

Los sistemas agropecuarios

Qué verde era mi valle

La agricultura es una de las actividades humanas que contribuyen a generar cambios de escala global al modificar el tipo de cobertura y el uso del suelo. Al sustituir bosques por cultivos, por ejemplo, se ve afectada la diversidad biótica por pérdida de especies. Así se modifica la dinámica del carbono (C) de la porción deforestada, con un aumento en la cantidad de C atmosférico por mayores pérdidas y menor incorporación.

La agricultura no solamente contribuye a los cambios globales, también se ve afectada por éstos, al modificarse el régimen de lluvias y por el aumento en la temperatura global.

José Paruelo

Director de la Licenciatura en Ciencias Ambientales. Profesor UBA – Investigador CONICET.

Facultad de Agronomía – CONICET.

Una de las características sobresalientes de buena parte de los problemas ambientales que enfrenta la humanidad durante el presente siglo es su escala global. Así, la alteración de la cubierta vegetal en el Amazonas no es problema que compete a brasileños o peruanos sino a todos los habitantes del planeta. ¿Por qué? En buena medida debido a que todo el planeta está conectado por un medio de mezclado muy rápido: la atmósfera, y a que muchas de las acciones humanas afectan, de manera directa o indirecta, algún componente atmosférico. Algunas de esas modificaciones se producen en componentes atmosféricos cuya vida media es muy baja y sus consecuencias son entonces de menor envergadura y de escala más local. Por ejemplo, la quema de combustibles fósiles en el hemisferio Norte incorpora grandes cantidades de azufre (S) a la atmósfera. Sin embargo, la vida media de la mayor parte de los compuestos de S es de unos pocos días y terminan precipitando, generalmente disueltos en agua de lluvia. Esto tiene una consecuencia ambiental muy seria: la lluvia ácida. Si bien el problema es grave, su escala es a lo sumo regional y los efectos de liberar compuestos de azufre a la atmósfera desaparecen en un plazo relativamente corto. En otros casos las alteraciones afectan componentes cuya vida media es mucho mayor, tal es el caso del dióxido de Carbono (C), de los óxidos de Nitrógeno (N), los clorofluorcarbonados (CFC) o el metano.

Estos gases, al persistir por más tiempo en la atmósfera y gracias al mezclado producto de la circulación general de atmósfera, generan cambios que tienen consecuencias en

sitios distantes de aquellos en donde se generan y son liberados.

Cuando la comunidad científica se refiere a los cambios globales hace referencia a una variedad de modificaciones ambientales y ecológicas cuya extensión es planetaria. El cambio global incluye entonces varias dimensiones: el cambio climático, las modificaciones en la composición atmosférica, la extinción de especies y el cambio en la cobertura y uso del suelo.

La agricultura y los cambios globales

La agricultura es una de las actividades humanas que contribuyen a generar cambios de escala global al modificar el tipo de cobertura y el uso del suelo. Consideremos el caso de la expansión agrícola que está teniendo lugar en el Noroeste argentino asociada a la eliminación de bosques nativos.

Esto trae aparejadas una fragmentación del paisaje natural y una pérdida de hábitat que afectará la diversidad biótica. Adicionalmente se alterará el funcionamiento ecosistémico. Por ejemplo, se modificará la dinámica del carbono de la porción deforestada. Por un lado se libera a la atmósfera buena parte del C acumulado en la biomasa del bosque y por otra se reemplaza el ecosistema nativo por otro con menor ganancia de C. El resultado neto es un aumento en la cantidad de C atmosférico por mayores pérdidas y menor incorporación. En la Caja 1 se resumen algunas evidencias de los cambios en las ganancias de C a nivel continental y las posibles consecuencias de los cambios en el uso del suelo. El cambio en la composición florística y formas de vida dominantes alterará también la dinámica de N del suelo. Las evidencias disponibles muestran que bajo agricultura aumentan las emisiones de gases traza (óxidos de N, metano) con efecto invernadero.

Pero la agricultura no solamente contribuye a los cambios globales, también se ve afectada por éstos. Los cambios climáticos, al modificar la cantidad y distribución de las lluvias, afectarán los rendimientos y, además, la distribución de las áreas agrícolas al aumentar o disminuir la disponibilidad de agua para los cultivos. El aumento en la temperatura modificará por un lado la demanda atmosférica de agua aumentando las pérdidas de agua por transpiración y generando un mayor estrés hídrico. Por otro lado alterará los procesos de desarrollo en especies que requieren acumular horas de frío para florecer (como algunos frutales) o en aquellas en donde el paso de la etapa vegetativa a la reproductiva está asociada a la temperatura (como en muchas plantas anuales).

No sólo los cambios climáticos afectarán a los cultivos. El aumento en la concentración de CO₂ atmosférico generará un efecto de "fertilización" aumentando la tasa de fotosíntesis cuando ésta esté limitada por la difusión del CO₂. Estas circunstancias se verificarán cuando los otros recursos (agua, radiación, nutrientes) no sean limitantes. La mayor concentración de CO₂ permitirá entonces aumentar la fijación de C debido a que la mayor diferencia de presión parcial de este gas entre la atmósfera y la hoja aumentará su flujo hacia la planta. Esto ocurrirá sin que se modifiquen las principales resistencias a ese flujo: el grado de apertura de los estomas de las hojas. Si no se modifica la apertura estomática la cantidad de agua que pierde la hoja no se verá afectada. Al aumentar la fijación de C y mantenerse inalterada la pérdida de agua (Transpiración) el cociente entre ambos flujos, conocido como eficiencia en el uso del agua, aumentará.

En un estudio basado en el uso de modelos de simulación (Paruelo y Sala 1993) se observó que los aumentos de temperatura previstos para mediados del siglo XXI por los Modelos de Circulación General de la atmósfera generarían una reducción en la producción en el cultivo de maíz en la región pampeana, aún cuando se verificara un aumento en las precipitaciones. En este ejercicio el efecto de la fertilización con CO₂ asociado al cambio en la composición atmosférica compensó sólo parcialmente las caídas en el rendimiento.

La reducción en el período de llenado del grano generada por las mayores temperaturas sería la principal causa en la reducción de los rendimientos.

Este tipo de modelos de simulación ayudan a identificar los posibles cambios a nivel de cultivo y sistemas de producción bajo distintos escenarios de cambio global. Más aún, la “experimentación” con modelos permite explorar qué aspecto del funcionamiento del sistema son más vulnerables a los cambios.

¿Cómo hacer frente a los cambios?

La exploración de las posibles consecuencias de los CG es el primer paso de la acción. Por un lado el sistema científico técnico puede proponer posibles mecanismos para reducir emisiones de gases con efecto invernadero. Estas opciones incluyen complicadas estrategias de secuestro, desarrollos de tecnologías limpias, cambios en el manejo y uso de los recursos naturales, promoción de cambios en actitudes individuales o colectivas, entre otros. Aun cuando estos esfuerzos sean muy exitosos la sociedad enfrentará cambios a escala global debido a la inercia del sistema terrestre. Frente a lo inevitable de los cambios la estrategia más razonable parece ser anticiparse a las consecuencias desarrollando medidas o planes de mitigación y/o adaptación a los cambios globales. La descripción de los efectos en el nivel ecosistémico de los cambios que ya están operando (ver Caja 1) y los estudios basados en modelos de simulación son pasos importantes en la generación de estos planes. Por ejemplo, el análisis de simulación comentado más arriba sugiere explorar tanto nuevos manejos agronómicos (por ejemplo con fechas de siembra diferentes), como el desarrollo de nuevos cultivares o híbridos con una sensibilidad diferente a la temperatura como estrategia de mitigación.//

Caja1. Cambios a nivel continental en las ganancias de C. ¿Qué pasa en Sudamérica?

Prácticamente todos los estudios que cuantifican la magnitud y distribución de las ganancias y/o pérdidas se han realizado en el hemisferio Norte. Eso tiene razones prácticas ya que en él se concentra la mayor parte de los investigadores y recursos. La falta de estudios en el hemisferio Sur no sólo restringe la posibilidad de entender el ciclo global de este elemento sino que pone a los países del continente en una situación desventajosa a la hora de negociar acuerdos relacionados con el intercambio de “bonos” de C en caso de entrar en vigencia.

En el Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección de la Facultad de Agronomía (UBA) y del IFEVA (un instituto de la UBA y el CONICET) analizamos cómo variaron las ganancias de C (la productividad primaria neta de los ecosistemas) a lo largo de las últimas dos décadas usando índices derivados de la información registrada por satélites (radiación reflejada en distintas bandas del espectro electromagnético) que muestran una estrecha relación con la fotosíntesis y, consecuentemente, las ganancias de C (Paruelo et

al., 2004). Para porciones de 64 km² del continente Sudamericano (la resolución espacial de las imágenes de satélite) se estimó la tendencia de las ganancias de C a lo largo del período estudiado. Esta tendencia puede ser positiva (aumentaron las ganancias de C a lo largo del tiempo), negativa (disminuyeron las ganancias de C a lo largo del tiempo) o nula (no se observó una tendencia, sólo variaciones interanuales).

Al representar las tendencias positivas en azul y las negativas en rojo se observan algunos patrones claros (Figura 1). Primero, la superficie en azul es mayor a la roja. Un 12,5% del continente experimentó aumentos en las ganancias de C mientras que sólo el 3,7% experimentó una reducción. Estos aumentos ocurrieron fundamentalmente en bosques tropicales. Segundo, los puntos azules y los rojos se agrupan formando manchas bien definidas y cuyos bordes coinciden con límites políticos y biogeográficos.

Por ejemplo, en el extremo este de Paraguay se observa una reducción en las ganancias de Carbono (Figura 1). La “mancha roja” se interrumpe de manera abrupta en el límite con Brasil y Argentina. La expansión de la soja y la deforestación asociada, que tuvo lugar durante los 90 en Paraguay explican esas diferencias (Figura 1). En Brasil ese proceso tuvo lugar con anterioridad al período analizado.

Estos análisis indican entonces aumentos promedios de 0.12 y 0.26 Pg C en 19 años. Considerando que la productividad primaria neta de Sudamérica sería de 9.4 Pg (Pg = 10¹⁵ g) el aumento representa cambios de 1,2% a 2,55% durante el período.

Estos valores deben ser comparados con las tasas de emisión continentales, por ejemplo la deforestación de los trópicos americanos libera anualmente entre 0.55 y 0.94 Pg. Las emisiones provenientes de combustibles fósiles para Latinoamérica para 1990 se estimaron en 0.264 Pg C.año⁻¹. El aumento en las ganancias de C habría compensado entre un 2 y un 5% las emisiones provenientes de combustibles fósiles.

¿Qué factores determinan los patrones espaciales observados?

Más de un factor podría explicar estos aumentos. Por un lado, la fertilización con CO₂, el aumento en la concentración de este gas en la atmósfera determina aumentos de las ganancias globales de C de entre 0.004 y 0.04 Pg C por cada parte por millón de aumento de CO₂. Por otro lado, los aumentos globales de la temperatura y en el largo de la estación de crecimiento aumentan el período fotosintético de muchos biomas limitados por temperaturas bajas (por ejemplo, los bosques caducifolios en Patagonia). Cambios en la precipitación observados en muchas áreas (por ejemplo, en la región pampeana) también estarían detrás de estos cambios. Los resultados destacan la importancia de otra dimensión importante del cambio global, el cambio en el uso de la tierra (el caso citado del este de Paraguay o del NOA en Argentina y S de Bolivia).

Leyenda Figura

Cambios en las ganancias de C en el continente sudamericano. En rojo se indican las áreas en donde las ganancias de C disminuyeron y en azul aquellas en las que aumentaron durante el período 1981-2000. Las áreas blancas no experimentaron cambios. El mapa pequeño muestra la distribución de biomas en Sudamérica: desiertos (De), estepas arbustivas (SS), estepas gramíneas (GS), praderas (Pr), humedales (We), sabanas (Sa), bosques templados secos (DteF), bosques templados húmedos (HteF), bosques tropicales secos (DtrF), bosques tropicales húmedos (HtrF) y selvas (RF). Las fotos de la derecha muestran el área de “Triple Frontera” entre Paraguay, Argentina y Brasil. En ella se observa la profunda transformación (deforestación y expansión de la agricultura) en territorio paraguayo entre 1973 y 2003. El área deforestada se corresponde

con la mancha roja indicada con un círculo.

Bibliografía

Paruelo, J. M. y O. E. Sala. 1993. "Effect of global change on maize production in the Argentinean Pampas". *Climate Research* 3:161-167.

Paruelo, J. M., Garbulsky, M. F., Guerschman, J. P. and Jobbágy, E.G., 2004: "Two decades of NDVI in South America: identifying the imprint of global changes". *International Journal of Remote Sensing* 25: 2793 – 2806.
