos en cuanto al aporte o cobertura de las necesidades de los lactantes con los alimentos complementarios comerciales sería adecuada una reformulación de los mismos, tanto en relación a la cantidad del mineral agregado como a la fuente elegida. Si bien la mayoría tiene agregado de ácido ascórbico, durante el procesado gran parte se pierde. Se podría evaluar la posibilidad de agregar otro promotor de la absorción más estable, aprobado para alimentos infantiles.

* En nuestro país la harina de trigo está enriquecida con hierro, y resulta un vehículo adecuado dado su gran consumo. Sería promisorio agregar algún promotor de la absorción de este mineral para aumentar su aprovechamiento, teniendo en cuenta que la harina es rica en fitatos, uno de los importantes inhibidores de la absorción mineral.

*Entre las matrices alimentarias no convencionales estudiadas, tanto las harinas de plátano verde como los snacks, resultaron pobres aportadores de hierro, zinc y calcio pero podría resultar de interés la formulación de productos con mayor contenido de minerales y con agregado de promotores de su absorción. En las infusiones de yerba mate, a pesar de su elevado contenido de hierro, su absorción sería mínima. Sin embargo, el agregado de ácido ascórbico promovería un importante aumento en su dializabilidad tanto en las infusiones como en sus preparaciones con leche.

*Los alimentos regionales que se consumen y/o comercializan en ciertas regiones del país aportan importantes cantidades de minerales y de esta manera lograrían cubrir un porcentaje importante de las necesidades diarias de diferentes grupos. Sería de interés

tratar de promover su consumo o su uso como ingredientes de nuevos productos para mejorar el aporte mineral de las dietas. Los productos elaborados con harina de algarroba cubrirían un porcentaje importante de las necesidades de hierro y moderado de las de zinc y calcio.

*En poblaciones del NOA la cantidad de minerales que aportarían una o dos porciones de los alimentos de consumo habitual cubrirían los requerimientos de hierro en gran medida, no así en el caso del calcio, a pesar de la incorporación de mote en muchas de las preparaciones.

*Respecto al contenido de fibra de los distintos alimentos y/o dietas estudiadas se puede concluir que en líneas generales los alimentos destinados a lactantes o niños de la primera infancia aportarían un porcentaje moderado a elevado de fibra, según las recomendaciones para este grupo etario, acorde con la inclusión de cereales y diversos vegetales.

*Al analizar el contenido de fibra tanto de los alimentos regionales como las matrices no tradicionales, se observó un aporte de fibra variable. En general, resultó moderado o elevado según el grupo considerado.

9- BIBLIOGRAFÍA

9- BIBLIOGRAFÍA

Agarie MA, Belli SE, González Dallera MX, Pezzutti AL, Reboni IG, Torresani ME. Alimentación complementaria en Oriente. Disponible en: <http://www.nutrinfo.com.ar>
Consulta: 21/2/2005.

Aggett PJ, Agostoni C, Axelsson I, Edwards CA, Goulet O, Hernell O, Koletzko B, Lafeber HN, Micheli JL, Michaelsen KF, Rigo J, Szajewska H, Weaver LT. (2003). Nondigestible Carbohydrates in the Diets of Infants and Young Children: A Commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*; 36: 329-337.

Agostoni C, Riva E, Giovannini M. Dietary fiber in weaning foods of young children. (1995). *Pediatrics*; 96:1002-5.

Allen LH, Ahluwalia N (1997) Improving Iron Status Through Diet. The application of knowledge concerning dietary iron bioavailability in human populations. <http://www.mostproject.org/>. MOST: The USAID Micronutrient Program 1997. Consulta: abril 2002.

Allen LH. (1998). Properties of iron amino acid chelates as iron fortificants for maize. International Conference on Human Nutrition. (January 24-25) Abbott Laboratories Inc.: 96-108.

Almazán AM. (1990). Effect of cassava flour variety and concentration on bread loaf quality. *Cereal Chem*; 67: 97-9.

American Heart Association, Samuel S. Gidding, Barbara A. Dennison, Leann L. Birch, Stephen R. Daniels, Matthew W. Gilman, Alice H. Lichtenstein, Karyl Thomas Rattay, Julia Steinberger, Nicolas Stettler, and Linda Van Horn. (2006). Dietary Recommendations for Children and Adolescents: A Guide for Practitioners. *Pediatrics*; 117: 544-559.

Andang_o PEA, Osendarp SJM, Ayah R, West CE, Mwaniki DL, De Wolf CA, Kraaijenhagen R, Kok FJ, Verhoef H. (2007). Efficacy of iron-fortified whole maize flour on iron status of schoolchildren in Kenya: a randomised controlled trial. *Lancet*; 369:1799–806.

Anderson J, Smith B, Gustafson J. Health benefits and practical aspects of high fiber diets. (1994). *Am J Clin Nutr*; 59: 12425-75.

Andraca I, Castillo M, Walter T. (1997). Psychomotor Development and Behavior in Iron-deficient Anemic Infants. *Nutr Rev* 55: 125-132.

Andrews, N. C. (1999) Disorders of iron metabolism. *N. Engl. J. Med.* 341: 1986–1995. *Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. National Academy Press, Washington DC, USA. Cap. 9 Iron. 290-393.

Astrada E, Caratozzolo M, Blasco C, Quiroga L, Ronayne P, Vigilante J. (2008). Potencialidad alimentaria del bosque nativo del Chaco argentino: una experiencia prometedora basada en la harina de algarroba (*Prosopis alba*). *Trabajos del IV Congreso Internacional ALFATER: “Alimentación, Agricultura Familiar y Territorio*.

Ballot DE, MacPhail AP, Bothwell TH, Gillooly M and Mayet FG. (1989). Fortification of curry powder with NaFe(III)EDTA in an iron-deficient population: report of a controlled iron-fortification trial. *Am J Clin Nutr.* 49; 162-169.

Barberá R y Farré R. (1992). Revisión: biodisponibilidad de los elementos traza. *Rev Esp de C y Tec de Alim.* 32 (4): 381-399.

Bello-Perez LA, Tadini CC. (2009). Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. *LWT - Food Sci Technol*; 42:1022–1025.

Bernardi C. (2000). Aportes nutricionales de la harina de vinal (*Prosopis rusCIFolia*). Disponibilidad de hierro y factores que la afectan. Tesis de Maestría, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

Bernardi C, Drago S, Sabbag N, Sanchez H, Freyre M. (2006). Formulation and Sensory Evaluation of *Prosopis alba* (Algarrobo) Pulp Cookies with Increased Iron and Calcium Dialyzabilities. *Plant Food Hum Nutr*; 61: 39 - 44.

Bilenko Natalya, Belmaker Ilana, Vardi Hillel and Fraser Drora. (2010). Efficacy of Multiple Micronutrient Supplementations on Child Health: Study Design and Baseline Characteristics.. *IMAJ* • VOL 12 •pp. 342-347.

Binaghi MJ, Greco CB, López LB, Ronayne de Ferrer PA y Valencia ME (2008). Biodisponibilidad de hierro en la dieta infantil. *Arch Argent Pediatr* 106 (5):387-389.

Binaghi MJ, Cagnasso C, Pellegrino N, Ronayne P, Valencia M (2009). Dializabilidad y aporte potencial de hierro y zinc en una dieta para niños, con pan con agregado de diferentes promotores de la absorción con o sin agregado de sulfato ferroso. Trabajos del XII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos (editado en CD). ISBN: 978-987-22165-3-5.

Bosscher D, Van Caillie-Bertrand M, Robberecht H, Van Dyck K, Van Cauwenbergh R y Deelstra H. (2001 a). In vitro availability of calcium, iron, and zinc from first-age infant formulae and human milk. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 32:54-58.

Bosscher, D., Zhengli, L., Van Cauwenbergh, R., Van Caillie-Bertrand, M., Robberecht, H. & Deelstra, H. (2001 b). A method for in vitro determination of calcium, iron and zinc availability from first-age infant formula and human milk. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 52: 173-182.

Bothwell, T. H., Charlton, R. W., Cook, J. D. & Finch, C. A. (1979) Iron Metabolism in Man. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.

Bothwell TH (1995). Overview and mechanisms of iron regulation. *Nutr Rev* 53 (9): 237-245.

Bothwell T H. (1999). Iron fortification with special reference to the rol of iron EDTA. *ALAN*, vol 49. 23S-33S.

Bothwell TH, MacPhail AP. (2004). The potential role of NaFeEDTA as an iron fortificant. *Int J Vitam Nutr Res.*;74 Supp 6:421–34.

Bravo L, Grados N, Saura-Calixto F. (1994). Composition and Potential Uses of Mesquite Pods (*Prosopis pallida* L): Comparison with Carob Pods (*Ceratonia siliqua* L). *J Sci Food Agric*; 65: 303-6.

Britos Sergio, O'Donnell Alejandro, Ugalde Vanina y Clacheo Rodrigo. (2003). PROGRAMAS ALIMENTARIOS EN ARGENTINA. CESNI.

Brown R.C., Klein A., Simmons W., Hurrell R. (1990). The Influence of Jamaican herb teas and other polyphenol-containing beverages on iron absortion in the rat. *Nutr Res* 10: 343-53.

CAA. 2014, Código Alimntario Argentino. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp. Consulta: febrero 2014.

Cagnasso Carolina E., López L B., Rodríguez V G., Valencia M E. (2007). Estimación de la ingesta potencial de ácido etilendiaminotetraacético en niños y adolescentes argentinos, influencia de la fortificación de cereales para desayuno con sal férrica de este ácido. *Rev Chil Nutr.*; 34 (2):143-149.

Cagnasso C E, López L B, Binaghi M J, Pellegrino N R, Valencia M E. (2010). Dializabilidad de hierro y zinc en cereales para desayunos comerciales fortificados con hierro elemental, sulfato ferroso o edta ferrico sodico. Revista Chilena de Nutrición, vol. 37, núm. 2, junio, pp. 138-144.

Calvo EB, López LB. (2004). Estudios sobre nutrición en menores de 3 años (Alimentación y riesgo de desnutrición infantil). Estudio Colaborativo Multicéntrico Ministerio de Salud y Ambiente. Comisión Nacional de Programas de Investigación Sanitaria. Disponible en: http://www.saludinvestiga.org.ar/pdf/libros/2006/Libro_nutricion.pdf

Castillo VKC, Ochoa MLA, Figueroa CJD, Delgado LE, Gallegos IJA, Morales CJ. (2009). Efecto de la concentración de hidróxido de calcio y tiempo de cocción del grano de maíz (*Zea mays* L.) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas y reológicas del nixtamal. Arch Latinoamer Nutr; 59 (4): 425-432.

Chim-Rodríguez, Alma; López-Luna, Jesús y Betancur-Ancona, David. (2003). Incorporación de fracciones de almidón primario y secundario de *Canavalia ensiformis* L. y *Phaseolus lunatus* L. en galletas. Acta Científica Venezolana. 54(2):138-147.

Comité de Nutrición. (2001). Guía de alimentación para niños sanos de 0 a 2 años, Sociedad Argentina de Pediatría, Buenos Aires.

Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics. (1993). Carbohydrate and dietary fiber. In: Barness LA, editor. Pediatric nutrition handbook. 3rd ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; p. 104.

Committe on nutrition, American Academy of Pediatric. (1998). Carbohrydrate and dietary fiber. In: Pediatric Nutrition Handbook. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics. 203-211.

Conrad ME, Umbreit JN, Moore EG, Hainsworth LN, Porubcin M, Simovich MJ, Nakada MT, Dolan K, Garrick MD. (2000). Separate pathways for cellular uptake of ferric and ferrous iron. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 279:G767–G774.

Conrad, M. E. & Schade, S. G. (1968) Ascorbic acid chelates in iron absorption: a role for hydrochloric acid and bile. *Gastroenterology* 55: 35–45. Consulta: 21/2/2005.

Cook, J. D. & Monsen, E. R. (1977) Vitamin C, the common cold, and iron absorption. *Am. J. Clin. Nutr.* 30: 235–241.

Cook JD, Morck TA, Lynch SR. (1981). The inhibitory effect of soy products on nonheme iron absorption in man. *Am J Clin Nutr* 34:2622–2629.

Cook JD and Reusser ME (1983). Iron fortification: an update. *Am J Clin Nutr.* 38:648-659.

Cook JD. (1990). Adaptation in iron metabolism. *Am J Clin Nutr* 51:301–308.

Cook JD, Reddy MB, Burri J, Juillerat MA, Hurrell RF. (1997). The influence of different cereal grains on iron absorption from infant cereal foods. *Am J Clin Nutr.*; 65:964–9.

Cori de Mendoza, Marta E.; Pacheco-Delahaye, Emperatriz y Sindoni, Eliana. (2004). Efecto de la suplementación de galletas dulces tipo oblea con harina desgrasada de girasol sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)*. 30(2):109-122.

Cravero, AP, Moron Jimenez, MJ y Ramon, AN. (2003). Composición Química y Digestibilidad del Mote. *ALAN*. 53 (4): 418-424. ISSN 0004-0622.

Davidsson L, Kastenmayer P and Hurrell RF. (1994). Sodium iron EDTA [NaFe(III)EDTA] as a food fortificant: the effects on the absorption and retention of zinc and calcium in women. *Am J Clin Nutr* 60: 231-237.

Davidson, L; Kastenmayer, P.; Szajewska, H.; Hurrell, R. F.; Barclay, D. (2000). Iron bioavailability in infants from an infant cereal fortified with ferric pyrophosphate or ferrous fumarate. *Am. J. Clin. Nutr.* 71, 1597-1602.

Davidsson L, Walczyk T, Zavaleta N, Hurrell R. (2001). Improving iron absorption from a Peruvian school breakfast meal by adding ascorbic acid or Na₂EDTA. *Am J Clin Nutr*; 73:283–7.

Davidsson L, Ziegler E, Zeder C, Walczyk T, Hurrell R. (2005). Sodium iron EDTA [NaFe(III)EDTA] as a food fortificant: erythrocyte incorporation of iron and apparent absorption of zinc, copper, calcium, and magnesium from a complementary food based on wheat and soy in healthy infants. *Am J Clin Nutr.*;81:104–9.

de Pee S, Kraemer K, van den Briel T, Boy E, Grasset C, Moench-Pfanner R, Zlotkin S, Bloem MW. (2008). Quality criteria for micronutrient powder products: report of a meeting organized by the World Food Programme and Sprinkles Global Health Initiative. *Food Nutr Bull*; 29:232–41.

De-Regil LM, Suchdev PS, Pena-Rosas JP. (2011). Home fortification of foods with multiple micronutrient powders for health and nutrition in children under two years of age. *Cochrane Database Syst Rev*;9: CD008959.

Dewey KG, Brown KH (2003). Update on Technical Issues Concerning Complementary Feeding of Young Children in Developing Countries and Implications for Intervention Programs. *Food and Nutrition Bulletin*, 24:5-28.

Dewey K, Yang Z, Boy E. (2009). Systematic review and meta-analysis of home fortification of complementary foods. *Matern Child Nutr*; 5: 283–321.

Diario La Nación, (2014). Miércoles 14 de mayo. Publicado en edición impresa Salud "Chispitas nutricionales" para menores de 3 años.

Drago S.R., Valencia M.E (2002). Effect of Fermentation on Iron, Zinc, and Calcium Availability from Iron-fortified Dairy Products. *Journal of Food Science* 67 (7):3130-3134.

Drago SR and Valencia ME. (2004). Influence of components of infant formulas on in vitro iron, zinc and calcium availability. *J Agric Food Chem.*; 52: 3202- 3207.

Drago SR, Binaghi MJ, Valencia ME. 2005. Effect of gastric digestion pH on iron, zinc, and calcium dialyzability from preterm and term starting infant formulas. *J Food Sci*; 70:(2) 107-112.

Drago, S. R., González, R. J., & Valencia, M. E. (2005). Strategies to increase nutritional contribution of minerals from snacks products based on corn and from textured soy flour. *Actas de IntraFood*, 903-906.

Drago, SR; Binaghi MJ; Ronayne de Ferrer PA, Valencia ME. (2005). Assessment of iron, zinc and calcium dialyzability in infant formulas and iron fortified milks. En: "Food Research, Safety and Policies", Chap 4, pp. 113-132. Ed: Arthur P. Riley, Nova Science Publishers Inc., NY,USA., 2005, pp. 1

Drago SR, González RJ, Chel-Guerrero L, Valencia ME. (2007a). Evaluación de la Disponibilidad de Minerales en Harinas de Frijol y en Mezclas de Maíz/Frijol Extrudidas. *Información Tecnológica* 18: 41-46.

Drago SR, Velasco-González OH, Torres RL, González RJ, Valencia ME. (2007b). Effect of the Extrusion on Functional Properties and Mineral Dialyzability from *Phaseolus Vulgaris* Bean Flour. *Plant Foods for Human Nutrition* 62: 43-48.

Drago S, Valencia M. (2008). Capítulo 2: Minerales en la nutrición humana, en "Minerales en Alimentos y Dietas Iberoamericanas", CYTED, Editora SBAN, San Pablo, Brasil, pp. 43-66.

Drago SR, Valencia ME. (2008). Mineral dialyzability in milk and fermented dairy products fortified with Fe- NaEDTA. *J Agric Food Chem.*; 56(8):2553-7.

Durán P, Batista M, García Janer P, Herrera Vega M, Esmerian C, Das Nieves P (2000). Estado nutricional de una población anciana no institucionalizada de la Ciudad de Buenos Aires. Libro de resúmenes del XII Congreso Latinoamericano de Nutrición.

Dyner L, Drago S, Piñeiro A, Sánchez H, González R y Valencia ME. (2007). Composición y Aporte Potencial de Hierro, Calcio y Zinc de panes y fideos elaborados con Harinas de Trigo y Amaranto. *Arch Latinoamer Nutr*; 57:69-77.

Edwards CA, Parrett AM. (2003). Dietary fibre in infancy and childhood. *Proceedings of the Nutrition Society*; 62: 17–23.

Encuesta Nacional de Nutrición y Salud, ENNYS, Ministerio de Salud. Disponible en: <http://www.msal.gov.ar/htm/site/ennys/site> Consulta: Junio 2010.

Estévez AM, Escobar B, Ugarte V. (2000). Utilización de cotiledones de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) en la elaboración de barras de cereales. *Arch Latinoamer Nutr*; 50: 148-51.

European Union Scientific Committee for Food (SCF). (1995). Opinion on nitrate and nitrite. Expressed on 22 September 1995. Brussels (Belgium): European Commission DG III. Annex 4 to document III/56/95, CS/CNTM/NO3/20-FINAL.

Fairweather- Tait SJ (1992) Bioavailability of trace elements. *Food Chem.* 43:213-217.

Fairweather- Tait ST (1995). Iron-zinc and calcium-iron interaction to zinc and iron absorption. Symposium on “Micronutrient interaction”. Proceedings of the Nutrition Society. 54:465-473.

FAO, Hojas de Balance de Alimentos, Colección FAO (2000 y 2009) Roma, Italia. En: www.fao.org/waicent/faostat/agricult/fbs-s.htm. Consultado julio 2013

FAO, Hojas de Balance de Alimentos, Colección FAO: (1996) Estadística número 131, FAO, Roma, Italia.

FAO. Joint meeting of the Intergovernmental Group on Grains (30th session) and the Intergovernmental Group on Rice (41st session). Cereals and other starch-based staples: are consumption patterns changing? [cited 2010 Feb 28]. Available from: <http://www.fao.org/docrep/meeting/007/J1183e/J1183e00.htm>.

FAO. (1993). El maíz en la nutrición humana. capítulo 2 composición química y valor nutritivo del maíz. organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.

FAUBA, Informe Técnico (2005). Citado en Careño S, Rescia Perazzo A, Caratozzolo M, Astrada E, Blasco C, Quiroga L. Activación de recursos agroalimentarios desde la identidad local: La experiencia de la Algarroba en el Chaco Argentino. Trabajos del III Congreso Internacional de la Red SIAL. España, 2006.

Ferreira Dos Santos J. (2010). Avaliação das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde. Dissertação para obtenção do título de Mestre. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, Brasil.

Food and Agriculture Organization/World Health Organization. (1999). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 53rd meeting.

Food and Agriculture Organization/World Health Organization. (2007) Summary and Conclusions of the Sixtyeighth Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee Food and Nutrition Board. (2002). Dietary reference intakes for energy, carbohydrates, fiber, fat, protein and amino acids. Washington, DC: National Academy of Sciences.

Food and Nutrition Communication Nestlé (2007). Una alimentación sana para la tercera edad, pp. 1-17.

Foster, M. Rodriguez, M, Darias, M. and Diaz Romero, C. (2002). Statistical Differentiation of Bananas According to Their Mineral Composition. *J. Agric. Food Chem.*; 50, 6130-6135.

Fox TE, Eagles J, Fairweather –Thait SJ. (1998). Bioavailability of iron glycine as a fortificant in infant foods. *Am J Clin Nutr*: 67, 664-668.

Gaitán D, Olivares M, Lönnerdal B, Brito A, Pizarro F. (2012). Non-heme Iron as Ferrous Sulfate Does Not Interact with Heme Iron Absorption in Humans. *Biol Trace Elem Res*; 150:68–73.

Galán MG, Drago SR, Armada M, González R. (2013). Iron, zinc and calcium dialyzability from extruded product based on whole grain amaranth (*Amaranthus caudatus* and *Amaranthus cruentus*) and amaranth/*Zea mays* blends. *Int J Food Sci Nutr* 64: 502-507.

Galdi M, Carbone N, Valencia ME. (1989). Comparison of ferric glycinate to ferrous sulphate in model infant formulas: kinetic of TBA, lysine and methionine changes. *J Food Sci* 54 (5): 1230-1233.

Garcia R, Alegría A, Barberá R, Farré R, Lagarda MJ. (1998). Dializability of iron, zinc and cooper of different types of infant formula marketed in Spain. *Biological Trace Element Research* 65: 7-17.

Gibson RS, Ferguson EL, Lehrfeld J. (1998). Complementary foods for infant feeding in developing countries: their nutrient adequacy and improvement. *Eur.J.Clin.Nutr.*; 52(10):764-770.

Gibson, R.S., and Hotz, C. 2000. The Adequacy of Micronutrients in Complementary Foods. *Pediatrics*, 106 (suppl), 1298-1299.

Gil Hernández A, Uauy Dagachb R, Dalmau Serrac J y Comité de Nutrición de la AEP (2006). Bases para una alimentación complementaria adecuada de los lactantes y los niños de corta edad. *An Pediatr (Barc)* 65(5):481-95.

Gillooly M, Bothwell TH, Torrance JD, MacPhail AP, Derman D, Bezwoda WR, Mills W, Charlton RW and Mayet F (1983). The effects of organic acids, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. *Br J Nutr* 49: 331-342.

Girvan HM, Marshall KR, Lawson RJ, Leys D, Joyce MG, Clarkson J, Smith WE, Cheesman MR, Munro AW. (2004). Flavocytochrome P450 BM3 mutant A264E undergoes substrate-dependent formation of a novel heme iron ligand set. *J Biol Chem* 279:23274–23286.

Granito M, Guerra M. (1995). Uso del germen desgrasado de maíz en harinas compuestas para panificación. *Arch Latinoam Nutr*; 45: 322-8.

Greco Carola. (2013). “Estudio de las características de la alimentación infantil en el primer año de vida en distintos contextos socioculturales”. Tesis Doctoral. FFyB. UBA.

Greco CB, Zuleta A, Aguirre C, de la Casa L, Samillán Becerra S, Luccanera MF, Sammartino GV, Garda R, Pinotti LV, Ronayne PA. (2011) Alimentos tradicionales del noroeste argentino: su composición química. *Actualización en Nutrición*, 12:194-199.

Gunshin H, Mackenzie B, Berger UV, Gunshin Y, Romero MF, Boron WF, Nussberger S, Gollan JL, Hediger MA. (1997). Cloning and characterization of a mammalian proton-coupled metal-ion transporter. *Nature* 388:482–488.

Haytowitz DB, Pehrsson PR, Holden J M. (2002) The Identification of Key Foods for Food Composition Research. *J Food Comp Anal*; 15:183-94.

Heaney RP, Weaver CM, Recker RR. (1988). Calcium absorbability from spinach. *Am J Clin Nutr.* 47: 262-264.

Heaney RP, Weaver CM. (1989). Oxalate: effect on calcium absorbability. *Am J Clin Nutr*50:830–2.

Hirve S, Bhave S, Bavdekar A, et al. (2007). Low dose 'Sprinkles' – an innovative approach to treat iron deficiency anemia in infants and young children. *Indian Pediatr*; 44: 91-100.

Horton S, Mannar V, Wesley A. (2008). Best practices paper: food fortification with iron and iodine. Working paper. Frederiksberg (Denmark):Copenhagen Consensus Center;.

Hotz Christine, DeHaene Jessica, Woodhouse Leslie R., Villalpando Salvador, Rivera Juan A., and King Janet C. (2005). Zinc Absorption from Zinc Oxide, Zinc Sulfate, Zinc Oxide EDTA, or Sodium-Zinc EDTA Does Not Differ When Added as Fortificant to Maize Tortillas. *J. Nutr.* May 1, vol. 135 no. 5 1102-1105.

Hotz C and Gibson RS (2007). Traditional Food-Processing and Preparation Practices to Enhance the Bioavailability of Micronutrients in Plant-Based Diets. *J Nutr.* 137: 1097-1110.

Hunt JR, Roughead ZK. (2000). Adaptation of iron absorption in men consuming diets with high or low iron bioavailability. *Am J Clin Nutr* 71:94–102.

Hurrell R. (1984). Bioavailability of different iron compounds used to fortify formulas and cereals: technological problems. En *Iron Nutrition in Infancy and Childhood*. Ed. Stekel A. New York Raven Press 147-178.

Hurrell RF. (1985). Nonelemental Sources. En: *Iron Fortification of Foods*. Ed. Clydesdale FM and Wiemer KL. New York: Academic Press. 4:39-53.

Hurrell RF, Ferniss DE, Burri J, Whittaker P, Lynch SR, and Cook JD. (1989). Iron fortification of infant cereals: a proposal for the use of ferrous fumarate or ferrous succinate. *Am J Clin Nutr* 49: 1274-1282.

Hurrell RF. (1992). Prospects of improving the iron fortification of foods. En: *Nutritional Anemias*. Nestle Nutrition Workshop Series No. 30. Ed. S.R. Fomon and S. Zlotkin. New York: Raven Press Ltd., pp. 193-208.

Hurrell RF, Juillerat MA, Reddy MB, Lynch SR, Dassenko SA, Cook JD. (1992). Soy protein, phytate, and iron absorption in humans. *Am J Clin Nutr* 56:573-578.

Hurrell RF. (1997). Bioavailability of iron. In: *Assessment of the bioavailability of micronutrients*. Proceedings of an ILSI Europe Workshop. *Eur J Clin Nutr* 51:54-8.

Hurrell F. (1997). Preventing iron deficiency through food fortification. *Nutr Rev* 55 (6):210-222.

Hurrell R, Reddy M, Burri J, Cook JD. (2000). An evaluation of EDTA compounds for iron fortification of cereal-based foods. *Br. J. Nutr.*; 84: 903-910.

Hurrell RF, Reddy M, Cook JD. (2000). An evaluation of EDTA compounds for iron fortification of cereal based foods. *Br J Nutr*;84:903-10.

Hurrell RF, Lynch MF, Bothwell TH, Cori H, Glahn RP, Hertrampf E, Kratky Z, Miller D, Rodenstein M, Streekstra H, Teucher B, Turner E, Young CK, Zimmermann MB. (2004). Enhancing the absorption of fortification iron—a SUSTAIN task force report. *Int J Vitam Nutr Res*; 74:387–401.

Hurrell RF. (2001). How to ensure adequate iron absorption from iron-fortified food. *Nutr Rev*;60:S7–S15

Hurrell RF. (2002). Fortification: overcoming technical and practical barriers. *J Nutr*;132:806s–12s.

Hurrell, R. F.; Bothwell, T. H.; Cook, J. D.; Dary, O.; Davidsson, L.; Fairweather Tait, S. J.; Hallberg, L.; Lynch, S. R.; Rosado, J.; Walter, T.; Whittaker, P. (2002). The usefulness of elemental iron for cereal flour fortification: A Sustain task force report. *Nutr. ReV.* 60, 391-406.

Hurrell RF, Lynch S, Bothwell T, Cori H, Glahn R, Hertrampf E *et al.* (2004). Enhancing the absorption of fortification iron. A SUSTAIN Task Force report. *Int J Vitam Nutr Res* 74, 387–401

Hyder SMZ, Haseen F, Rahman M, Tondeur MC, Zlotkin SH. (2007). Effect of daily versus once-weekly home fortification with micronutrient Sprinkles on hemoglobin and iron status among young children in rural Bangladesh. *Food Nutr Bull*; 28:156–64.

INACG. (1993). Iron EDTA for Food Fortification. A report of the International Nutritional Anemia Consultative Group. Lynch SR, Hurrell RF, Bothwell TH, and MacPhail AP. Washington. USA.

Informe de la Reunión. Taller realizado en la Isla Margarita. (1994). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 44, 176.

Institute of Medicine. 2001. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. National Academy Press, Washington DC, USA. Cap. 12 Zinc. 442-501.

Institute of Medicine. 2001. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Iron, and Zinc*. National Academy Press, Washington DC, USA. Cap. 12 Zinc. 442-501.

Iost C, Name JJ, Jeppsen RB, Ashmead HD. (1998). Repleting hemoglobin in iron deficiency anemia in young children through liquid milk fortification with bioavailable iron aminoacid chelate. *J Am Coll Nutr*; 17: 187-194.

Institute of Medicine. *Vitamin and Mineral requirements in human nutrition*. 2004. 2^o Ed. Cap 4. Calcium. 59-93.

Jack Susan J., Ou Kevanna, Chea Mary, Chhin Lan, Devenish Robyn, Dunbar Mary, Eang Chanthol, Hou Kroeun, Ly Sokhoing, Khin Mengkheang, Prak Sophanneary, Reach Ratana, Talukder Aminuzzaman, Tokmoh La-ong, Leon de la Barra Sophia, Hill Philip C., Herbison Peter, DSc; Gibson Rosalind. (2012). Effect of Micronutrient Sprinkles on Reducing Anemia A Cluster-Randomized Effectiveness Trial. *ARCH PEDIATR ADOLESC MED/VOL 166 (NO. 9)*, 842-850.

Jackson LS. (1992). The effect of dairy products on iron availability. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr* 31:259-70.

JECFA. (1974). Annex 4: Acceptable daily intakes [Ethylenediaminetetraacetate, disodium and calcium disodium salts]. In: *Toxicological Evaluation of Certain Food Additives With a Review of General Principles and of Specifications*. Prepared by the 17th Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Geneva (Switz.): World Health Organization (WHO);, WHO Technical Report Series No. 539, pp. 35-38.

Jenkins DJ, Kendall WC, Vuksan W. Viscous fibers, health claims and strategies to reduce cardiovascular disease risk. 2000. *Am J Clin Nutr*; 71: 401-12.

Joint FAO/WHO Expert Consultation. (2002). Vitamin and mineral requirements in human nutrition, World Health Organization, Geneva.

Juarez-Garcia E, Agama-Acevedo E, Sayago-Ayerdi SG, Rodriguez-Ambriz SL, Bello-Perez LA. (2006). Composition, Digestibility and Application in Breadmaking of Banana Flour. *Plant Food Hum Nutr*; 61: 131–137.

Kaup SM (1998) Aspect of mineral bioavailability in infant nutrition. *Int Dairy Journal* 8: 435-441.

Kerneck S and Cashman KD. (2000). Investigation of an in vitro model for predicting the effect of food components on calcium availability from meals. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 51: 45-54.

Kloots Willem, Den Kamp Danielle, and Abrahamse Leo. (2004). In Vitro Iron Availability from Iron-Fortified Whole-Grain Wheat Flour. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 8132-8136.

Knox TA, Kassrjian Z, Dawson-Hughes B, Golner BB, Dallal GE, Arora S, and Russell RM. (1991). Calcium absorption in elderly subjects on high- and low-fiber diets: effect of gastric acidity. *Am J Clin Nutr*. 53: 1480-1486.

La alimentación de los niños menores de dos años. Resultados de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud -ENNyS 2010. Buenos Aires: Ministerio de Salud, (2010). Disponible en: http://www.msal.gov.ar/promin/publicaciones/pdf/la_alimentacion_de_los_ninos_menores_de_2_anos.pdf

Layrisse M, Martínez-Torres C, Cook JD, Walker R, Finch CA. (1973). Iron fortification of food: its measurement by the extrinsic tag method. *Blood* 41:333–352.

Lee K and Clydesdale FM. (1981). Effect of thermal processing on endogenous and added iron in canned spinach. *J Food Sci.* 46:1064-1068,1073

Logegaray V. *Cocina andina y rutas milenarias.* (2007). Un legado sabroso y milenario. *Alimentos Argentinos*; 39: 58-61.

Lonnerdal B, Cederblad A, Davidsson L, Sandstrom B (1984). The effect of individual components of soy formula and cows milk formula on zinc bioavailability. *Am J Clin Nutr* 40: 1064-1070.

López de Romaña Daniel, Lönnerdal Bo, and Brown Kenneth. (2003) Absorption of zinc from wheat products fortified with iron and either zinc sulfate or zinc oxide *Am J Clin Nutr* August vol. 78 no. 2 279-283.

Lutter CK, Rivera JA (2003). Nutritional Status of Infants and Young Children and Characteristics of Their Diets. *J Nutr*; 133: 2941S-2949S.

Lutter, C.K. (2003). Macrolevel approaches to improve the availability of complementary foods. *Food Nutr. Bull.*, 24, 83-103.

Lynch, S. R. & Cook, J. D. (1980) Interaction of vitamin C and iron. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 355: 32-44.

Lynch SR, Dassenko SA, Morck TA, Beard JL, Cook JD (1985) Soy protein products and heme iron absorption in humans. *Am J Clin Nutr* 41:13-20.

Lynch S R. and Stoltzfus R J. (2003). Iron and Ascorbic Acid: Proposed Fortification Levels and Recommended Iron Compounds¹. *J. Nutr.*, vol. 133 no. 92978S-2984S.

Ma G, Li Y, Jin Y, Zhai F, Kok FJ, Yang X. (2007). Phytate intake and molar ratios of phytate to zinc, iron, and calcium in the diets of people in China. *Eur J Clin Nutr*;61:368–74.

Macías S, Binaghi MJ, Zuleta A, Ronayne de Ferrer P, Costa K, Generoso S. (2013). Desarrollo de galletas con sustitución parcial de harina de trigo con harina de algarroba (*Prosopis alba*) y avena para planes sociales. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 4 (2): 170-188.

MacPhail AP, Patel RC, Bothwell TH, Lamparelli RD. (1994). EDTA and the absorption of iron from food. *Am J Clin Nutr*; 59:644–8.

McKie AT, Marciani P, Rolfs A, Brennan K, Wehr K, Barrow D, Miret S, Bomford A, Peters TJ, Farzaneh F, Hediger MA, Hentze MW, Simpson RJ. (2000). A novel duodenal iron-regulated transporter, IREG1, implicated in the basolateral transfer of iron to the circulation. *Mol Cell* 5:299–309.

Micronutrient Initiative. (2011). Bolivia country profile. Available from: <http://micronutrient.org/English/View>.

Miller D, Schrinken BR, Rassmussen RR (1981). An *in vitro* method for estimation of iron availability from meals. *Am J Clin Nutr* 34:248-56.

Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. (1998). Lineamientos para la Alimentación del Niño Menor de 2 Años.

Ministerio de Salud y Ambiente, Argentina. (2006). Guías Alimentarias para la Población Infantil.

Moore, C. V. & Dubach, R. (1951) Observations on the absorption of iron from foods tagged with radioiron. *Trans. Assoc. Am. Phys.* 64: 245–256.

Morasso M, Molero J, Vinocur P, et al. (2003). Deficiencia de hierro y vitamina A y prevalencia de anemia en niños y niñas de 6 a 24 meses de edad en Chaco, Argentina. *Arch Latinoam Nutr*; 53:21-7.

Morón Jiménez MJ. Vargas Ferra E. Quipildor SL y col. (2005). Composición química y aporte nutricional de preparaciones típicas de Salta. *La Alimentación Latinoamericana*; 255: 58-62.

Naito H, Gunshin H, and Noguchi T (1989). Bioavailability of calcium affected by luminal and mucosal factors in the small intestine. En: *Nutrient Availability: Chemical & Biological Aspects*. Ed. Southgate D, Johnson I, and Fenwick GR. Royal Society of Chemistry. Cambridge, UK.

Navarro A, Cristaldo PE, Andreatta MM, Muñoz SE, Díaz MP, Lantieri MJ y Eynard AR. (2007). *Atlas de alimentos*. 1º Ed. Cordoba: Universidad Nacional de Cordoba.

Nestel, P., Briend, A., de Benoist, B., Decker, E., Ferguson, E., Fontaine, O., Micardi, A., and Nalubola, R. (2003). Complementary food supplements to achieve micronutrient adequacy for infants and young children. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.*, 36, 316-328.

O'Dell BL (1989). Mineral interactions relevant to nutrient requirements. *J Nutr* 119 (12 Suppl): 1832-1838.

O'Donnell, A., and Carmuega, E. (1996). *Publicación CESNI*, 12.

Official Method of Analysis of AOAC International. 2000. 17th Edition. Washington DC, USA. Association of Official Analytical Chemists.

Olivares M, Pizarro F, Pineda O, Name JJ, Hertrampf E, Walter T. (1997). Milk inhibits and ascorbic acid favours ferrous bis- glycinate chelate bioavailability in humans. *J Nutr*;127: 1407-1411.

Olivares A.B, Martinez C., López G., Ros G. (2001). Influence of the design of a product on in vitro mineral availability of homogenized weaning foods.. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*.; 2 181-187

Orozco Collaguazo A F, Picón Moreno J L. (2011). Tesis de Grado. “Plan de exportación de harina de platano de la empresa brito vaca cia. Ltda. molino el fenix de la ciudad de Riobamba al mercado de Estados Unidos ciudad de MIAMI FL.” Facultad de Administración de empresas. Escuela Superior Politécnica de Chimbonazo. Riobamba – Ecuador.

Pacheco E, Cedres M, Alvarado A, Cioccia A. (1994). Substitución del afrecho de trigo por harina de almendra desgrasada de palma aceitera como fuente de fibra dietética en la elaboración de galletas y pan. *Arch Latinoamer Nutr*; 44: 122-5.

Pacheco-Delahaye E, Testa G. (2005). Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. *INCI*; 30,5, p.300-304. ISSN 0378-1844.

Panel on Macronutrients, Panel on the Definition of Dietary Fiber, Subcommittee on upper Reference Levels of Nutrients, Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board. (2005). *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. National Academies Press, Washington, DC.

Pavón ML, Lönnerdal B. (1992). Distribution of iron and its bioavailability from iron fortified milk and formula. *Nutr Res*; 12:975-984.

Pavón ML, Lønnerdal B (1993) Effect of citrate on zinc bioavailability from milk fractions and infant formulas. *Nutr Res.* 13:103-111.

Perkin-Elmer Corp. Calcio, Hierro y Zinc. Analytical Method for Atomic Absorption Spectrophotometry. Norwalk Ct. 1971.

Pinotti LV, Pinto RL, Díaz Córdova D. y col. (2011). Modalidades alimentarias en la Quebrada de Humahuaca patrimonializada. Libro de trabajos de las Jornadas de Arqueología de la Alimentación.

Portela MLPM (1993). Hierro. Cap 23. En: *Vitaminas y Minerales en Nutrición*. Ed. Libreros López. Argentina.

Portela MLPM (2003). Elementos minerales. En: *Vitaminas y Minerales en Nutrición*. 2º edición. Ed. Libreros López. Argentina.

Procter Sandra B., Campbel Christina G. (2008). Position of the American Dietetic Association: Nutrition Guidance for Healthy Children Ages 2 to 11 Years. *Journal of the American Dietetic Association*, Volume 108, Issue 6, Pages 1038–1047.

Prokopiuk D, Cruz G, Grados N, Garro O, Chiralt A. (2000). Estudio comparativo entre frutos de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*. *Multequina*; 9: 35-45. *Rev.*; 55:210–22.

Ronayne de Ferrer P, Colli C, Biolley E, Guerra M. (2008). Capítulo 6: Encuestas y Estudios, en "*Minerales en Alimentos y Dietas Iberoamericanas*", CYTED, Editora SBAN, San Pablo, Brasil, pp. 143-165.

Ronayne P, Brites C, Ferrero C, Arocha M, León AE. (2009) Capítulo 6: Efecto de los tratamientos tecnológicos sobre la calidad nutricional y saludable de panes y productos de panadería, en "*Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación*", CYTED, Lutz M, León, A, editores. Universidad de Valparaíso Editorial, Chile, pp 124 - 150.

Rouault TA (2005). The intestinal heme transporter revealed. *Cell* 122:649–651.

Roughead ZK, Hunt JR. (2000). Adaptation in iron absorption: iron supplementation reduces nonheme-iron but not heme-iron absorption from food. *Am J Clin Nutr* 72:982–989.

Sanchez-Echaniz J, Benito-Fernandez J., Mintegui Raso S. (2001). Methemoglobinemia and consumption of vegetables in infants. *Pediatrics*. 107:1024–1028.

Santoni ME. Torres G. El sabor de los pucheros. Los patrones alimentarios del NOA: pasado, presente y futuro. Museo de Antropología de Salta 2001. Disponible en: <http://www.antropologico.gov.ar/puchero.htm> visitado 01/03/ 2011.

Schrincker BR, Miller DD, Rasmussen RR Van Campen D (1981). A comparison of in vivo and in vitro methods for determining availability of iron from meals. *American Journal of Clinical Nutrition* 34:2257-2263.

Segunda Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. ENNYS 2015. Disponible en: <http://www.dinami.gov.ar/nutricion> Consulta: Julio 2014.

Shen L, Luten J, Robberecht H, Bindels J, Deelstra H. (1994). Modification of an in vitro method for estimating the bioavailability of zinc and calcium from foods *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und –Forschung*.199: 442-445.

Shen L, Robberecht H, Van Dael P, Deelstra H.(1995). Estimation of the bioavailability of zinc and calcium from human, cow's, goat, and sheep milk by an in vitro method. *Biological Trace Element Research*, 49: 68-71.

Sociedad argentina de pediatría, comité de nutrición. (2001). Guía de alimentación para niños sanos de 0 a 2 años. 1º ed 49–651.

Solomons Nw and Ruz M. (1997). Zinc and iron interaction: concepts and perspectives in de developing world. *Nutr Res.* 17 (1): 177-185.

South PK and Miller DD (1998). Iron binding by tannic acid: effects of selected ligands *Food Chem* 63 (2): 167-172.

Sprinkles Global Health Initiative. (2008). Micronutrient sprinkles for use in infants and young children: guidelines on recommendations for use and program monitoring and evaluation. Toronto, Canada: SGHI. Available from: http://www.sghi.org/resource_centre/GuidelinesGen2008.

Sudha, M.L; Srivastava, A.K.; Vetrmani, R. and Leelavathi K. (2007). Fat replacement in soft dough biscuits: its implications on dough rheology and biscuit quality. *Journal of Food Engineering.* 80(3):922-930.

Sumithra Muthayya, Prashanth Thankachan, Siddhivinayak Hirve, Vani Amalrajan, Tinku Thomas, Himangi Lubree, Dhiraj Agarwal, Krishnamachari Srinivasan, Richard F. Hurrell, Chittaranjan S. Yajnik, and Anura V. Kurpad (2012). Iron Fortification of Whole Wheat Flour Reduces Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia and Increases Body Iron Stores in Indian School-Aged Children *J. Nutr.* vol. 142 no. 11:1997-2003.

Suying Chang, Zhenwu Huang, Yuxia Ma, Jianhua Piao, Xiaoguang Yang, Christophe Zeder, Richard F. Hurrell, and Ines Egli. (2006). Mixture of ferric sodium ethylenediaminetetraacetate (NaFeEDTA) and ferrous sulfate: An effective iron fortificant for complementary foods for young Chinese children. *Food and Nutrition Bulletin*, 2012 vol. 33, no.2; 111-116.

Ummadi P, Chenoweth WL, Uebersax MA (1995) The influence of extrusion processing on iron dializability, phytates and tannins in legumes. *Journal of Food Processing and Preservation* 19: 119-131.

UNICEF Oficina Regional para América Latina y el Caribe. (2006). Analysis on fortified complementary foods for children between 6 situation analysis on fortified complementary foods for children between 6 and 36 months of age in Latin America and the Caribbean region.

UNICEF. (2009). Workshop report on scaling up the use of multiple micronutrient powders to improve the quality of complementary foods for young children in Asia: summary—outcomes, conclusions, and next steps. Bangkok, Thailand: UNICEF, 2009. Available from: http://www.unscn.org/files/Announcements/Other_announcements/Summary_MNP_workshop.

Valencia Mirta Eva, Ronayne de Ferrer Patricia Ana y Pita Martín Portela María Luz. (2013). Biodisponibilidad de nutrientes minerales. Rev. Farm. vol. 155 n°1-2: 35-35.

Vazquez MB, Witriw AM. (1997). Modelos visuales de alimentos & tablas de relación peso/volumen. Escuela de Nutrición UBA. 1ª ED.

Villarroel M, Biolley E, Yáñez E, Peralta R. (2002). Caracterización químico nutricional del musgo *Sphagnum magellanicum* ALAN vol.52 no.4.

Viteri FE, García-Ibañez R, Torún B. (1978). Sodium iron EDTA as an iron fortification compound in Central America Absorption studies. Am J Clin Nutr;32:901–71.

Weaver CM, Heaney RP, Nickel KP, Packard PI. (1997). Calcium bioavailability from high oxalate vegetables: Chinese vegetables, sweet potatoes and rhubarb. J Food Sci 62:524–5.

Wenzel Menezes E, Tadini C, Tribess T, Zuleta A, Binaghi J, Pak N, Vera G, Tanasov Dan M, Bertolini, Cordenunsi B, Lajolo F. (2011). Chemical Composition and Nutritional Value of Unripe Banana Flour (*Musa acuminata*, var. Nanicão) Plant Foods Hum Nutr 66:231–237. DOI 10.1007/s11130-011-0238-0.

Williams CL, Bollella M, Wynder EL. (1995). A new recommendation for dietary fiber in childhood. Pediatrics; 96:985-8.

Williams CL. (2006). Dietary fiber in childhood. *J Pediatr*; 149: S121-S130.

Wise A (1995). Phytate and zinc bioavailability. *Inter J Food Sci Nutr*. 46: 53-63.

Wolfgor R, Rodriguez V, Pellegrino N y Valencia M (1995). Biodisponibilidad de hierro in vitro: estudio de variables metodológicas y su aplicación a infusiones de yerba mate, té, sus mezclas con leche y cacao en leche. *Trabajos de la Conferencia Internacional en Biodisponibilidad de Nutrientes*. Quito, Ecuador, pp. 127-135.

Wolfgor R, Drago SR, Rodriguez V, Pellegrino N, Valencia ME (2002). In Vitro measurement of iron availability in fortified foods. *Food Res Int* 35: 85-90.

World Health Organization. (1998). *Complementary feeding of young children in developing countries; a review of current scientific knowledge*, World Health Organization, Geneva.

World Vision Mongolia. (2005). *Effectiveness of home-based fortification of complementary foods with Sprinkles in an integrated nutrition program to address rickets and anemia*. Ulaanbaatar, Mongolia: World Vision.

Zhu Y, Liao Q. (2004). Prevalence of iron deficiency in children aged 7 months to 7 years in China. *Zhonghua Er Ke Za Zhi*;42:886-91.

Zimmermann Michael B, Winichagoon Pattanee, Gowachirapant Sueppong, Hess Sonja Y, Harrington Mary, Chavasit Visith, Lynch Sean R, and Hurrell Richard F. (2005). Comparison of the efficacy of wheat-based snacks fortified with ferrous sulfate, electrolytic iron, or hydrogen-reduced elemental iron: randomized, double-blind, controlled trial in Thai women [1](#):[2](#):[3](#). *Am J Clin Nutr*. vol. 82 no. 6 1276-1282.

Zlotkin S, Arthur P, Antwi KY, Yeung G. (2001). Treatment of anemia with microencapsulated ferrous fumarate plus ascorbic acid supplied as Sprinkles to complementary (weaning) foods. *Am J Clin Nut*; 74: 791-5.

Zlotkin SH, Schauer C, Christofides A, Sharieff W, Tondeur MC, Hyder SM. (2005). Micronutrient Sprinkles to control childhood anaemia. *PLoS Med*; 2(1): e1. 12:194-199.

Zuleta Ángela. (2013). Capítulo 6. Fibra dietética: nuevas perspectivas nutricionales y tecnológicas en el área de cereales, granos y salud. en *Alimentación saludable en la Argentina. Logros y desafíos*. Orientación gráfica editora.

10- RESUMEN

Los nutrientes son los compuestos químicos aportados por los alimentos que contribuyen a satisfacer las necesidades de materia y energía del organismo o que resultan indispensables para el desarrollo de los procesos metabólicos. A su vez estos se dividen en esenciales y no esenciales. Entre los nutrientes esenciales de naturaleza inorgánica se encuentran los minerales. Los principales alimentos aportadores a la dieta de los nutrientes críticos deben ser los más controlados en cuanto a la incidencia de procesos, nuevos métodos de preservación y nuevas formulaciones, donde se recurre al reemplazo de materias primas tradicionales, con la consiguiente variación en el aporte de nutrientes y/o factores potenciadores o inhibidores de su biodisponibilidad, la que puede verse afectada de forma significativa en el caso de los minerales. La biodisponibilidad se define como la proporción de un nutriente en un alimento, dieta o suplemento dietario que es absorbida y utilizada para las funciones corporales normales del organismo. En el caso de los minerales, la cantidad que está disponible para la absorción, depende de la composición y características físicas de la dieta, del contenido y la especie química del mineral, de la presencia de ligandos promotores o inhibidores de su absorción y de las secreciones gastrointestinales e interacciones luminales que se produzcan como consecuencia de la interrelación de estos factores. El conocimiento de la biodisponibilidad de los minerales es indispensable para establecer las ingestas diarias recomendadas, evaluar la adecuación de la ingesta a las recomendaciones, seleccionar los compuestos más eficaces y establecer pautas para la restauración, fortificación o enriquecimiento de alimentos o dietas. En los países desarrollados las deficiencias de micronutrientes se asocian más a la baja calidad de la dieta que a la concentración de minerales que ingieren, mientras que en las poblaciones de bajos recursos las dietas se caracterizan por tener una baja concentración de minerales esenciales y a su vez una alta concentración de inhibidores de su absorción.

La clave para la prevención a largo plazo de la deficiencia de minerales es incrementar la cantidad que se ingiere y que se absorbe. Para alcanzar este objetivo, las estrategias más comunes son la provisión de alimentos y/o suplementos y la fortificación o enriquecimiento

de alimentos, fundamentalmente con hierro. En nuestro país los hábitos alimentarios varían de acuerdo tanto al nivel socioeconómico como a las costumbres regionales. Asimismo, aparecen carencias específicas de micronutrientes en grupos vulnerables. Estas deficiencias pueden afectar el crecimiento y desarrollo físico y cognitivo de lactantes y niños, y afectar la salud de los adultos.

Es por ello que, para evaluar el aporte de minerales de diferentes alimentos y/o dietas que suelen consumir distintos grupos vulnerables de nuestro país y de ese modo estimar las conductas a tomar para prevenir su déficit, se han planteado, entre otros, los siguientes objetivos:

-Determinar el contenido total y la dializabilidad de hierro, calcio y zinc en alimentos complementarios y dietas destinadas a lactantes y niños de la primera infancia.

-Evaluar en las dietas mencionadas y en alimentos formulados la acción de los inhibidores y promotores de la absorción de minerales.

-Determinar el contenido total y la dializabilidad de hierro, calcio y zinc en matrices alimentarias no tradicionales que pudieran contribuir al aporte de minerales en la dieta de grupos vulnerables de la población.

-Determinar el contenido total y la dializabilidad de hierro, calcio y zinc en alimentos regionales de consumo habitual en el norte de nuestro país.

Se utilizó la técnica de dializabilidad mineral *in vitro*, la cual sirve como método de *screening* para evaluar diferentes alimentos y/o dietas y comparar los efectos de diferentes fuentes de fortificación y de promotores e inhibidores de la absorción. Así, es posible formular alimentos o proponer combinaciones que aporten una mayor proporción de minerales esenciales a las poblaciones vulnerables.

En el presente trabajo se demostró su utilidad para evaluar la acción promotora de los ácidos cítrico y ascórbico tanto en la dializabilidad de hierro como de zinc. Con mayor efectividad quedó demostrado el efecto del Na₂EDTA. También se comprobó la acción inhibitoria de fitatos, polifenoles, calcio y proteínas lácteas sobre la dializabilidad de hierro y zinc. Los oxalatos afectaron la dializabilidad de calcio, hierro y zinc. Entre las fuentes de fortificación de hierro evaluadas, el sulfato ferroso y el bisglicinato férrico mostraron

similar efectividad. Con el NaFeEDTA se obtuvieron valores de dializabilidad hasta 10 veces más elevados, según la matriz.

Una porción de las papillas caseras cubriría entre 10% y 20% de las IDR. En el aporte potencial se observaron diferencias significativas entre ambas dietas, debido a las interacciones que se producían en las diferentes combinaciones estudiadas. En los alimentos complementarios comerciales sería adecuada una reformulación, tanto en relación a la cantidad del mineral agregado como a la fuente elegida.

Entre las matrices alimentarias no convencionales, las harinas de plátano verde y los snacks resultaron pobres aportadores de hierro, zinc y calcio. En las infusiones de yerba mate, a pesar de su elevado contenido de hierro, su absorción sería mínima. Sin embargo, el agregado de ácido ascórbico promovería un importante aumento en su dializabilidad.

En cuanto a los alimentos regionales, una a dos porciones aportarían cantidades importantes de hierro y moderadas de zinc y calcio.

El aporte de fibra de los alimentos estudiados sería moderado o elevado según el grupo considerado.

En conclusión, los resultados obtenidos podrían constituir una base apropiada para formular recomendaciones relativas a las dietas de distintos grupos vulnerables.

Los resultados presentados en esta tesis forman parte de los siguientes trabajos:

Evaluación de la influencia de distintos componentes de la dieta sobre la biodisponibilidad potencial de minerales en alimentos complementarios. Binaghi María J, López Laura B, Ronayne Patricia A, Valencia Mirta E.. Revista Chilena de Nutrición. Volumen 34, N° 1. Marzo 2007.

Biodisponibilidad de hierro en la dieta infantil. Binaghi MJ, Greco CB, López LB, Ronayne de Ferrer PA y Valencia ME. Arch Argent Pediatr 106 (5):387-389. 2008.

Dializabilidad y aporte potencial de hierro y zinc en una dieta para niños, con pan con agregado de diferentes promotores de la absorción con o sin agregado de sulfato ferroso. Binaghi MJ, Cagnasso C, Pellegrino N, Ronayne P, Valencia M. Trabajos del XII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos (editado en CD). ISBN: 978-987-22165-3-5. 2009.

Bioaccesibilidad de minerales en infusiones de yerba mate (*Ilex paraguariensis* St) y en mezclas con leches fortificadas con hierro. Binaghi María J, Pellegrino Nestor R, Valencia Mirta E. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 61 N° 1,. 81-86. 2011.

Disponibilidad potencial in vitro de hierro y zinc en una dieta infantil con pan fortificado con distintas fuentes de hierro o con agregado de promotores de la absorción. Binaghi MJ; Cagnasso CE; Pellegrino NR; Drago SR; Gonzalez, R; Ronayne PA; Valencia ME.. Arch Latinoamer Nutr, vol.61 no.3. pp. 316-322. set. 2011

Aporte y disponibilidad potencial de minerales en preparaciones tradicionales del noroeste argentino. Binaghi María J1; Greco Carola1; Sammartino Gloria V2; Garda Rita2; Pinotti Luisa2; Ronayne Patricia.. Actualización en Nutrición. Vol 13 - N° 2 - pp 90-99. Junio 2012.

Diseño de panes funcionales a base de harinas no tradicionales . Ángela Zuleta (1), María Julieta Binaghi (1), Carola Beatriz Greco (1), Cristina Aguirre (1), Laura De la Casa (1), Carmen Tadini (2), Patricia Ana Ronayne de Ferrer (1). Rev Chil Nutr Vol. 39, N°3, pp 58-64. Septiembre 2012.