



**Agro y Ambiente:  
una agenda compartida  
para el desarrollo sustentable**

**Noviembre 2008**



**FORO DE LA CADENA  
AGROINDUSTRIAL ARGENTINA**

## ENTIDADES QUE CONFORMAN EL FORO DE LA CADENA AGROINDUSTRIAL ARGENTINA

Asociación de Bancos Privados de Capital Argentino (ADEBA)  
 Asociación de Cámaras de Tecnología Agropecuaria (ACTA)  
 Asociación de Productores Exportadores Argentinos (APEA)  
 Asociación de Semilleros Argentinos (ASA)  
 Bolsa de Cereales  
 Bolsa de Cereales de Córdoba y Cámara de Cereales y Afines de Córdoba. Tribunal Arbitral  
 Bolsa de Cereales de Entre Ríos  
 Bolsa de Cereales, Oleaginosos, Frutos y Productos de Bahía Blanca  
 Bolsa de Comercio de Rosario  
 Bolsa de Comercio de Santa Fe  
 Cámara Algodonera Argentina  
 Cámara Argentina de Consignatarios de Ganado  
 Cámara Argentina de la Industria de Productos Veterinarios (CAPROVE)  
 Cámara Argentina de Productores Avícolas (CAPIA)  
 Cámara Argentina de Fabricantes de Maquinarias Agrícolas (CAFMA)  
 Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina (CIARA)  
 Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos (CIAFA)  
 Cámara de Legumbres de la República Argentina (CLERA)  
 Cámara de Puertos Privados Comerciales (CPPC)  
 Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE)  
 Cámara de Semillistas de la Bolsa de Cereales (CSBC)  
 Cámara Industrial de Aceites Vegetales de Córdoba  
 Centro Azucarero Argentino  
 Centro de Consignatarios de Productos del País (CCPP)  
 Centro de Consignatarios Directos de Hacienda (CCDH)  
 Centro de Corredores de Cereales de Rosario  
 Centro de Corredores y Agentes de la Bolsa de Cereales  
 Centro de Corredores, Comisionistas y Consignatarios de Cereales y Oleaginosos de Santa Fe  
 Centro de Empresas Procesadoras Avícolas (CEPA)  
 Centros de Exportadores de Cereales (CEC)  
 Confederaciones Rurales Argentinas (CRA)  
 Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios (COPAL)  
 Federación Argentina de Entidades Empresarias de Autotransporte de Carga (FADEEAC)  
 Federación Argentina de la Industria Molinera (FAIM)  
 Federación Argentina del Citrus (Federcitrus)  
 Federación de Centros y Entidades Gremiales de Acopiadores de Cereales  
 Sociedad Rural Argentina (SRA)

La Declaración de Principios completa del Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina se encuentra disponible en [www.foroagroindustrial.org.ar](http://www.foroagroindustrial.org.ar)



## QUIÉNES SOMOS

La cadena agroindustrial argentina aglutina a la fuerza productiva más importante de país. Juntos, sus distintos “eslabones” representan:

- El 36% de todos los empleos.**
- El 45% del valor agregado por la producción de bienes.**
- El 56% de las exportaciones argentinas.**

El Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina es una alianza estratégica integrada por 40 entidades representativas de productores agropecuarios, proveedores de insumos, equipos y servicios, comercializadores internos y exportadores de granos y carnes, y empresarios de la industria de alimentos y transporte.

En cumplimiento con su declaración de principios, y ante la necesidad de compatibilizar la producción agrícola con la preservación de los recursos naturales en el contexto de una demanda mundial creciente de alimentos y otros productos agroindustriales, el Foro edita el séptimo trabajo: “Agro y ambiente: una agenda compartida para el desarrollo sustentable”. Este ejemplar, de los 1.500 editados, es una síntesis del documento elaborado. La versión completa se encuentra disponible en [www.foroagroindustrial.org.ar](http://www.foroagroindustrial.org.ar).

En el mismo se analizan los posibles impactos que los cambios climáticos, físicos y biológicos, han generado sobre la cadena agroalimentaria, así como los beneficios derivados esperables de un manejo eficiente y sustentable de los recursos ambientales.

Los grandes temas desarrollados como guía son:

1. Efectos del cambio climático sobre la costa y el mar argentino y su posible impacto sobre la agricultura y el uso del suelo, y las distintas alternativas forestales para mitigar este fenómeno global.
2. Consecuencias de la intensificación de la agricultura, su expansión hacia nuevas áreas y su impacto sobre la vegetación, el suelo, la funcionalidad de los ecosistemas y la oferta de servicios ecosistémicos.
3. Medidas técnicas, sociales y legales recomendables para mitigar los posibles efectos negativos de esta transformación.

Al mismo tiempo, el documento procura dar respuesta al interrogante sobre el beneficio económico que puede derivarse de un manejo eficiente y sustentable del ambiente físico y biológico, a través las buenas prácticas agrícolas y forestales.

El Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina ha impulsado la confección de este documento con la convicción de que constituirá un valioso aporte para enriquecer un debate, absolutamente necesario, de cara al futuro ya que nuestro país requiere de políticas de consenso y de articulación público-privada que promueva el desarrollo sustentable en sus tres vertientes: productiva, ambiental y social.



# Agro y Ambiente: una agenda compartida para el desarrollo sustentable\*

**Noviembre 2008**

Otto T. Solbrig y Jorge Adámoli (Coordinadores)

Vicente Barros, Marcelo Cabido, Rubén Ginzburg, Jorge Ingaramo, Pablo Laclau,  
Santiago Lorenzatti, Alberto Piola, Carlos Reboratti, Guillermo Sarmiento, Tomás Schlichter,  
Enrique Schnack, Sebastián Torrella, Ernesto Viglizzo.

## RESÚMEN EJECUTIVO

Versión completa disponible en [www.foroagroindustrial.org.ar](http://www.foroagroindustrial.org.ar)

*\* La presente publicación constituye la opinión de sus autores en los temas tratados y no necesariamente coincide con la de las entidades que integran el Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina.*



## INDICE

- 5**    **Introducción**
- 5        Importancia de los recursos naturales en la economía argentina
- 7**    **El cambio climático y su efecto sobre la costa y el mar argentino**
- 9        Disponibilidad de recursos hídricos en la Cuenca del Plata, en Cuyo y en Comahue
- 10       Efecto sobre los ríos patagónicos
- 10       Cambios en la precipitación y riesgo de inundaciones
- 11       Cambio en el nivel del mar y efecto sobre las costas
- 13**   **Efectos sobre los ecosistemas terrestres**
- 13       El efecto del cambio climático y del impacto de la intensificación de la agricultura sobre los ecosistemas nacionales
- 16**   **La expansión e intensificación de las actividades agropecuarias y su impacto ambiental**
- 16       Desarrollo de la agricultura pampeana y su impacto económico y social
- 16       La expansión de la frontera agrícola en la región chaqueña
- 19       La expansión de la soja y su impacto social
- 22       Impacto ambiental de las prácticas agrícolas
- 24**   **Estrategias para enfrentar los impactos de la agricultura**
- 24       La forestación y reforestación
- 27       Las Buenas Prácticas Agrícolas
- 27       La siembra directa
- 29       La rotación de cultivos
- 30       Manejo integrado de plagas
- 30       El manejo racional de la nutrición vegetal y la fertilización edáfica
- 30       Fertilización y riesgo de contaminación de napas
- 30       El uso de indicadores de gestión productiva y ambiental
- 32**   **Ordenamiento Territorial**



## INTRODUCCIÓN

El impacto del ser humano sobre el ambiente y de éste sobre la sociedad es un tema que ha atraído la atención de pensadores desde la época clásica al estar íntimamente entrelazado con conceptos religiosos y filosóficos. Sin embargo, muchas nociones que se barajan, están reñidas con la realidad científica y llevan a numerosas personas a adoptar posiciones sectarizadas que impiden un buen manejo del ambiente como en el caso de las controversias que existen en nuestro seno con relación al cultivo de soja, al uso de agroquímicos, o a las fábricas de celulosa. Estos procesos resultan generalmente en una parálisis productiva en la que, a la vez que se impiden iniciativas que podrían contribuir al desarrollo de la economía, no generan alternativa alguna para evitar el deterioro del ambiente.

En este trabajo presentamos un bosquejo del posible impacto que los cambios climáticos, físicos y biológicos que se vienen sucediendo en la Argentina pueden ejercer sobre la cadena agroalimentaria, y el beneficio que ésta puede recibir por un manejo eficiente y sustentable del ambiente. En él aplicamos los más recientes conocimientos científicos para evaluar objetivamente el impacto del ser humano sobre los sistemas productivos agropecuarios y forestales y proponer y promover las buenas prácticas agrícolas y forestales.

Tres grandes temas han servido de guía en este trabajo:

1. Efectos del Cambio Climático sobre la costa y el mar argentino y su posible impacto sobre la agricultura y el uso del suelo, así como, distintas alternativas de las plantaciones forestales para mitigar este fenómeno global;
2. Consecuencias de la intensificación de la agricultura, su expansión hacia nuevas áreas y su impacto sobre la vegetación, el suelo, la funcionalidad de los ecosistemas y la oferta de servicios ecosistémicos;
3. Medidas técnicas, sociales y legales recomendables para mitigar los impactos negativos de esta transformación. Finalmente en el trabajo también nos preguntamos cual es el beneficio económico que la cadena puede derivar de un manejo eficiente y sustentable del ambiente físico y biológico.

### Importancia de los recursos naturales en la economía argentina

La Argentina posee una economía desarrollada y diversa con un ingreso medio por persona de alrededor de U\$S 6.500 lo

que la coloca entre los países medios altos de acuerdo al Banco Mundial. La fuente principal de riqueza del país a lo largo de su historia ha sido la extracción y elaboración de recursos naturales basada en el desarrollo agropecuario. La dependencia de la economía del uso de recursos naturales hace imperativo que se ponga especial atención a las interacciones entre el hombre y la naturaleza. El mercado exterior, y también el creciente mercado interno, están exigiendo pruebas de que en la elaboración de productos se ha tomado en cuenta el impacto sobre el medio natural.

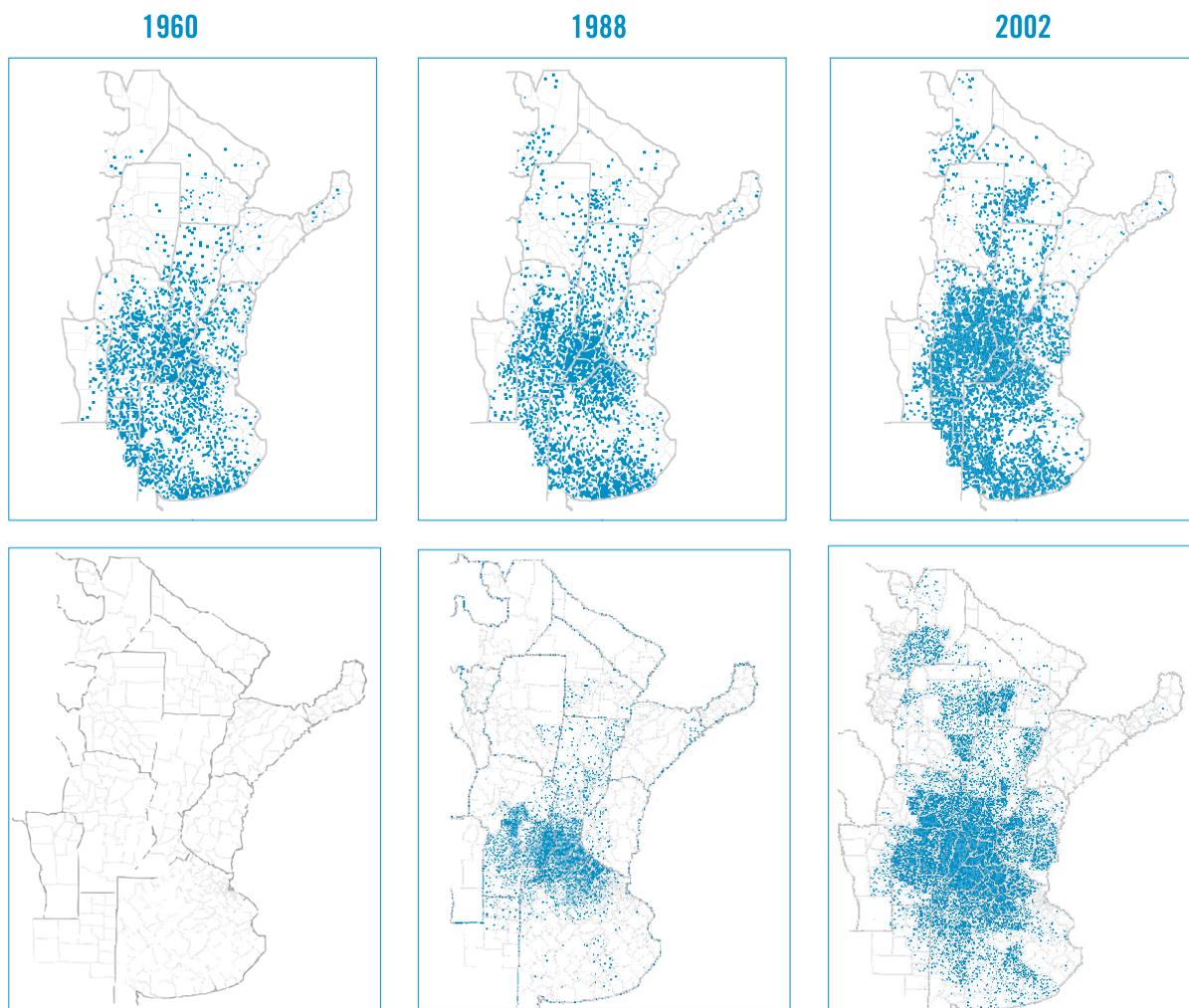
La economía argentina ha soportado una serie de vaivenes en su historia, pero la importancia de la agricultura y la ganadería e industrias derivadas se sigue manteniendo. La superficie agrícola se ha expandido, tanto en la Pampa Húmeda, como en otras regiones del país. Entre 1961 y 2007, la superficie bajo cultivos anuales o permanentes se incrementó de 19,5 millones de hectáreas a más de 30 millones, es decir un incremento superior a diez millones de ha (50%) y el proceso de expansión continúa hasta nuestros días. También aumentó la superficie dedicada a forrajeras permanentes y a plantaciones forestales, al igual que la de riego, que actualmente se aproxima a 1,7 millones de ha. (Figura 1). El avance de la frontera agrícola se ha efectuado principalmente sobre ecosistemas naturales, como los pocos relictos de campos altos en la Pampa Húmeda, los bosques de caldén y de algarrobo del semiárido pampeano o de quebracho en Santiago del Estero, los bosques húmedos chaqueños en Santa Fe, Chaco y Formosa, el parque mesopotámico, la selva misionera y las selvas de piedemonte en Tucumán y Salta. Estos años han visto también un enorme crecimiento en la productividad agropecuaria y de la cadena agroindustrial que ha generado una enorme oferta de bienes transables pero que también ha tenido un impacto considerable sobre los recursos naturales.

El 67 % del producto de la cadena agroindustrial se consume internamente y un 33% se exporta. Las actividades productivas generadas por la cadena representan aproximadamente el 56% de las exportaciones y el 15% de las importaciones, generando divisas por U\$S 20.000 millones anuales.

La demanda interna y externa van a determinar en cierta medida el impacto ambiental de la cadena agroindustrial, ya que una demanda en aumento va a poner presión sobre tierras vírgenes -sobre todo boscosas- y a su vez el tipo



Figura 1



Evolución de la superficie de cultivos anuales (arriba, 1 punto = 3000 has) y de soja (abajo, 1 punto = 380 has) en la baja Cuenca Del Plata durante 1960-2002.

Fuente: Carreño y Viglizzo, 2007.

de productos demandados por el mercado va a incidir en el comportamiento de la industria desde un punto de vista ambiental. El sector externo, que desempeña un papel importante en el desarrollo de la cadena agroindustrial, está demandando no sólo productos sino también sistemas de producción compatibles con un ambiente sustentable.

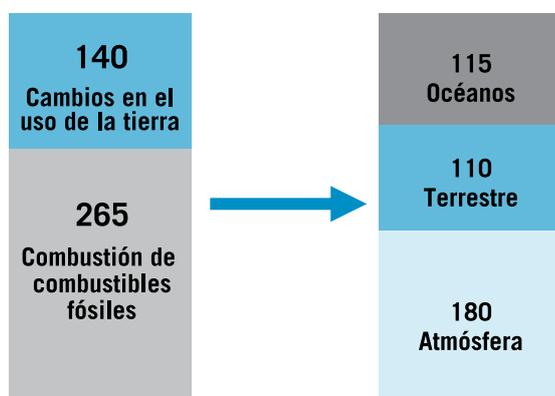
Un factor relativamente nuevo es el cambio del clima mundial como resultado del calentamiento de la atmósfera debido al aumento de los gases con efecto invernadero (principalmente dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, óxido nitroso N<sub>2</sub>O, y metano CH<sub>4</sub>). Si bien la mayoría de estas emisiones que se producen en

los países desarrollados del hemisferio norte y en la China se deben a actividades industriales y al transporte, la agricultura, la forestación y la ganadería son importantes contribuyentes al calentamiento de la atmósfera aportando entre 30 y 40% de gases con efecto invernadero a través de las labores, el uso de fertilizantes y la producción de metano por el ganado vacuno (Figura 2).

En relación al uso de recursos naturales existen tres filosofías básicas: el bio-centrismo (los humanos como otra especie más, no tiene derechos especiales sobre los recursos), el antropocentrismo (el ambiente existe solamente



Figura 2



Cantidad de CO<sub>2</sub> producida por cambios en el uso de la tierra y por combustibles fósiles desde 1800 y destino.

Fuente: IPCC 2007.

para servir las necesidades materiales de los humanos) y la sustentabilidad (desalienta las “acciones que, si se continúan de manera indefinida, conducirán a la destrucción de los seres humanos y del medio ambiente”).

En el otro extremo del antropocentrismo, la visión eco-céntrica, exige del sistema económico “hacer menos con menos”, no crecer en lo posible, y por el contrario, alcanzar un estado estacionario (*steady-state economy*), en tanto se reduce a cero la tasa de crecimiento de la población. La posición intermedia es la del desarrollo sustentable y la manera de alcanzarlo. El desarrollo sustentable significa que el sistema económico se reproduzca y crezca a partir del mantenimiento y/o aumento del stock de capital agregado, generación tras generación.

## EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO SOBRE LA COSTA Y EL MAR ARGENTINO

Si los escenarios climáticos pronosticados para este siglo resultaran ciertos serían muy preocupantes para la Argentina, donde el clima es uno de sus más importantes activos físicos. Según estos escenarios, el aumento de temperatura abarcará todo el territorio, pero será más intenso en el norte del país donde podría superar los 3° C hacia fines del siglo. Los aumentos serían menores hacia el sur, pero aún en la Patagonia, superarían ampliamente un grado, los que sumados al calentamiento ya producido durante el siglo XX continuarían impulsando el retroceso generalizado de los glaciares (Figura 3). El aumento de la temperatura afectaría los recursos hídricos, la precipitación y la intensidad de las tormentas con destrucción de infraestructura. Asimismo se producirían efectos sobre la agricultura, la ganadería y los ecosistemas naturales incluyendo las costas, aunque en éstas los mayores impactos son generados por las actividades humanas.

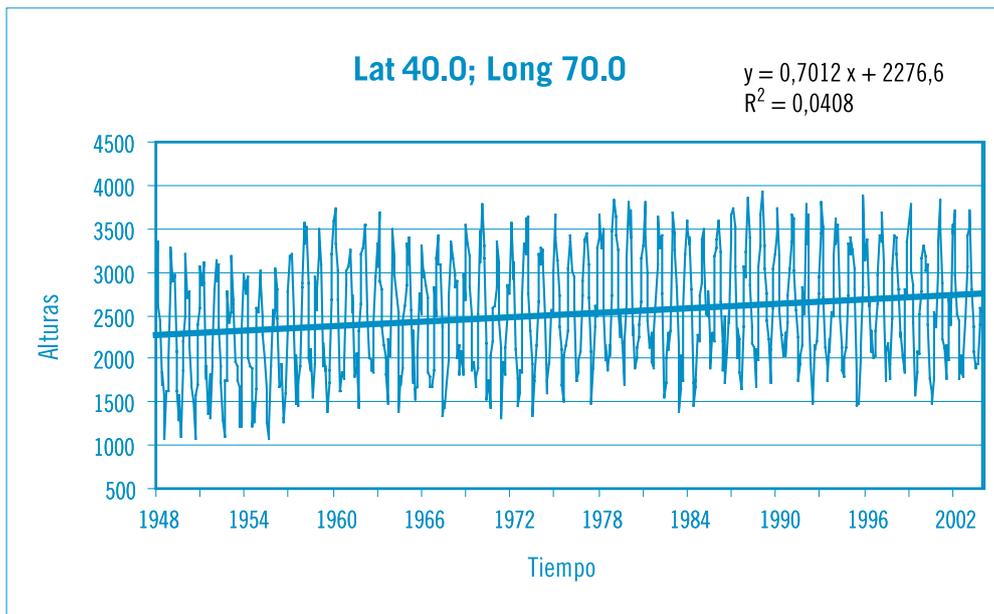
De acuerdo a las predicciones, en el Norte y Centro del país, debido a las mayores temperaturas, podría aumentar considerablemente la evaporación y como no se prevén grandes cambios en la precipitación, es posible que se

vaya hacia mayor aridez, revirtiéndose la tendencia opuesta de las últimas décadas. Este aspecto es de particular relevancia ante el actual avance de la frontera agropecuaria en el norte del país con la consiguiente destrucción de los bosques y la pérdida de la cubierta vegetal del suelo que podría conducir a un proceso de desertificación. Para estas zonas el Informe 2007 del IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change) muestra que el promedio de varios modelos climáticos indica un modesto aumento en las precipitaciones hacia fin de siglo, aunque algunos modelos proyectan por el contrario modestas reducciones. Asimismo, los mapas del IPCC muestran un ascenso de temperatura para mediados de siglo (Figura 4).

Hay que tener en cuenta que en el análisis del cambio climático se utiliza una escala temporal diferente a la que usualmente se encuentra en la economía y la política: mientras en el primer caso se habla de escenarios futuros medidos en decenas de años, en los otros casos (y especialmente en la agricultura) los horizontes temporales no van más allá de dos o tres años, lo que genera una evidente tensión entre las dos perspectivas.



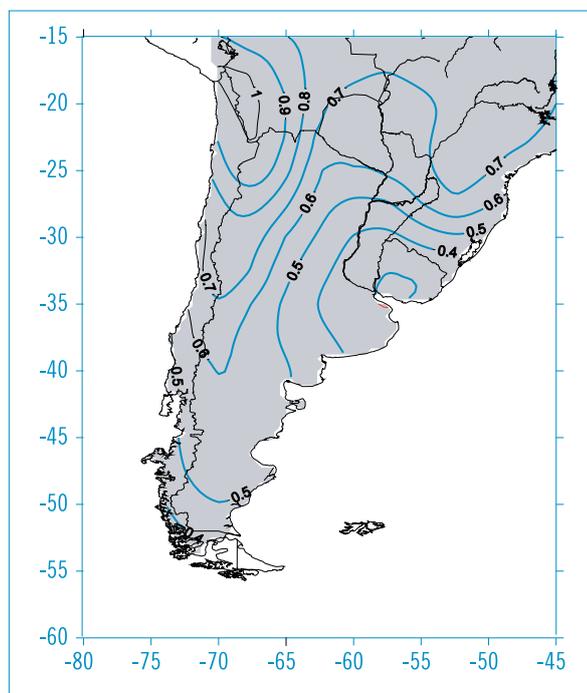
Figura 3



Tendencia de la altura de la isoterma cero en 40° Sur; 70° Oeste, para el período 1948 - 2002

Fuente: Fernández, 2006.

Figura 4



Cambio de la temperatura media anual (° C) para el período 2020-40 respecto de 1991-2000 para el escenario A1b derivado de un ensamble de 14 MCGs (Versión 2006). Las áreas sombreadas son significativas al 5%.

Gentileza de I. Camilloni 2007.

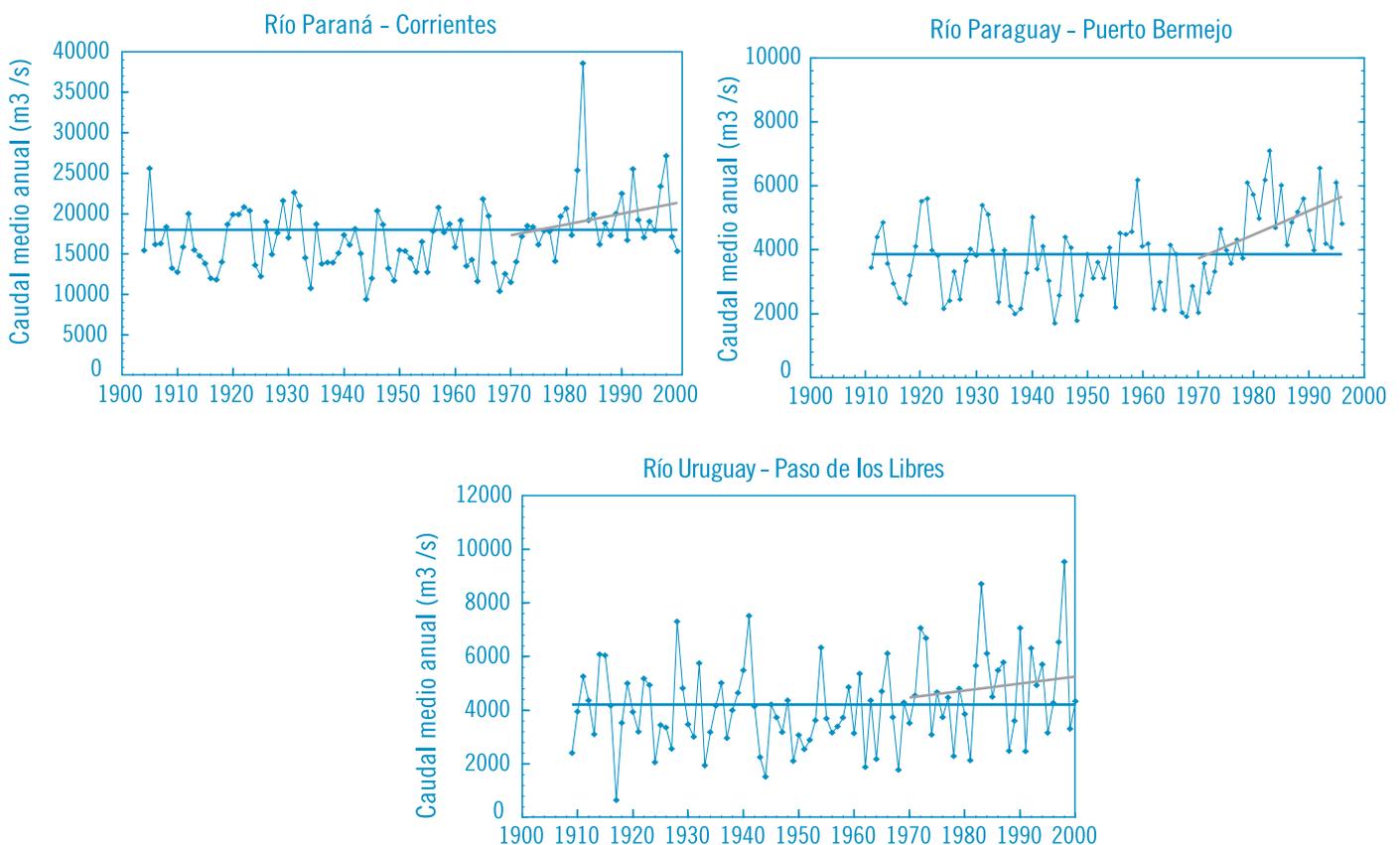


## Disponibilidad de recursos hídricos en la Cuenca del Plata, en Cuyo y en Comahue

Las respuestas hidrológicas con respecto a la variabilidad climática, las tendencias de la precipitación (Figura 5) y de los caudales durante las últimas décadas y los escenarios del clima para el resto del siglo crean dudas sobre la disponibilidad de los actuales recursos hídricos de la Cuenca del Plata en las próximas décadas. Hay por lo menos tres razones para ello; la primera es que el porcentaje de cambio en los caudales se amplifica con respecto a los respectivos cambios en la precipitación o en la evaporación. Esta es una característica intrínseca de la Cuenca del Plata que depende de sus condiciones fisiográficas y de su clima e implica que cambios relativamente moderados en la precipitación o en la evaporación, no compensados entre sí, generan grandes cambios en los caudales, lo que hace que las actividades dependientes del agua tengan una alta vulnerabilidad potencial al Cambio Climático. La segunda razón es que en los últimos 30-40 años, los aumentos en

la precipitación y en los caudales fueron muy importantes. Aunque aún no se sabe con certeza si estos aumentos se relacionan o no con el Cambio Climático global, su ocurrencia en tiempos recientes indica que podrían presentarse cambios semejantes en el futuro cercano, con el mismo u opuesto sentido al recientemente observado. Una tercera y mayor fuente de preocupación es que los más recientes escenarios climáticos proyectan cambios importantes de la temperatura sobre la mayor parte de la Cuenca del Plata. Estos cambios vinculados con las emisiones de gases invernadero serían de cerca de 2° C en los próximos 50 años en la región donde se genera la mayor parte de los caudales de la Cuenca del Plata. Este aumento podría llevar a una mayor tasa de evaporación, produciendo reducciones considerables en los caudales de hasta el 30 %. Estos cambios en la hidrología de la Cuenca del Plata tendrían impactos considerables en la economía y la vida de la región. En particular, se vería reducida la generación de energía hidroeléctrica, no sólo a nivel nacional sino regional. Otros usos del agua y de los ríos, como la navegación y el

Figura 5



Caudales medios anuales (m<sup>3</sup>/s) en estaciones de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay. Promedios para el período informado (línea celeste) y tendencia lineal a partir de 1970 (línea gris).



suministro de agua potable de algunas localidades, se verían igualmente comprometidos. El agua también podría tornarse escasa porque aumenta su consumo para uso rural, industrial y urbano.

Para Cuyo y Comahue, los diferentes escenarios climáticos muestran bastante concordancia entre sí, indicando un descenso de las precipitaciones sobre la cordillera de los Andes y la zona vecina de Chile para el resto del siglo. Estas tendencias decrecientes se vienen ya registrando desde comienzos del siglo XX. Además, los escenarios indican un calentamiento hacia 2020/2040 mayor a 1° C en Cuyo y algo menos en Comahue, con el consiguiente aumento de la demanda de agua de riego debida a la mayor evapotranspiración de los cultivos. De acuerdo con estos escenarios climáticos y sin una política de adaptación, el actual sistema de producción agrícola de Cuyo, basado en el riego con el agua superficial o subterránea que proviene de la Cordillera, se tornará vulnerable y cada vez más próximo a ser inviable en pocas décadas.

En los valles del Comahue los caudales de los ríos seguirían decreciendo y reduciendo la generación de energía eléctrica. Esta última, que es actualmente el 26 % de la generación hidroeléctrica nacional, ya es menor en un 40 % a la que se produciría si los ríos del Comahue hubieran mantenido los caudales de la década de 1940.

### Efecto sobre los ríos patagónicos

A pesar de la probable reducción de los caudales de los ríos, el uso consuntivo del agua en Comahue y el norte de la Patagonia para riego y uso urbano e industrial no se verían afectados significativamente en la primera mitad del siglo. En el caso de los valles del río Negro, este uso es menor a 80 m<sup>3</sup>/s y el presente caudal es del orden de 1000 m<sup>3</sup>/s. Por lo tanto, aún si se regara toda la superficie del valle con potencial agrícola (esto es triplicando el área actual), con una mayor evapotranspiración y con un caudal reducido en un 30 %, no se estaría en una situación crítica. Estos mismos cambios pueden llegar al límite del uso del recurso en el caso de los ríos Colorado y Chubut, pero es poco probable que ello ocurra en la primera mitad de este siglo.

Durante la primera mitad del presente siglo no se esperan reducciones de los caudales en los ríos de Chubut y Santa Cruz que nacen en la cordillera de los Andes, porque si bien las precipitaciones sobre la cordillera se seguirán reduciendo, tal como parece haber estado ocurriendo durante la segunda mitad del siglo XX, ello se estaría compensando con la pérdida de masa de los glaciares, proceso que seguiría durante el resto del siglo XXI. Excepto por la recesión de lo

glaciares, desde el punto de vista del desarrollo regional, este panorama es favorable. Al respecto cabe recordar que debido a la extrema aridez de la región, el agua, que sólo se puede obtener en cantidad y calidad adecuada a partir de los ríos de origen andino, es el principal factor limitante del desarrollo.

### Cambios en la precipitación y riesgo de inundaciones

En el Este y el Centro de la Argentina, hay evidencias de cambios en las frecuencias de las precipitaciones extremas durante las últimas décadas. En esa región, el número de casos con precipitaciones mayores a 150 y 200 mm durante el período 1983-2002 es aproximadamente tres veces mayor que en el período 1959-1978. Este es un fenómeno observado en muchos lugares de la Tierra, y además esperable en un contexto de calentamiento global. Esta mayor frecuencia de precipitaciones extremas, que muy probablemente continuarán, es la causa de inundaciones locales que causan pérdidas de vidas y estragos económicos y sociales como ha ocurrido en el Oeste de la provincia de Buenos Aires, Sur de Santa Fe, delta bonaerense y entrerriano, y en diversas ciudades del litoral fluvial como Santa Fe y Resistencia que albergan concentraciones urbanas, complejos industriales, actividades agrícolas y áreas protegidas. Las inundaciones también afectarían a la ganadería en las áreas costeras de la pampa deprimida.

El principal factor de erosión e inundación son las ondas de tormenta extratropicales ("sudestadas") que se originan en el Atlántico Sur y se producen frecuentemente a lo largo del año, con aumentos significativos en el nivel de las aguas acompañados por fuertes vientos provenientes del cuadrante sudeste. Cuando las aguas alcanzan niveles elevados los pobladores deben ser evacuados (Figura 6).

Las inundaciones se producen básicamente por el desarrollo de intensos sistemas de baja presión hacia el norte o noreste del estuario del Plata, los que están acompañados de fuertes vientos del sudeste sobre el mismo y que en algunos casos se ven reforzados por la presencia de un anticiclón al sur del estuario. El aumento del nivel del mar y por consiguiente del Río de la Plata que se anticipa a raíz del cambio climático aumentará la frecuencia y duración de las inundaciones costeras por las ondas de tormenta y eventualmente podría superar las defensas costeras.

Algunos sectores del Gran Buenos Aires son severamente afectados con niveles del agua superiores a 2,80 m (referidos al cero del Riachuelo) y serían completamente inundados si el nivel del agua alcanzara los 3,50 m.



**Figura 6**


Fotografía de la tormenta del 21 de marzo de 2001. Ondas de tormenta sobre el muro costero y el camino en Punta Lara, Provincia de Buenos Aires.

Foto: gentileza del Diario El Día, La Plata.

### Cambio en el nivel del mar y efecto sobre las costas

Un efecto del calentamiento global es el aumento en el nivel del mar. El nivel medio del mar ascendió durante el siglo pasado a un ritmo de entre 1 y 2 mm/año. Estos valores son coincidentes con los determinados en los mareógrafos más representativos de la Argentina. Dentro de los escenarios de aceleración del aumento del nivel del mar propuestos por el IPCC, adoptando un valor de 0,50 m para el siglo actual, se puede estimar que los efectos se verificarán en distintos ambientes con magnitudes variables (Figura 7).

*Costas arenosas*, principalmente aquéllas situadas en las zonas de mayor intervención humana. Debido a que en las últimas décadas estas costas han experimentado un incremento en la presión antrópica motivada por la ocupación turística y la demanda de infraestructura y servicios asociada, se han hecho cada vez más vulnerables ante los factores de cambio, tanto naturales como antropogénicos. La contribución del cambio climático exacerbará efectos erosivos ya existentes.

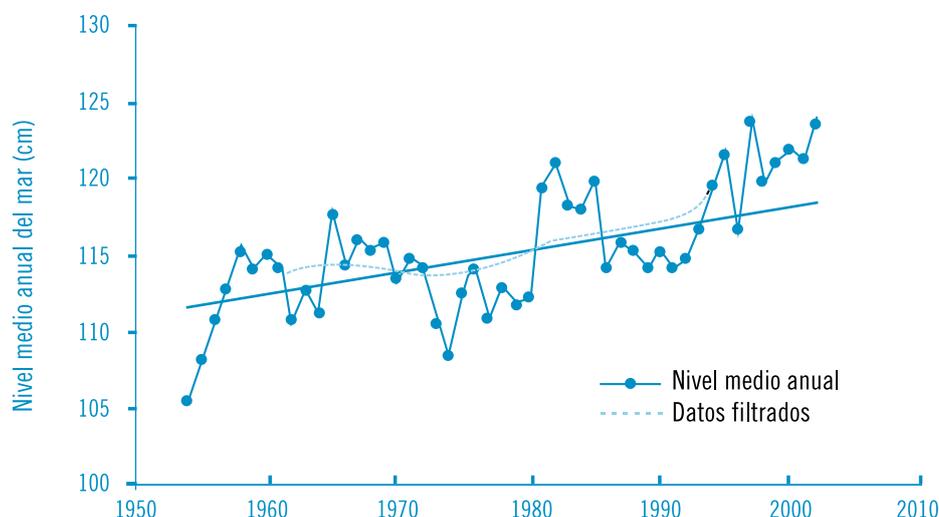
Tradicionalmente, la respuesta ante los fenómenos de erosión o inundación consistió en obras de defensa (muros, espigones, rompeolas, entre otras), el relleno artificial de playas, el control de médanos, reservorios de agua potable en las costas arenosas, medidas de manejo, o soluciones mixtas.

*Costas rocosas*, con presencia de acantilados y restingas, que presentan procesos erosivos naturales y antrópicos, tanto en la costa bonaerense como en la patagónica cuya conservación presenta algunas limitaciones, considerando que la falta de suficientes acumulaciones de arena favorece el alcance de las olas sobre el pie de los acantilados. Muchas de estas costas contienen un valor estético significativo, por lo cual es desaconsejable el emplazamiento de estructuras de defensa intrusivas en el paisaje costero.

En todas las tipologías costeras existen distintos tipos de áreas protegidas, de carácter municipal, provincial y nacional, con planes de manejo específicos. La Bahía de Samborombón es una Reserva Natural Integral y sitio RAMSAR (El Convenio de Ramsar, o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de



Figura 7



Regresión lineal calculada a partir de datos filtrados de niveles medios absolutos anuales en Mar del Plata, período 1954-2002, indicando un incremento de  $1,4 \pm 0,01$  mm/año.

Fuente: Pousa et al., 2006.

Aves Acuáticas, fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975).

La zona inferior del Delta del Paraná se encuentra protegida como Reserva de la Biósfera. La laguna Mar Chiquita y Bahía San Blas-Bahía Anegada son Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Buenos Aires. Monte León, en la Provincia de Santa Cruz es el único Parque Nacional Costero de la Argentina.

En las zonas sometidas a mayor presión humana, especialmente las más urbanizadas, industriales y portuarias o destinadas al turismo, se están generando -y en algunos casos aplicando- iniciativas orientadas al “manejo integrado de la zona costera”, que involucra acciones interactivas entre los componentes naturales y socio-económicos, en concordancia con las tendencias mundiales. Estas acciones son generalmente de carácter provincial, con la participación de los municipios y de la comunidad. Aunque en estas áreas la acción directa del hombre es de mayor incidencia, al menos en una proyección de algunas décadas, deben tenerse en cuenta los escenarios futuros en el contexto del cambio climático, incluyendo el abordaje de buenas prácticas, ambientalmente compatibles con el desarrollo.

En el ámbito marino, los escenarios climáticos futuros predicen el aumento de la temperatura superficial en la mayor parte

del globo. El aumento de la temperatura superficial puede conducir al aumento de la estratificación vertical, el mayor aislamiento entre la capa superior y las sub-superficiales ricas en nutrientes y, consecuentemente, la disminución de la productividad biológica. Cerca de las áreas costeras de la plataforma austral, donde la mezcla vertical que promueve el enriquecimiento de nutrientes de la capa superior está ligada a la acción de la marea, es improbable que aún en un escenario de aguas superficiales más cálidas, se altere significativamente el aporte de nutrientes desde la capa profunda. Los cambios en el suministro de nutrientes a la capa superior son importantes pues modulan la abundancia del fitoplancton, e, indirectamente, pueden influir sobre el desarrollo de otras especies marinas y las pesquerías. La mezcla vertical que favorece el intercambio entre la capa superficial y la profunda también depende de la intensidad del viento. Los escenarios climáticos no presentan una tendencia definida en el patrón e intensidad de vientos en la superficie del mar, aunque la mayoría de los modelos sugiere un desplazamiento hacia el sur de las áreas de máxima actividad ciclónica y del anticiclón del Atlántico Sur, con un probable impacto en la circulación oceánica sobre la plataforma y las Corrientes de Brasil y Malvinas. Existen iniciativas que proponen una gestión sustentable de los recursos del Mar Argentino sobre la base de la investigación científica y la participación de organizaciones civiles (Ej. Proyecto Modelo del Mar).



## EFFECTOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES

Los cambios en temperatura y precipitación y la intensificación de procesos meteorológicos afectarán tanto a los ecosistemas naturales como a las áreas cultivadas. Estos efectos se verán multiplicados por la expansión e intensificación de la agricultura, ganadería y forestación y su avance sobre tierras prístinas o menos transformadas que está ocurriendo, con la consiguiente contribución de la actividad agropecuaria en la generación de gases invernadero. Una de las manifestaciones más evidentes de las actividades humanas sobre la biosfera es la conversión de paisajes naturales en ecosistemas intensamente manejados para agricultura, pasturas, y plantaciones forestales. La expansión e intensificación de la agricultura durante los últimos 50 años no registra precedentes en la historia de la humanidad.

Algunas de sus consecuencias son la pérdida de hábitat, la alteración de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y la disminución de la capacidad de los ecosistemas naturales para continuar proveyendo servicios (regulación del clima, calidad del aire y del agua, fertilidad de los suelos, etc.) y recursos valiosos (alimento, fibras, agua dulce, productos forestales, etc.).

Entre 1960 y 2000 la población mundial se duplicó hasta alcanzar los 6.000 millones de habitantes y la economía global creció 6 veces; en ese contexto, la agricultura realizó un aporte fundamental satisfaciendo las demandas de alimento de una población en rápido crecimiento. Aun cuando la agricultura moderna ha sido exitosa en incrementar la producción de alimentos y fibras, los cambios en el uso de la tierra han desencadenado problemas ambientales a diferentes escalas.

Cerca del 40 % de la superficie libre de hielos del planeta está actualmente bajo agricultura, producto de la conversión de bosques, sabanas y pastizales naturales. Muchas de estas regiones tienen serios problemas de erosión, muestran pérdida de fertilidad o están sobrepastoreadas. Los cambios en el uso de la tierra pueden también alterar los climas regionales a través de diversos efectos como cambios en la radiación y en el balance de agua. Por ejemplo, la deforestación a gran escala de bosques tropicales puede originar un clima más cálido y seco, mientras el clareo de bosques templados y boreales puede producir un enfriamiento por aumento del albedo.

Investigaciones realizadas en las últimas décadas han

aportado evidencias del efecto de los cambios en la cobertura de la superficie terrestre sobre el incremento del carbono atmosférico y, consecuentemente, sobre el sistema climático global. Tan sólo el reemplazo de bosques tropicales por cultivos es responsable del 12 al 26% del total de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Además, la fijación de nitrógeno a través de la producción de fertilizantes actualmente iguala, o hasta excede, la fijación biológica natural, lo que incrementa la emisión de N<sub>2</sub>O, un gas con más efecto invernadero que el CO<sub>2</sub> (la tasa del efecto CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O depende del tiempo considerado, pues el tiempo de residencia del N<sub>2</sub>O en la atmósfera es muy largo comparado con el del CO<sub>2</sub>).

Ver [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg1/248.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/248.htm).

### El efecto del cambio climático y del impacto de la intensificación de la agricultura sobre los ecosistemas nacionales

El proceso de conversión de ecosistemas naturales y semi-naturales en tierras agrícolas está concentrado en seis ecorregiones: las Selvas de las Yungas y Paranaense, el Chaco Seco, el Chaco Húmedo, el Espinal y la Pampa (Figura 8). En las ecorregiones restantes la agricultura está muy localizada en bolsones de riego (por ej. los "oasis" de riego del Monte, algunos valles patagónicos), o bien se trata de agricultura y plantaciones de subsistencia, fuertemente limitadas por las condiciones climáticas y edáficas predominantes.

En la ecorregión de las Yungas la expansión de la agricultura ha afectado el 90% de los bosques y selvas pedemontanas. Inicialmente, la conversión de los bosques pedemontanos se debió a la irrupción de la caña de azúcar, pero a partir de los 80' el proceso de transformación se aceleró de la mano de la soja, a una tasa de 10.000 hectáreas de Selva Pedemontana transformadas por año.

La Selva Paranaense forma parte del Bosque Atlántico Sudamericano, identificado en los informes de la ONG Conservation International como una de las veinticinco "zonas calientes" de biodiversidad del Planeta. En la Argentina aun persisten 1.123.000 hectáreas de bosques en esta ecorregión. La expansión de la agricultura se ha identificado como la principal amenaza para la fragmentación y pérdida de hábitats en la Selva Paranaense; los principales cultivos anuales incluyen caña de azúcar, maíz, trigo, soja, algodón,



tabaco, y perennes como café, yerba mate, té y forestales introducidas como pinos y eucaliptos.

En la ecorregión del Chaco Seco (o Semiárido) un conjunto de factores concurrentes (demandas y precios del mercado internacional, paquetes tecnológicos, incremento en las precipitaciones en algunos sectores, etc.) han contribuido a un avance notable de la frontera agrícola durante la segunda mitad del siglo pasado. Durante los últimos 20 años este fenómeno ha ocasionado la pérdida de bosques maduros y secundarios en las provincias de Córdoba, Santiago del Estero, Tucumán, Salta, Chaco y Formosa.

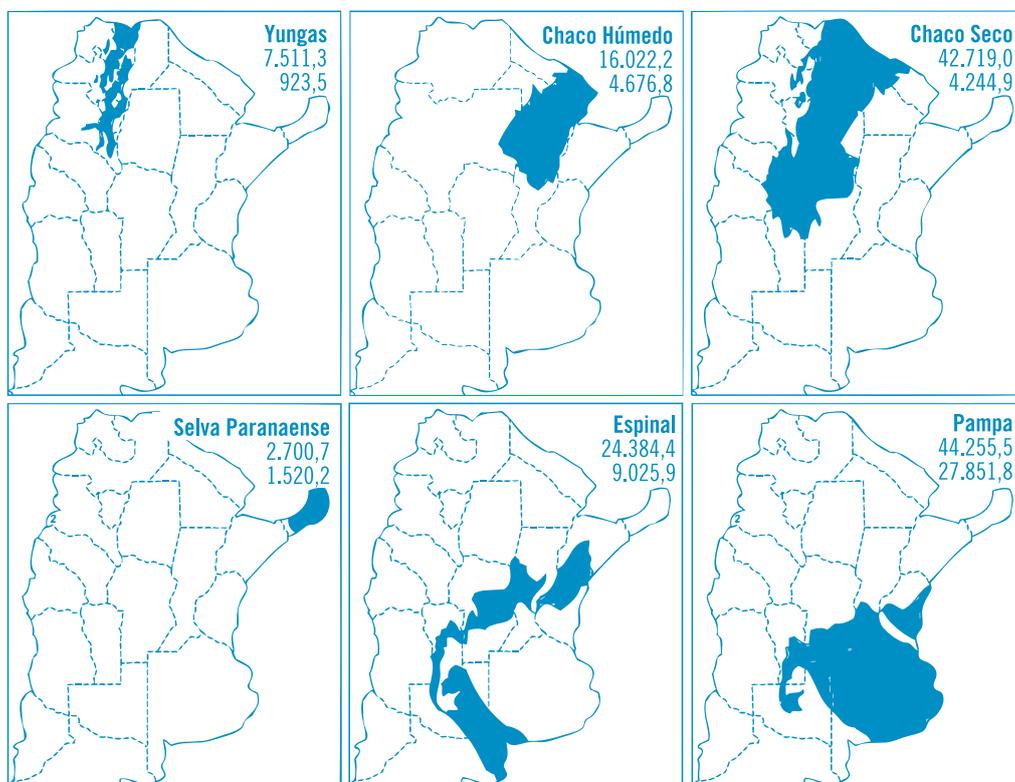
El desarrollo agrícola-ganadero del Chaco Húmedo registra patrones similares a los de toda la región chaqueña. La ganadería fue una actividad de escaso impacto hasta finales del siglo XIX, y recién a partir de principios del 1900, con las corrientes colonizadoras del sur y la expansión de la red ferroviaria, alcanzó un desarrollo que produjo modificaciones

importantes en los ecosistemas naturales. La agricultura se inició en el Chaco Húmedo hacia finales de 1800 y, al igual que en algunos sectores del Chaco Semiárido, se expandió durante las primeras décadas del siglo XX, hasta ocupar en los últimos años casi toda la superficie de tierras no inundables de la ecorregión.

El Espinal Periestépico, prácticamente ha desaparecido por la expansión de la agricultura desde la Pampa especialmente en las provincias de Córdoba y Santa Fe. Los escasos relictos existentes en la actualidad en Córdoba, están siendo fragmentados de manera creciente en una matriz de cultivos anuales. También la agricultura puede vincularse a procesos de invasiones por especies leñosas exóticas; los escasos fragmentos existentes en algunos distritos como el Santafidense y el Entrerriense se observan invadidos por leñosas introducidas.

La ecorregión de la Pampa es quizás la más profundamente transformada. A partir de la colonización, los herbívoros

Figura 8



Ecorregiones de la República Argentina con potencialidad agrícola (x 1.000 ha) y superficie afectada por conversión de hábitats.

Fuente: elaborado a partir de datos en Brown y Pacheco (2006).

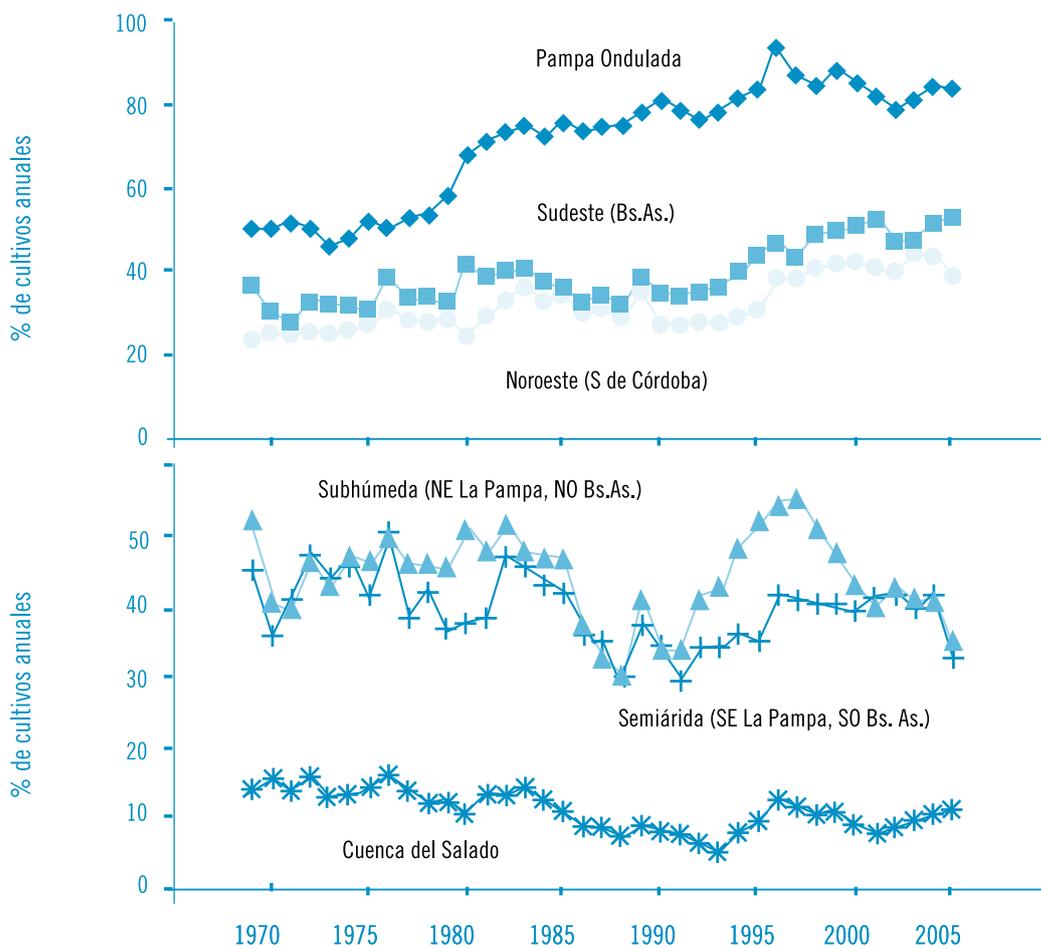


nativos (venados, ñandúes y en algunas áreas guanacos), fueron reemplazados por herbívoros exóticos (mular, caballar, vacuno y ovino). El fuego, utilizado por los aborígenes para diversos objetivos (caza, comunicación, etc.) fue adoptado para el manejo ganadero, y los extensos y altos pajonales existentes antes de la colonización fueron convertidos a pastizales de pastos bajos. Así, a lo largo del siglo XIX y principios del XX la mayor parte de los pajonales originales fueron reemplazados por tierras agrícolas, y los sitios con limitaciones edáficas (por salinidad, alcalinidad, o anegamiento), como la Pampa Inundable, se transformaron en pastizales bajos, dedicados a la producción de carne. Estos procesos estuvieron acompañados por pérdida de biodiversidad y una restricción de plantas perennes y fauna nativa a relictos y refugios. Esta etapa estuvo caracterizada

también por la entrada de especies exóticas, principalmente del Mediterráneo, adaptadas a condiciones de suelos con laboreo. Mientras la ganadería fue el factor predominante hasta fines del siglo XIX, a partir de entonces la ganadería y la agricultura han co-evolucionado en la región.

A diferencia de lo ocurrido en el Chaco o en los Bosques Pedemontanos de las Yungas, donde la conversión a cultivos anuales involucró la pérdida de bosques, en la Pampa la última expansión de la agricultura no se hizo sobre vegetación natural, sino principalmente sobre alfalfa y otras forrajeras. Actualmente, la proporción de cobertura original en la Pampa varía regionalmente, seguramente en relación con las condiciones edáficas y topográficas que limitan la agricultura.

Figura 9



Porcentaje del área cosechada con cultivos anuales en seis zonas de la pradera pampeana durante el período 1969-2005.



## LA EXPANSIÓN E INTENSIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS Y SU IMPACTO AMBIENTAL

### Desarrollo de la agricultura pampeana y su impacto económico y social

Durante la primera mitad del siglo XX, la agricultura de granos tuvo una importante expansión territorial y co-evolucionó con la ganadería dentro de un modelo integrado de rotación de cultivos y pasturas. Pero durante la década de 1990 y comienzos del siglo XXI, ambas actividades se tornaron más intensivas y tendieron, en el área más productiva de la región pampeana, a desacoplarse funcionalmente con administraciones a menudo independientes (Figura 9). Dentro de esos planteos productivos más intensivos y especializados, la soja ganó gran cobertura geográfica en relación con otros cultivos tradicionales como el maíz, el sorgo y el girasol. Este cambio en las tendencias temporales y patrones espaciales disparó consecuencias sociales, económicas y ambientales (Figura 10).

Los profundos cambios generados por las nuevas formas de producción del campo argentino, han generado migración de la población rural dispersa hacia los centros urbanos. Una de las razones es la fuerte presencia de los contratistas rurales que alquilan tierras y llegan con su gente a trabajar. Sin embargo, esa pérdida fue compensada favorablemente a través de empleos que se multiplicaron en varios eslabones de la cadena agroindustrial donde quehaceres vinculados con la agricultura aumentaron. En lo económico, la agricultura contribuyó a incrementar el ingreso en las áreas rurales y centros urbanos, y a generar excedentes exportables que motorizaron la economía argentina. Desde el punto de vista ambiental algunos indicadores (como el consumo de energía fósil, el balance mineral, la materia orgánica de los suelos y la emisión de gases invernadero) resultaron afectados negativamente tanto por la expansión geográfica como por la intensificación de la agricultura. Asimismo, en áreas naturales de bosques y pastizales, la expansión de la frontera agrícola connotó una pérdida considerable de servicios ecológicos esenciales (Figura 11 y Capítulo 8).

### La expansión de la frontera agrícola en la región chaqueña

Uno de los más importantes problemas ambientales generados por las actividades agrícolas es el avance de las fronteras agrícolas, ya que implica la sustitución de la vegetación original y su reemplazo con cultivos (Figura 12).

El primer gran proceso de expansión fue el que dio lugar a la ocupación productiva de la región pampeana en el siglo pasado. Varias economías regionales también expandieron sus fronteras agrícolas en el siglo pasado apoyadas en el riego, sustituyendo diversos ecosistemas de desierto por cultivos, como en Mendoza y San Juan, el Valle del Río Negro o los Valles Calchaquíes. El actual proceso de expansión agropecuaria se expresa en varios frentes que afectan a las selvas misioneras, a las áreas pedemontanas de las Yungas, al pastizal pampeano semiárido, o a algunos sectores de la transición entre la estepa patagónica y los bosques andinos. Pero sin dudas, el mayor proceso de expansión (en torno del 90 % de la superficie total), se manifiesta en la región chaqueña, pero no en forma uniforme, sino concentrado en dos fajas transicionales: la mayor en la transición entre el Chaco Húmedo y el Semiárido, y la menor en la transición entre el Chaco Semiárido y las Yungas.

La Región Chaqueña ha tenido un papel importante en el crecimiento de la producción agrícola, aumentando su participación en el total nacional debido a la gran cantidad de superficie que ha sido incorporada a la producción. La contracara de este aumento en las áreas cultivadas es la sustitución de ambientes naturales, que constituye el principal problema ambiental que afecta a la región en la actualidad.

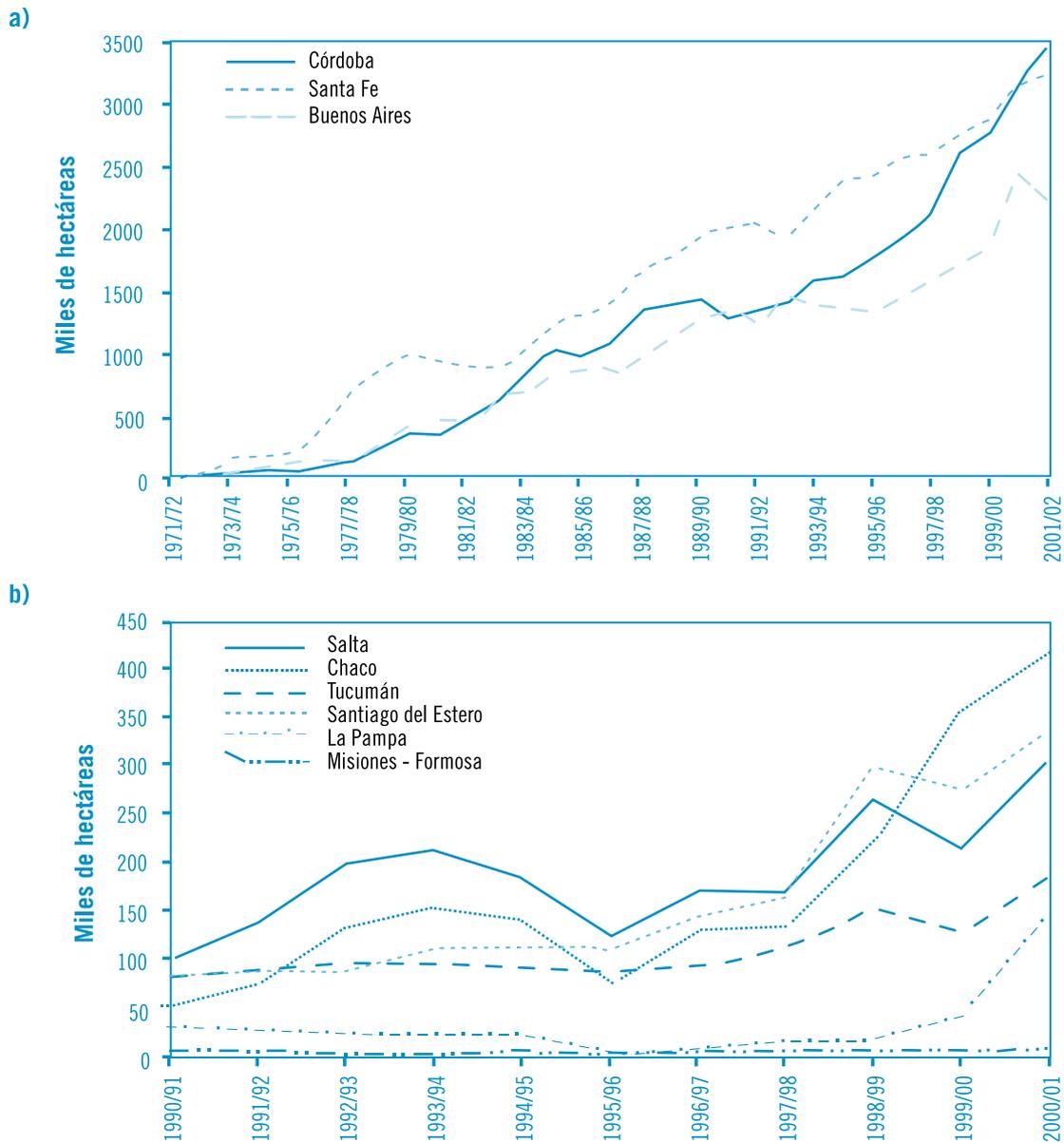
Desde 1992, a la fecha, se han sustituido 2.800.000 hectáreas de ambientes naturales por agroecosistemas, lo que significa que la superficie total de ambientes modificados prácticamente se ha duplicado, alcanzando las 5.876.000 hectáreas.

Estas superficies están fuertemente concentradas en dos grandes zonas, el Chaco Subhúmedo Central y el Subhúmedo Occidental, lo que ha afectado dos ecosistemas importantes: el "Bosque de Tres Quebrachos" y los bosques de la transición Chaco-Yungas, respectivamente. Dentro de estas dos zonas, se advierte que las tasas de sustitución de ambientes han aumentado en el período 2002-2008 (Figura 13).

El impacto sobre estos ecosistemas no es solamente su eliminación, sino que, además, la superficie remanente sufre un proceso progresivo de fragmentación, que lo deteriora como hábitat porque afecta a la biodiversidad al provocar un corte o discontinuidad en la conectividad del ambiente



Figura 10



Evolución de la superficie sembrada con soja en a) provincias pampeanas y b) extrapampeanas (se incluye aquí a la provincia de La Pampa).

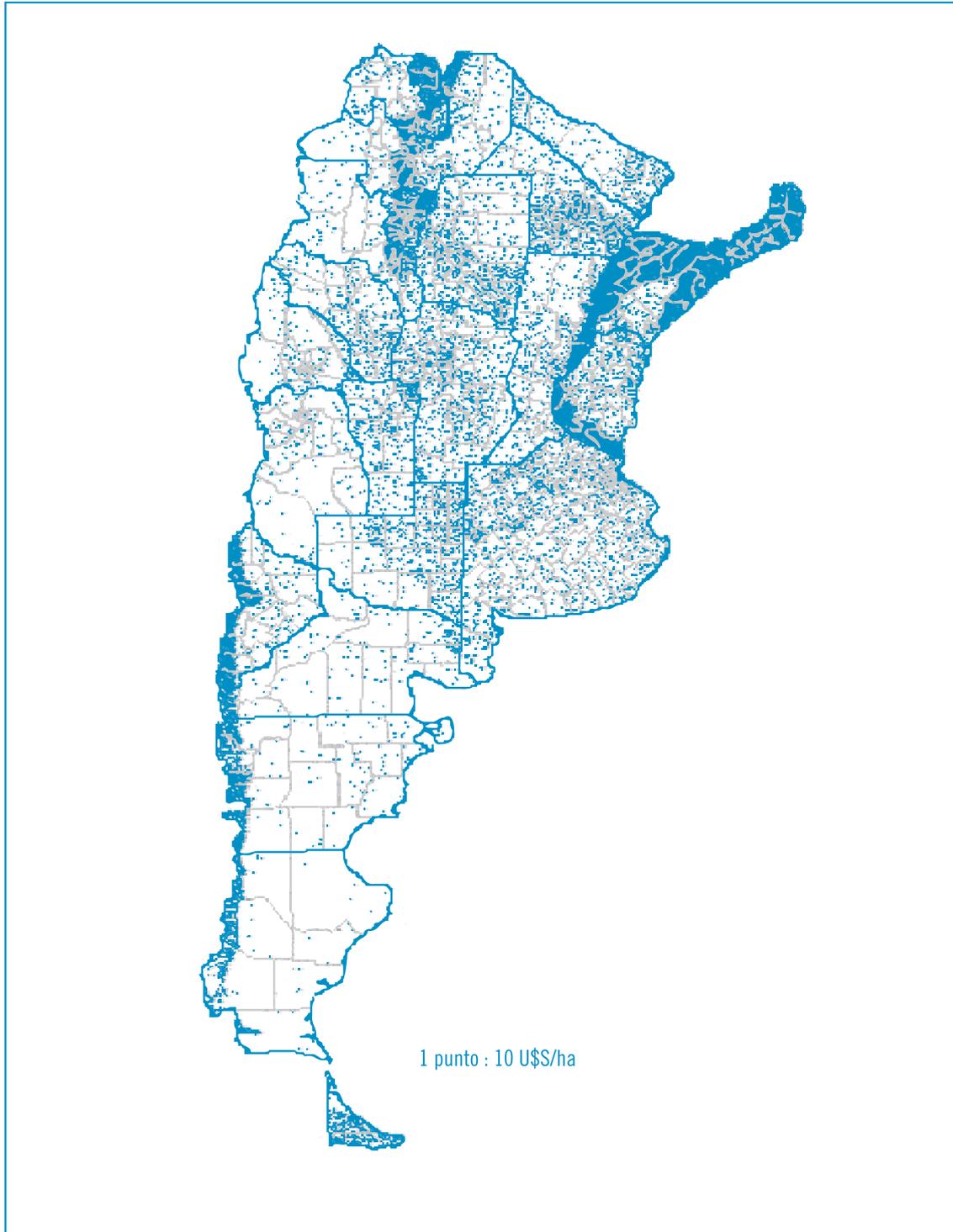
Fuente: SAGyP.

natural, que en algunos casos puede llevar a un aislamiento para ciertas especies. Esta pérdida de conectividad reduce el intercambio genético entre individuos, lo que a su vez pone en serio riesgo la persistencia futura para muchas especies, incrementando aún más los efectos ya mencionados por la pérdida de superficie (Figura 14).

El escenario planteado pone en evidencia que es imprescindible la implementación de un programa de ordenamiento territorial a escala regional. Desde el punto de vista ambiental, es necesario señalar que hay serios riesgos de desertificación, así como de que desaparezcan los remanentes de bosques del Chaco Húmedo, de los bosques de la transición entre el



Figura 11

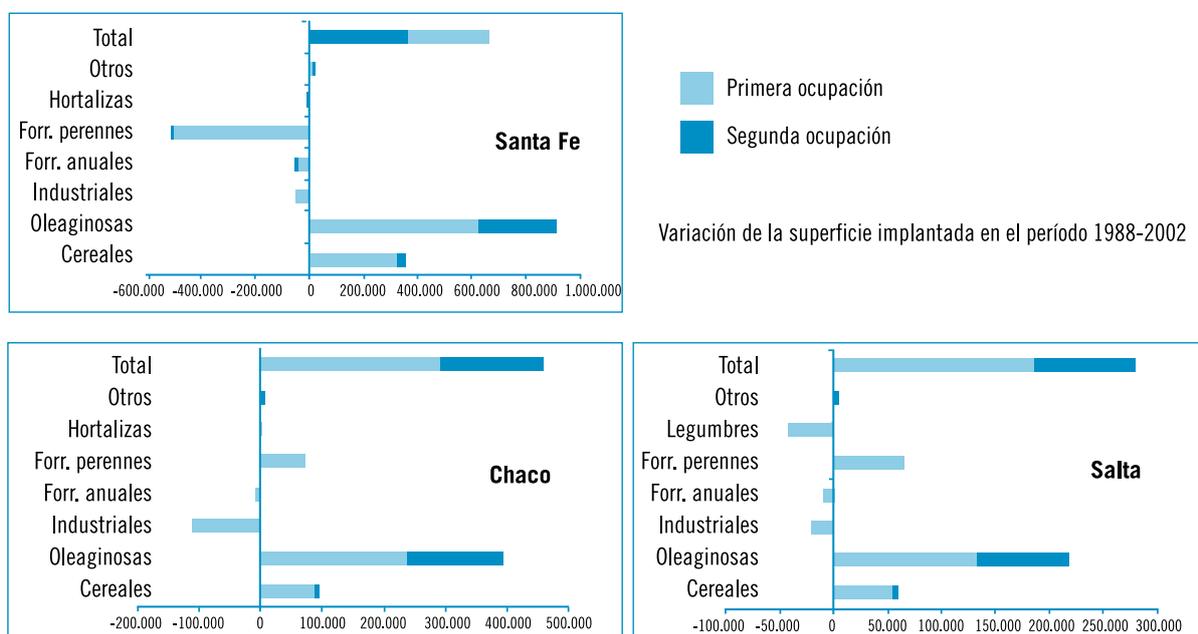


Eco-regiones del país y cálculo del valor promedio (1937-1960-1988-2002) de servicios ecológicos en el territorio argentino de acuerdo a valores estimados por Costanza et al. (1997).

Fuente: Carreño y Viglizzo 2007.



Figura 12



Variación en la superficie implantada (hectáreas) por tipo de cultivo y ocupación, 1988-2002, para las Provincias de Santa Fe, Chaco y Salta.

Chaco y la Yungas y del Quebrachal de tres quebrachos, que ya han sufrido una reducción muy drástica en su superficie y conectividad. Pero también es necesario que se prevea y regule la expansión de aquí en adelante, de forma de establecer prioridades ambientales, garantizando la conservación y la conectividad de los elementos más relevantes o amenazados, así como también el cumplimiento de los servicios ecológicos que prestan estos ambientes (Figura 15).

### La expansión de la soja y su impacto social

Sin duda, el cultivo que dinamizó la expansión agrícola de los últimos treinta años es la soja. Este cultivo se ha expandido reemplazando sólo en parte a otros cultivos y fundamentalmente a la ganadería extensiva. Esto hizo aumentar el precio de la tierra al cambiar su potencialidad productiva, lo que generó un corrimiento hacia tierras más baratas en todas las provincias del norte. Esta expansión marcó la existencia de tres escenarios totalmente diferentes para la producción sojera, con características sociales y ambientales distintas.

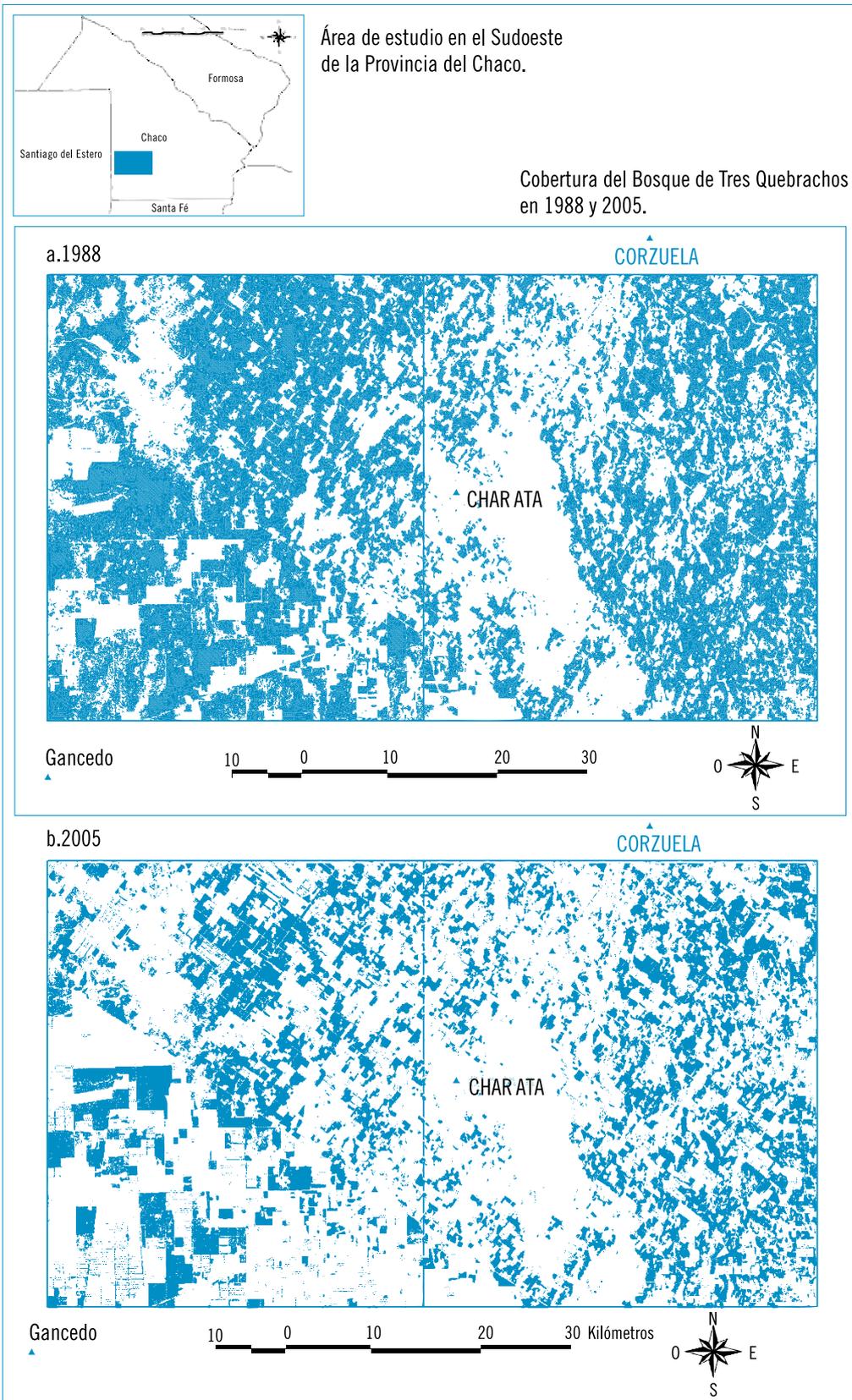
En la región pampeana el aumento de la producción sojera fue parte de un proceso de agriculturización, un aumento relativo de las superficies agrícolas con respecto a las ganaderas.

Con el aumento del precio internacional, los productores que se dedicaban a la soja vieron crecer significativamente sus ganancias, lo que significó un aumento de la actividad económica general de la región. Por otra parte, dado el altísimo precio alcanzado por la tierra, los productores pequeños que optaban por arrendar sus campos volcaban esa renta en sus actividades urbanas. Esto, sumado al incremento de las actividades del resto de los eslabones de la cadena productiva (insumos, transporte, servicios) generó una fuerte vitalidad en las ciudades pequeñas y medianas, que vieron aumentar la inversión inmobiliaria, crecer y modernizarse los servicios y el comercio, mejorar las comunicaciones y el transporte y aumentar las fuentes de trabajo.

Se ha generado una discusión alrededor del tema del impacto de la soja y su relación con el mercado de trabajo. Por un lado, la característica de alta modernización tecnológica de ese cultivo hace que en la producción agrícola directa se emplee relativamente poca mano de obra, lo que no está compensado por el empleo generado por los contratistas, por lo general de alta calificación y volatilidad geográfica. Pero por otra parte, la cadena productiva de la soja es muy compleja y se extiende mucho más allá de la propia producción en el campo, por lo cual su poder de empleo podría ser mucho mayor, para algunos casi duplicando el empleo directo en el campo.



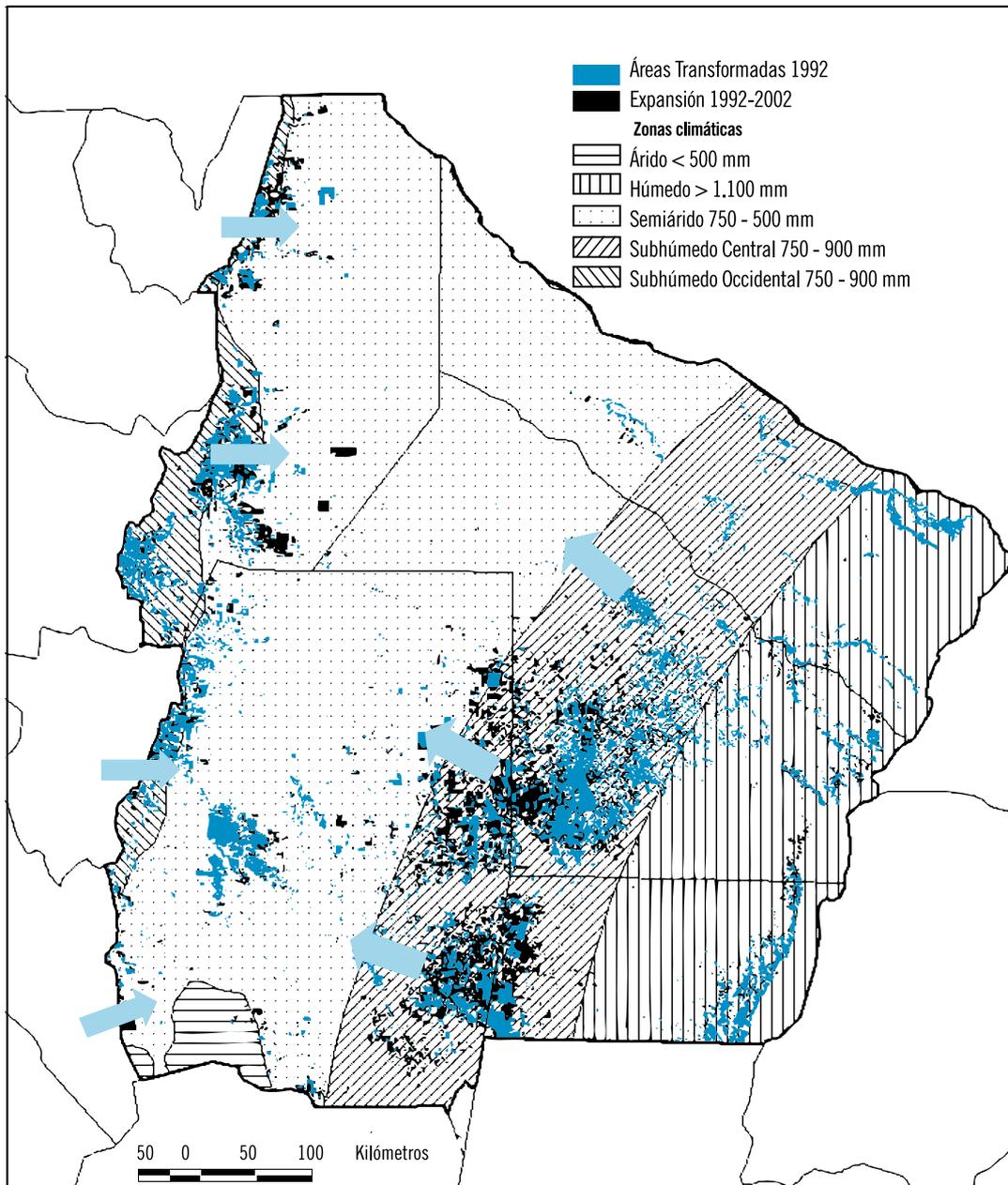
Figura 13



Cobertura del Bosque de Tres Quebrachos en el área de estudio en los cortes temporales: a. 1988; y b. 2005. Se divide el área en dos, este y oeste (línea), para un análisis posterior de los distintos factores que afectaron a cada zona.



Figura 14



Expansión agrícola actual y la proyectada al año 2020. Las flechas ilustran la presión que sufrirán las fajas de contacto entre el Semiárido y el Subhúmedo Occidental y Central, respectivamente, debido al avance de la frontera agropecuaria. El mayor grosor de las flechas en el Semiárido-Subhúmedo Central es representativo de la mayor expansión estimada para dicha faja, en donde existe una mayor disponibilidad de tierras con potencial agrícola.

La situación cambia cuando hablamos de la expansión sojera hacia el norte. Esta tuvo dos direcciones diferentes. Se introdujo en el sector central del Chaco y el noreste de Santiago del Estero, desplazando al algodón y ocupando tierras boscosas dedicadas a la explotación ganadera. Si bien el impacto

ambiental fue evidente, aquí también hay controversias acerca de su influencia sobre la sociedad y la población.

La producción algodonera había sido muy oscilante, con frecuentes crisis de precio que se superponían a un acelerado



proceso de minifundización, que terminaba indefectiblemente en la emigración de los que menos podían soportar la crisis, esto es, los pequeños productores. La expansión sojera, entonces, se realizó sobre una región en crisis casi estructural. Pero eso no significa que produjo directamente la expulsión de los pequeños productores, ya que éstos por tener predios pequeños, con tierras muy agotadas por el monocultivo y la pobre tecnología de producción, quedaron fuera del circuito de las tierras más buscadas por los productores sojeros dado que estos se dirigieron preferentemente a los medianos y grandes productores dispuestos a obtener inéditas ganancias con el arriendo y la venta de su campos. No se puede decir que la soja haya producido desocupación, pero sí que no ha servido como amortiguador de la crisis laboral generada por el algodón.

Por otra parte, se repite en el Chaco la situación de la región pampeana: una fuerte reducción de la población rural dispersa y una tendencia opuesta en las localidades del área sojera, como Charata, Las Breñas o Gral. Pinedo. Las similitudes entre los procesos del Chaco y la región pampeana posiblemente se deba a que en ambos casos se trata de estructuras agrarias consolidadas, con una red urbana compleja y basada en la apropiación formal de la tierra, por lo cual los efectos de un cambio en el uso del suelo son menos impactantes.

La expansión sojera en el noroeste siguió las huellas y la racionalidad de la anterior frontera, la del poroto, que se había formado en la década de los 70. Esta expansión se hizo a merced de la destrucción masiva del ecotono chaco-yungas, donde entre 1965 y 1985 se deforestaron más de 1,2 millones de hectáreas. La soja fue desde un principio en el noroeste una producción de grandes unidades, formadas básicamente por capitales regionales y pampeanos. Pero al expandirse en Santiago del Estero y sobre todo en el norte de Salta, se generó un problema difícil con los pobladores que ya ocupaban la tierra. Hay que tener en cuenta que en esa región hay una gran cantidad de pequeños productores rurales sin títulos sobre la tierra que ocupan, a los que se suman una gran cantidad de comunidades indígenas, que ocupan fundamentalmente tierras fiscales, o propiedades de dueños ausentistas o con títulos dudosos.

En Salta el gobierno provincial promovió activamente la expansión sojera, pero se encontró con una fuerte resistencia de los pobladores indígenas que a partir de la modificación de la Constitución en 1994, habían obtenido derechos de propiedad comunitaria sobre la tierra que ocupan. Hasta el momento, y al limitarse la expansión sojera a la franja del “umbral al Chaco”, los choques han sido relativamente pocos. Pero existe la posibilidad de que la expansión se dirija ahora hacia el este ocupando zonas de mucho mayor riesgo productivo y ocupadas por densos grupos de indígenas.

En el caso del noroeste no se dio el proceso de decrecimiento de la población dispersa y crecimiento de los pueblos. Solo en algunos casos aislados (Las Lajitas, Joaquín V. González, tal vez Orán) podríamos pensar que la soja generó el crecimiento urbano. Esto puede deberse a la acción combinada del gran tamaño de los establecimientos que tienden a independizarse funcionalmente de su entorno (casi se podría decir que son economías de enclave) y la fuerte influencia que siempre han ejercido los polos urbanos regionales como Salta y San Miguel de Tucumán.

No parece muy acertado englobar los casos de la región pampeana, el Chaco y el Noroeste dentro de una misma problemática, ya que sus diferencias son tan grandes que merecen un análisis más objetivo y menos ideológico. Es necesario balancear los aspectos positivos y negativos en cada región teniendo en cuenta sus diferentes situaciones originales y sus distintos contextos, y ver dentro de cada caso cuál es el papel de cada eslabón de la cadena agroindustrial. También es necesario considerar el mediano y largo plazo: en el mediano plazo, y de continuar las direcciones de expansión territorial, la soja tenderá a extenderse hacia el norte y el centro del país, lo que obligará necesariamente a tener en cuenta el problema de la degradación del capital natural y la confrontación con las poblaciones antiguamente asentadas en el área. En el largo plazo el panorama es menos claro, pero el cambio en las características climáticas seguramente va a requerir un ajuste de las áreas de producción, tal vez girando la dirección de la expansión hacia el sur.

### Impacto ambiental de las prácticas agrícolas

Las prácticas agrícolas, en particular aquellas más extensamente utilizadas en la Pampa Húmeda de Argentina, impactan de diferentes maneras el funcionamiento de los ecosistemas y la estabilidad de los suelos, modificando tres aspectos esenciales de su funcionamiento: el balance hídrico, el ciclo del carbono y el de los nutrientes. Estos efectos pueden manifestarse en el corto plazo o también influir sobre la estabilidad del sistema agrícola a largo plazo.

En lo que respecta al movimiento del agua entre el suelo, la planta y la atmósfera, el cultivo modifica tanto la proporción del agua de lluvia que alcanza la superficie del suelo, la infiltración, la eventual acumulación en el suelo así como las pérdidas por drenaje o por escorrentía. La cantidad de agua que llega al suelo arable y la eficiencia en el uso del agua parecen incrementarse con siembra directa (SD) que conserva el rastrojo frente a la labranza convencional (LC) con remoción o incorporación del rastrojo en el suelo. La SD favorece la infiltración al evitar la compactación del suelo superficial, disminuye la evaporación desde la superficie

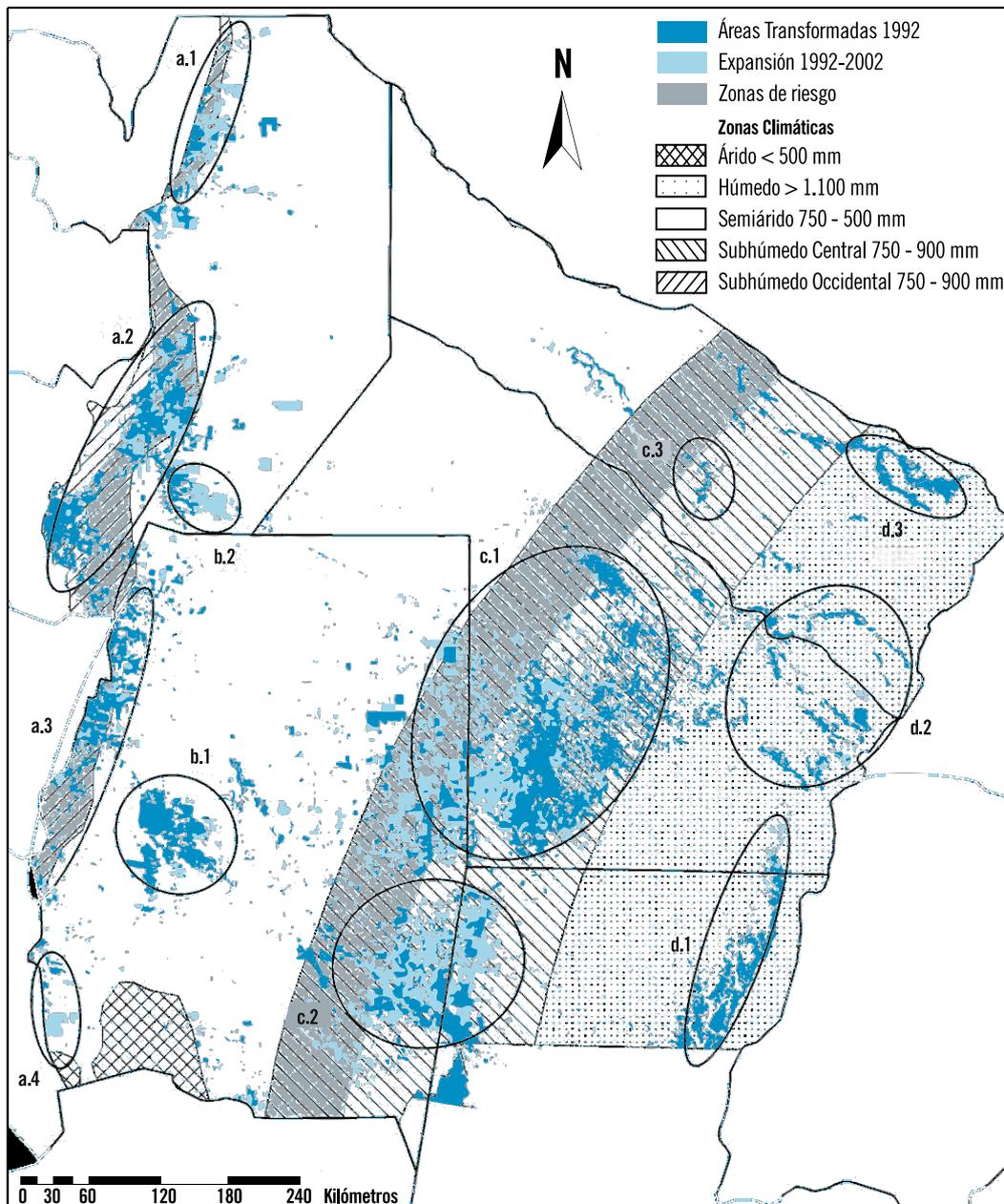


del suelo y puede, en un plazo de varios años, regenerar los macroporos presentes en la pradera original por donde se infiltra preferencialmente el agua en el suelo.

La labranza de un suelo virgen conduce rápidamente a una caída sustancial de la materia orgánica del suelo. Las diferentes prácticas agrícolas pueden acelerar, moderar

o detener estas pérdidas e incluso podrían conducir a un secuestro neto de carbono. Apparently con la mayoría de los cultivos la SD conduce a un incremento en el carbono orgánico del suelo (COS) con respecto a la LC, lo mismo vale para las rotaciones frente al monocultivo. Pero en todo caso el carbono continuará descendiendo hasta alcanzar con el tiempo un nuevo nivel de equilibrio sustancialmente menor

**Figura 15**



Núcleos agrícolas en la región Chaqueña según las distintas zonas climáticas, y zonas de riesgo climático.

Fuente: Ginzburg et al, 2007.



que el original. El balance final depende en buena medida de la cantidad de material vegetal que se incorpora al suelo, así como de su calidad. A su vez la cantidad que puede ser incorporada depende de la producción de raíces por parte del cultivo, de la producción aérea y de la incorporación o no del rastrojo al suelo, en tanto que la calidad de la materia vegetal depende del contenido de nitrógeno.

A mayor riqueza en nitrógeno, como es por ejemplo el caso de la soja y otras leguminosas frente al maíz y demás cereales, más rápidamente será descompuesto perdiéndose el carbono como  $\text{CO}_2$  y menos quedará disponible para acumularse como COS.

En cultivos experimentales fertilizados, en los que se obtiene una alta productividad, como por ejemplo maíz, al cabo de algunos años en SD hay una acumulación neta de carbono orgánico del suelo (COS) en el horizonte superficial, un secuestro de carbono, siempre que se mantenga la cobertura del rastrojo. Sin embargo, al analizar la distribución del COS a lo largo del perfil del suelo, pareciera que efectivamente la materia orgánica aumenta, pero únicamente en los primeros 5 o 10 cm., mientras que en el resto del perfil a mayores profundidades continúa disminuyendo. En todo caso es aún

difícil sacar conclusiones definitivas, ya que la variabilidad natural de los suelos, las diferentes condiciones climáticas, el amplio espectro de variables ligadas al manejo, hacen necesario un trabajo experimental cuidadoso y sobre todo de larga duración, aunque el uso de modelos de simulación puede ayudar a elaborar interpretaciones preliminares, inclusive con experimentos de menor duración (Figura 16).

La correlación entre aporte anual de residuos y carbono orgánico del suelo (COS) resulta altamente significativa. Las pérdidas aumentan cuando se incluye soja en la secuencia -material más rico y fácilmente descomponible- en tanto disminuyen cuando se incluye maíz. La selección de los cultivos y las rotaciones permite mitigar las pérdidas de carbono. La incorporación de los residuos de cosecha mejora el balance de carbono, aun con labranza convencional, lo que conduce a mantener un nivel relativamente alto de materia orgánica al mismo tiempo que se logra un manejo agrícola productivo y sustentable. Resultados experimentales sugieren que si fuera posible mantener una alta producción vegetal se lograría un balance positivo de carbono con labranza tradicional en rotaciones entre diferentes cultivos. Pero en rotaciones maíz-soja la SD supera a la LC en su capacidad de mantener un nivel de equilibrio en el COS.

## ESTRATEGIAS PARA ENFRENTAR LOS IMPACTOS DE LA AGRICULTURA

### La forestación y reforestación

Las evidencias del Cambio Climático y los consiguientes impactos ecológicos y socioeconómicos han determinado el desarrollo de distintas estrategias que permitan a la humanidad sobrellevar o atenuar los mismos. Básicamente se pueden agrupar a las mismas en dos grandes categorías: a) Mitigación, b) Adaptación.

La primera categoría, que se orienta a enfrentar las causas del Cambio Climático, incluye alternativas que tienden a disminuir el nivel de gases de efecto invernadero a través de su captura o secuestro, y otras intentan reducir las emisiones.

La adaptación al Cambio Climático comprende aquellas iniciativas que tienden a disminuir la vulnerabilidad de las sociedades humanas y sus actividades económicas a este fenómeno. Se trata de mantener la integridad de los ecosistemas y la actividad socioeconómica, es decir sobrellevar los

efectos del Cambio Climático. A diferencia de lo que sucede con la mitigación, su definición es mucho más amplia y aún no están tan acotadas las vías a través de las cuales se puede cumplir con este objetivo. En los últimos años, la adaptación al cambio climático se ha constituido en una de las prioridades de investigación para las instituciones científicas de numerosos países.

En general se reconoce que los cambios en el uso de la tierra pueden constituir mecanismos importantes para aumentar o disminuir emisiones de gases de efecto invernadero. Los vegetales, a través del proceso de fotosíntesis fijan  $\text{CO}_2$  atmosférico transformándolo en materia contenida en compartimentos como raíces, tallos, hojas o ramas. A través de los procesos de senectud y descomposición una porción de este carbono se puede almacenar como materia orgánica en el suelo.

A diferencia de los cultivos agrícolas, las forestaciones



Figura 16

Carbono Mg C ha <sup>-1</sup>	Maíz	Soja
Inicial	35	68
Final	31	49
Pérdida	4	19
"Viejo"	21	42.4
"Nuevo"	10	6.6
Aportado	58.5	48.8
% en C nuevo	17	13.5

Contenido inicial de carbono en el horizonte arable, contenido final al cabo de 13 años de monocultivo de maíz, en Oliveros, o soja, en Pergamino; pérdida de COS en dicho intervalo; carbono remanente del inicial (C 'viejo'); carbono aportado por el cultivo (C 'nuevo'), total de aportes y porcentaje (%) incorporado al COS.

Elaborado en base a datos de Andriulo et al. 1999.

mantienen una proporción considerable de carbono en estructuras lignificadas de alta permanencia como el fuste, raíces gruesas y ramas. En algunos casos estos compartimentos de almacenamiento son de sencilla medición y ello (junto con la permanencia) ha determinado su aceptación en convenciones internacionales para el comercio de "bonos de carbono".

Una plantación de árboles puede asimilarse a un cultivo plurianual, cuyo objetivo principal es por lo común, la producción de madera. En el transcurso de la rotación los árboles acumulan carbono en sus distintos compartimentos: hojas y frutos, ramas, tronco y raíces. También con la caída de material herbáceo o leñoso y con la mortalidad de plantas se añade carbono al sitio plantado, que parcialmente puede ser transferido al suelo orgánico. De este modo, la totalidad del carbono de estos compartimentos a nivel agregado en un rodal, puede distribuirse entre cuatro componentes principales: la biomasa aérea viva, la biomasa subterránea, el material muerto y el suelo orgánico (Figura 17).

Aún cuando los suelos pueden almacenar una gran cantidad de carbono orgánico debido a procesos relacionados con su morfogénesis, la mayor acumulación durante el crecimiento de una forestación ocurre en los constituyentes básicos del leño de los árboles: celulosa, hemicelulosa, lignina y otros compuestos organocarbonados acompañantes. Aproximadamente un 50% de la materia seca de la biomasa de un vegetal está constituido por carbono orgánico. Por ello, con el crecimiento de los árboles, el carbono acumulado aumenta. En los sistemas naturales donde los árboles crecen sin intervención del hombre, se alcanza en algún momento un balance entre el carbono que se acumula y el que se pierde por decaimiento y descomposición

de tejidos muertos. En cambio, en plantaciones, la silvicultura aplicada tiende a prevenir el decaimiento durante la rotación establecida, de modo que el carbono acumulado suele crecer durante todo el ciclo, y como generalmente se tiende a regular las cortas finales cuando las tasas de crecimiento aún permanecen altas, no suele alcanzarse el máximo potencial de biomasa, y carbono acumulados (Figura 18).

En las primeras etapas de implantación, el secuestro de carbono atmosférico puede tener un balance negativo, dado que normalmente, una plantación de árboles reemplaza, abrupta o paulatinamente, a comunidades vegetales preestablecidas. En el caso de plantaciones donde se realiza roturación de suelos, las pérdidas de vegetación y la liberación de carbono del suelo, son inmediatas, al igual que cuando se amontona y quema material vegetal. En cambio, en los casos que esta sustitución se realiza con mínimo laboreo - como por ejemplo con el hoyado para plantación únicamente- la vegetación persiste hasta que el cierre del dosel y la competencia por agua y nutrientes la eliminan. Plantaciones más ralas o raleos tempranos que disminuyan la cobertura arbórea, pueden resultar en una biomasa del sotobosque estable o aún creciente, debido a los efectos de facilitación, que el bosque ejerce sobre la vegetación herbácea ante situaciones de estrés hídrico. Presumiblemente la pérdida de carbono de los suelos será menor en estos sistemas de baja perturbación en la implantación que en sistemas con laboreo intenso. Por lo tanto, el balance de carbono secuestrado en un momento dado de la rotación forestal será función de (1) la cantidad de biomasa almacenada en la comunidad vegetal de reemplazo y su tasa de crecimiento, (2) el sistema de preparación de suelos empleado y los labores subsecuentes y (3) la cantidad de árboles establecidos y su tasa de crecimiento. En consecuencia, el reemplazo por plantaciones forestales de bosques o matorrales densos - cuyo almacenaje de carbono es alto-, tenderá a un balance neutro o negativo de carbono, además de generar una serie de impactos ambientales adversos. Del mismo modo, los sistemas basados en un manejo forestal altamente intensivo con remoción de suelos y eliminación total de la vegetación acompañante, tendrían una tendencia similar, en este caso no solamente por la supresión de biomasa, sino también por la cantidad de emisiones de combustibles fósiles que genera el desplazamiento de vehículos, maquinaria y el uso de fertilizantes y otros agroquímicos. Por otro lado, una baja tasa de crecimiento específico, o forestaciones muy ralas, secuestran relativamente poco carbono, por lo cual suelen preferirse especies de rápido crecimiento. Por ejemplo, en la región Patagónica, una forestación de pinos alcanza y supera aún crecimientos de 30 m<sup>3</sup> por ha-año, al menos 5 o 6 veces mayores que los de un bosque nativo de ciprés de la cordillera de buen crecimiento en sitios comparables. En la región mesopotámica, algunas forestaciones con *Eucalyptus spp* crecen a tasas mayores a los 40 m<sup>3</sup> por ha-año en



Figura 17

ETAPA	ACTIVIDADES	FUENTES DE EMISIONES
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmalezado</li> <li>- Roturación</li> <li>- Combate de hormigas</li> <li>- Destronque, arrastre y quema de residuos vegetales</li> <li>- Quema de rastrojos</li> <li>- Alambrados</li> <li>- Nivelación mecánica</li> <li>- Apertura y consolidación de canales, caminos, cortafuegos</li> <li>- Construcción de obras de arte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muerte y descomposición de micro y macroorganismos descomponedores</li> <li>- Volatilización de pesticidas orgánicos</li> <li>- Descomposición vegetal acelerada</li> <li>- Extracción de postes y varillas de monte nativo</li> <li>- Oxidación de componentes orgánicos del suelo</li> <li>- Erosión del suelo</li> <li>- Combustión de materia orgánica vegetal</li> <li>- Calcinación de suelos</li> <li>- Quema de combustibles fósiles para calefacción, suministro de energía o funcionamiento de maquinarias</li> <li>- Uso de cemento</li> </ul>
<b>PLANTACIÓN-REPOSICIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte y viverización de plantines</li> <li>- Surcado u hoyado, tapado y plantación</li> <li>- Colocación de cebos tóxicos</li> <li>- Instalación de campamentos, suministro de energía, traslados del personal e insumos</li> <li>- En régimen de talar: selección y eliminación de rebrotes</li> <li>- Fertilización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quema de combustibles fósiles para transporte</li> <li>- Oxidación de componentes orgánicos del suelo (viveros temporarios)</li> <li>- Erosión del suelo (viveros temporarios)</li> <li>- Descomposición vegetal acelerada</li> <li>- Volatilización de fertilizantes con producción de óxido nítrico, amoníaco, etc.</li> </ul>
<b>PODAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corta de ramas</li> <li>- Amontonado y quema de residuos</li> <li>- Incorporación de residuos</li> <li>- Instalación de campamentos, provisión de energía, traslados del personal e insumos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descomposición vegetal acelerada</li> <li>- Oxidación de componentes orgánicos del suelo</li> <li>- Erosión del suelo</li> <li>- Combustión de materia orgánica vegetal</li> <li>- Calcinación de suelos</li> <li>- Quema de combustibles fósiles para provisión de calefacción, energía eléctrica o funcionamiento de maquinarias</li> </ul>
<b>RALEOS Y COSECHA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corta de árboles</li> <li>- Extracción de rollizos o de árboles completo</li> <li>- Amontonado y quema de residuos</li> <li>- Incorporación de residuos</li> <li>- Instalación de campamentos, provisión de energía, traslados del personal e insumos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exportación de material leñoso</li> <li>- Descomposición vegetal acelerada</li> <li>- Oxidación de componentes orgánicos del suelo</li> <li>- Erosión del suelo</li> <li>- Combustión de materia orgánica vegetal</li> <li>- Calcinación de suelos</li> <li>- Quema de combustibles fósiles para provisión de calefacción, energía eléctrica o funcionamiento de maquinarias</li> </ul>
<b>PROTECCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vigilancia prevención de incendios</li> <li>- Supresión mecánica de malezas</li> <li>- Aplicación de pesticidas y herbicidas</li> <li>- Reparación y mantenimiento de alambrados</li> <li>- Mantenimiento de caminos y cortafuegos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volatilización de pesticidas orgánicos</li> <li>- Descomposición vegetal acelerada</li> <li>- Extracción de postes y varillas del monte nativo</li> <li>- Oxidación de componentes orgánicos del suelo</li> <li>- Erosión del suelo</li> <li>- Combustión de materia orgánica vegetal</li> <li>- Quema de combustibles fósiles para provisión de calefacción, energía eléctrica o funcionamiento de maquinarias</li> </ul>

Etapas de desarrollo de una forestación, actividades de manejo y emisiones asociadas.

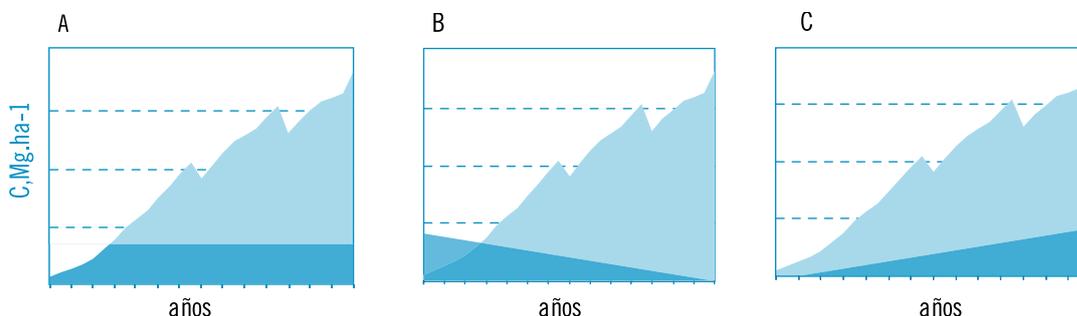
rotaciones cortas, de no más de quince años (Figura 19).

Por ello, los proyectos de secuestro de carbono por plantaciones se encuentran sesgados a la preferencia de especies de rápido crecimiento como pinos o eucaliptos (aunque esto no es totalmente aceptable desde posturas ambientalistas), a la plantación en sitios de baja biomasa actual preexistente, y a un manejo semi-intensivo que no provoque fugas importantes

por emisiones debidas a las quemadas o al uso de maquinarias. La madera obtenida de plantaciones forestales se usa como sustituto de materiales para la construcción u otros fines estructurales como el hormigón, el aluminio y otros. La energía fósil, con la consecuente emisión de CO<sub>2</sub>, que se requiere para producir estos materiales es mucho mayor que el equivalente en madera estructural. De esta manera las plantaciones forestales, no sólo contribuyen secuestrando carbono en sus



Figura 18



Evolución del secuestro de carbono en plantaciones forestales de la línea base y de la adicionalidad bajo tres casos teóricos. En el caso A, la línea base permanece constante, en B decrece, y en C aumenta a lo largo del tiempo. La línea superior refleja el carbono acumulado en la plantación, el área más oscura inferior corresponde a la línea base y la diferencia entre ambas, el área más clara, es la adicionalidad.

estructuras sino que, debido a sus efecto sustitutivo, pueden producir un importante ahorro energético, lo que tiene un efecto positivo adicional en la mitigación del cambio climático.

Las tecnologías que permiten la transformación de madera en etanol están muy avanzadas, y hay países con una gran área potencial para realizar plantaciones forestales que ya están proyectando el reemplazo total de combustibles fósiles para transporte por etanol, originado en madera. La Argentina podría hacer uso de una gran superficie apta para forestación, incluyendo aquella que ha sido desmontada y es pasible de reforestación con especies nativas, favoreciendo el reemplazo de naftas y diesel por etanol proveniente de estas plantaciones. De esta manera se podría conjugar el efecto positivo de la mitigación del cambio climático, favoreciendo un proceso de restauración de servicios ecológicos en amplias áreas previamente ocupadas por bosques nativos. Cualquier proceso de forestación a gran escala, como cualquier cambio en el uso de la tierra que comprenda grandes superficies, debe ser cuidadosamente planificado para evitar efectos negativos, sobre la biodiversidad, y los ciclos biogeoquímicos.

### Las Buenas Prácticas Agrícolas

La FAO define a las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA's) como "la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que se procuran la viabilidad económica y la estabilidad social". La aplicación de las BPA's implica el conocimiento, la comprensión, la planificación y mensura, registro y gestión orientados al logro de objetivos sociales, ambientales y productivos específicos sin resentir los rendimientos de los cultivos; por el contrario, teniendo como objetivo su aumento permanente a partir de la incorporación de conocimientos.

El concepto de BPA's nace como respuesta a problemas de falta de inocuidad y falta de sostenibilidad en la producción de alimentos pero las BPA's en la actualidad más que un atributo, son un componente de competitividad, que puede permite al productor rural diferenciar su producto de los demás oferentes, con todas las implicancias económicas que ello supone: mayor calidad, acceso a nuevos mercados, consolidación de los mercados actuales, y reducción de costos, entre otros.

Considerando a la producción agropecuaria comercial, no es común abordar el tema de las BPA's desde la óptica de la gestión ambiental y de cómo se afectan los recursos naturales involucrados. Por el contrario, la mayoría de los protocolos y normativas hacen hincapié en la inocuidad y salubridad del producto para el hombre; relegando a segundo plano el impacto de esas prácticas sobre el ambiente (Figura 20).

Por otra parte, en el terreno de los agronegocios la implementación de protocolos que contengan a las BPA's constituyen un desafío y una oportunidad; ya que de su cumplimiento puede que dependa la entrada de sus productos agropecuarios a los mercados con mayor sensibilidad ambiental y creciente exigencia en calidad. O mejor aún, la implementación y certificación de BPA's de manera proactiva puede generar oportunidades de negocio con agregado y captura de valor (Figura 21).

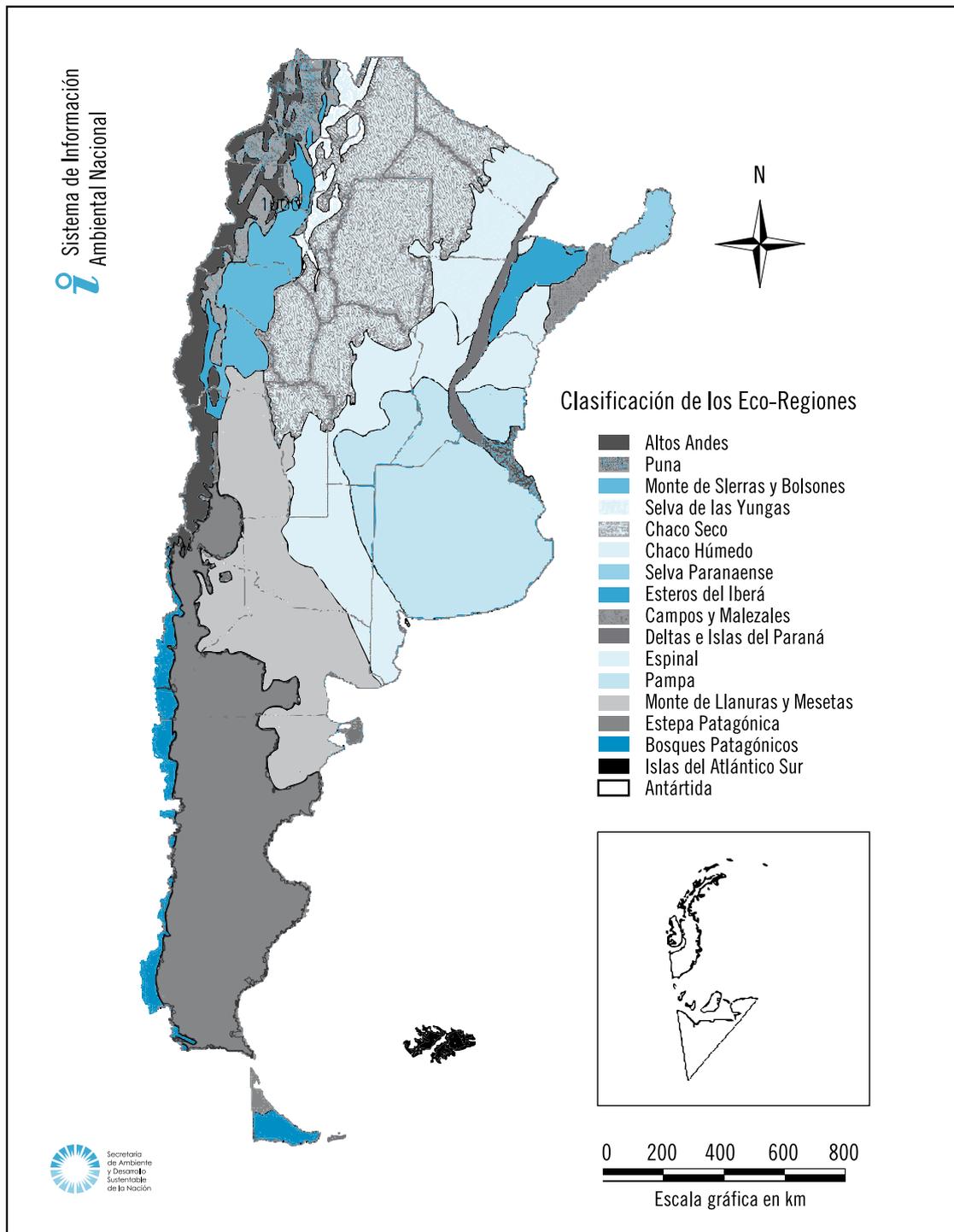
Las principales BPA's en este sentido son: Siembra directa, Rotación de cultivos, Manejo integrado de plagas y Manejo racional de la nutrición vegetal y la fertilización edáfica.

### La siembra directa

Consiste en la implantación de los cultivos sin el uso previo ni posterior de labranzas, mediante la utilización de equipos de siembras que deben tener la capacidad de poder cortar la cobertura superficial del suelo, abrir una pequeña línea de siembra, depositar la semilla en su interior y cerrar el surco



Figura 19



**Ecoregiones de la Argentina**

abierto. El control de malezas se realiza mediante el ajuste de las rotaciones y la intervención química en momentos específicos. A su vez, dado que no hay laboreo de suelos, y por ende no hay pulsos violentos de mineralización, la estrategia de fertilización debe necesariamente cambiar y

adecuarse a las nuevas condiciones edáficas.

Más allá de esta definición, el concepto de siembra directa toma diferentes acepciones o interpretaciones, aún dentro de países referentes como Argentina y Brasil. Por un lado,



están quienes la perciben estrictamente como ausencia de laboreo. Es un criterio simple y sencillo que considera siembra directa a toda situación de cultivo que haya sido establecido sin remoción previa del suelo; sin importar otros atributos (como la presencia o no de cobertura de suelo) o la duración en el tiempo de la condición de no-laboreo. Por ejemplo, es común encontrar productores que realizan cultivos de invierno con preparación de la cama de siembra mediante laboreos convencionales, y que luego optan por sembrar el cultivo estival (dentro del mismo año productivo) sin remoción de suelo; sembrando “directamente”. Luego cuando retornan nuevamente al cultivo invernal optan por implantarlo en labranza convencional; es decir labrando el suelo. En este caso, no hay una continuidad temporal de la condición de no-remoción. Se trata de una visión simplista y cortoplacista del concepto de siembra directa, que la toma estrictamente como una herramienta puntal y ocasional para el logro de una tarea de siembra en tiempo y forma.

La verdadera siembra directa es un sistema productivo, basado en la ausencia de labranzas y en el mantenimiento permanente de los suelos cubiertos por los rastrojos y cultivos. El hecho de percibirla como sistema deja claramente explicitada la existencia de muchos más componentes y sus interacciones, que la simple condición de no laboreo. Por otro lado, agrega una segunda condición que es la presencia permanente de un suelo cubierto. Algo que en apariencia pareciera tan simple,

sólo se alcanza si a la condición de no laboreo se la acompaña de otras Buenas Prácticas Agrícolas (BPA's) como la rotación de cultivos con una ajustada diversidad e intensidad, y un manejo nutricional -vía reposición de nutrientes- que permita mantener en el tiempo la productividad de los suelos.

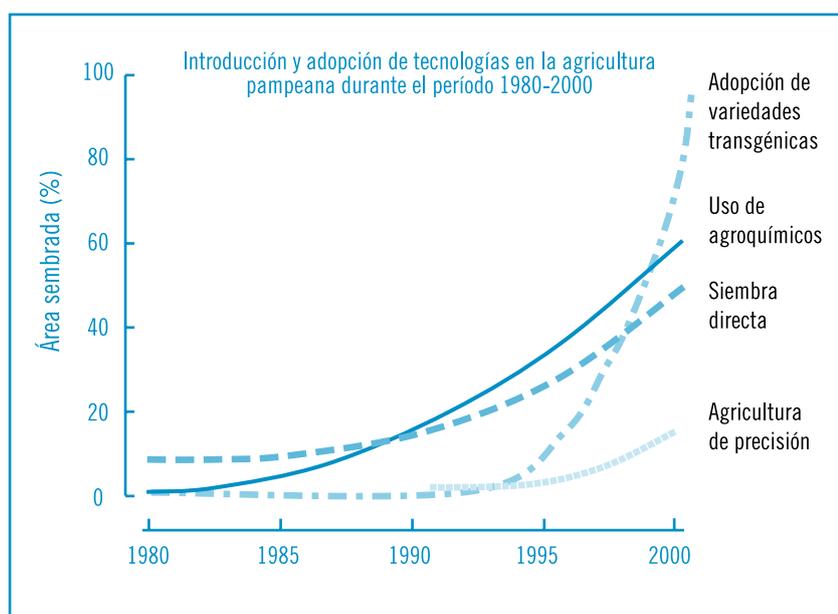
### La rotación de cultivos

Una de las BPA's de conocido efecto positivo sobre la conservación del ambiente y el aumento de la productividad es la rotación de cultivos. Se entiende por rotación a la alternancia de diferentes cultivos en el tiempo y el espacio; esto es cambiar diferentes especies vegetales en un mismo lote a través de los años, y a la vez cultivar diferentes especies en distintos lotes de un establecimiento productivo durante la misma campaña.

Al realizar rotación de cultivos deberán considerarse no sólo objetivos inmediatos, sino además otros de largo plazo; de manera que la secuencia de cultivos produzca efectos favorables en el sistema, proporcionando mayor estabilidad de producción, aumento de la capacidad productiva del suelo y el consecuente aumento de la rentabilidad en el sistema agrícola como un todo.

Así diseñada y ejecutada la rotación de cultivos presenta ventajas desde el punto de vista agronómico y empresarial. Específicamente, permite una diversificación de los riesgos

Figura 20



Evolución de las principales tecnologías en el sector agrícola argentino en el período 1980-2000.

Fuente: Viglizzo, 2006 (Adaptado de Satorre, 2005).



productivos, ya que las condiciones ambientales pueden ser desfavorables para un cultivo, pero es poco probable que lo sea para los demás cultivos integrantes en la rotación, que están sembrados en otros lotes.

### Manejo integrado de plagas (MIP)

El uso de plaguicidas con fines de reducir los daños causados por plagas en la actividad agrícola tuvo un crecimiento exponencial en las últimas décadas, creándose una dependencia casi total en los métodos químicos de protección. Los efectos colaterales negativos del uso desmedido de los plaguicidas están afectando la salud humana en forma de intoxicaciones agudas y crónicas en las poblaciones. Los efectos sobre el ambiente también son serios, comprometiendo la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. A partir de la intensificación de las fallas del enfoque unidimensional (control químico) se reconoció que era necesario un enfoque multidimensional con una visión agroecológica del problema. Este nuevo enfoque es representado por el Manejo Integrado de Plagas (MIP), que fue tal vez el primer gran logro en la operacionalización del enfoque sistémico en la producción agropecuaria.

Específicamente, el Manejo Integrado de Plagas (MIP) de acuerdo a la FAO, 1998, consiste en: *“la utilización de varias tácticas de manera ecológicamente compatible con el objetivo de mantener poblaciones de artrópodos, patógenos, nematodos, malezas y otras plagas, en niveles por debajo de aquellos que causan daño económico, al mismo tiempo que aseguran protección contra daños al hombre y al ambiente”*.

### El manejo racional de la nutrición vegetal y la fertilización edáfica

Las altas tasas de exportación de nutrientes han provocado disminuciones importantes en los contenidos de materia orgánica y disponibilidad de los diferentes nutrientes. Un buen método para evaluar la fertilidad química del suelo -y analizar si el manejo que recibe es compatible con su clasificación de recurso renovable- es el balance de nutrientes. Este se estima como la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y que salen de un sistema definido en el espacio y en el tiempo. En la Argentina, existen balances de nutrientes negativos para la Región Pampeana. Específicamente, en el período 1996-2001 se aplicó sólo el 29%, 45%, 1% y 9% del nitrógeno, fósforo, potasio y azufre exportados por los cuatro principales cultivos -maíz, trigo, soja y girasol-. Es importante tener en cuenta que este desbalance implica una remoción de nutrientes del suelo por un valor de U\$S 1.141 millones por año. En consecuencia, cualquier estrategia de fertilización que apunte a ser sustentable debe tener en cuenta el incorporar -al menos- los nutrientes que anualmente son

exportados con los granos. Existiendo incluso situación en las cuales, la fertilización no sólo deba contemplar el balance cero de nutrientes, sino el balance positivo en alguno de ellos de manera de recuperar los perdido con años de expoliación de nutrientes del suelo.

### Fertilización y riesgo de contaminación de napas

La búsqueda permanente de una ajustada estrategia de fertilización implica también que se tomen las precauciones necesarias para evitar caer en viejos errores, como lo es la contaminación de napas y acuíferos por un uso excesivo y poco eficiente de fertilizantes.

En la Argentina la contaminación de napas por un manejo ineficiente de la estrategia de fertilización es un tema poco estudiado pero existen reportes de contaminación de napas, principalmente con nitratos. Al respecto, es bueno señalar que el nitrógeno posee diferentes vías de pérdidas del sistema suelo, tales como volatilización, desnitrificación, y lixiviación; siendo las dos primeras vías de baja magnitud no explicarían las pérdidas totales de N. Al ser un nutriente móvil, el nitrógeno en forma de nitrato, si no es capturado y absorbido por las raíces de los cultivos puede llegar al agua subterránea, denominándose a este proceso lixiviación. Es decir que la lixiviación sería el proceso más importante de pérdida de nitrógeno del suelo, con potencial riesgo de contaminación de napas. El flujo de “nutrientes” al océano a través de los ríos es un problema poco estudiado en la región pero experiencias en otros lugares del mundo, como en las inmediaciones del delta del Mississippi, ilustran elocuente el potencial impacto negativo de los mismos sobre el ambiente costero próximo a grandes ríos de llanura como el Río de la Plata.

En ambientes con frecuente transición urbano-rural, las fuente nitrogenadas de contaminación se mezclan y hay el riesgo de atribuir a la agricultura una contaminación que también puede tener otros orígenes.

### El uso de indicadores de gestión productiva y ambiental: un nuevo abordaje con foco en la gestión del ambiente

Actualmente existen conocimientos suficientes para confeccionar y utilizar indicadores que actúen como monitores y luces de alarma de las principales propiedades del suelo que se relacionan con su salud, y por ende con la sustentabilidad ambiental de la producción. Varios indicadores de sustentabilidad pueden brindar un panorama del comportamiento comparado de sistemas de producción contrastantes, y hacer inferencias prácticas a partir de ellos.



Figura 21

Campaña	Soja	Maiz	Trigo	Otros	TOTAL
77/78	5000	0	0	0	5000
78/86	2000	0	0	0	2000
86/87	6000	0	0	0	6000
87/88	22000	1000	1000	0	24000
88/89	50000	7000	3000	0	60000
89/90	80000	7000	5000	0	92000
90/91	280000	10000	10000	0	300000
91/92	445000	20000	30000	5000	500000
92/93	775000	35000	70000	90000	970000
93/94	1350000	100000	180000	180000	1810000
94/95	1670000	240000	210000	320000	2440000
95/96	2150000	200000	200000	420000	2970000
96/97	2859000	266000	260000	559000	3944000
97/98	2350000	700000	600000	550000	4200000
98/99	3782500	1148000	1267000	1072500	7270000
99/00	5016000	1385000	1740000	1109000	9250000
00/01	6658800	1494700	2259000	1247500	11660000
01/02	8670000	1723000	3150000	1557000	15100000
02/03	9780000	1930000	2850000	1940000	16500000

Evolución de la superficie implantada en siembra directa en Argentina para los principales cultivos, desde 1977 hasta 2003.

Fuente: AAPRESID 2004.

La humanidad, se encuentra hoy en un dilema de difícil solución, entre el fantasma de una hambruna generalizada como alguna vez lo predijo Malthus- por falta de producción de alimentos en cantidad suficiente, o una destrucción de los recursos naturales necesarios para producirlos. Por un lado, resulta claro que una sobre-explotación de la tierra podría llevar al colapso de las economías mundiales actuales; siendo el crecimiento demográfico el elemento que impulsa esta situación. Por otro lado, la agricultura extensiva estuvo basada mayoritariamente en el paradigma de la labranza; siendo una de sus externalidades negativas la degradación

de suelos, evidenciada claramente por la erosión y la pérdida de materia orgánica en la mayor parte de las regiones agrícolas del mundo.

La agricultura de conservación basada en la implementación de buenas prácticas agrícolas ofrece una alternativa productiva que permite mantener los rendimientos, disminuir los costos, y a la vez impactar sobre el ambiente -principalmente sobre el recurso suelo- de una manera menos agresiva. Esta nueva agricultura, cada vez más biológica y rica en conocimientos, se vislumbra como la llave para resolver el conflicto.



## ORDENAMIENTO TERRITORIAL

El Ordenamiento Territorial de acuerdo a la “Carta Europea de Ordenación del Territorio” de 1993, es “la expresión espacial de las políticas económica, social, cultural y ecológica de cualquier sociedad. Disciplina científica, técnica administrativa y acción política, concebida como práctica interdisciplinaria y global para lograr el desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio”.

Cada país adapta estos conceptos a sus particulares políticas nacionales. El OT es un instrumento de gestión de gobierno, tendiente a proyectar espacialmente diversas políticas públicas, que debe contar con fuerte apoyo técnico y amplia participación de la sociedad. El hecho de ser una función indelegable de gobierno, no implica aplicar criterios de planificación autoritarios, sino apoyados en la consulta con todos los sectores interesados (cuyos intereses muchas veces son encontrados). Esta participación le da mayor legitimidad social a las políticas adoptadas. Esto a su vez diferencia al OT del Ordenamiento Ambiental (OA), ya que éste se refiere a una sola capa temática. La información científica y técnica es absolutamente indispensable, pero no debe confundirse al OT con un simple mapa de aptitud potencial de las tierras.

Los profundos cambios y las nuevas tensiones políticas, económicas y demográficas que se están produciendo en relación con la estructura y funcionamiento interno del campo argentino, condicionan las pautas de uso del territorio, determinan el surgimiento de nuevas demandas y provocan considerables transformaciones cualitativas. De la capacidad de la sociedad en general, y muy particularmente de las posiciones que adopte el sector agroindustrial, surgirá la posibilidad de dar respuestas adecuadas a estos cambios y tensiones. La participación del sector agroindustrial en una Política de Estado sobre Ordenamiento Territorial permitirá organizar y articular el territorio rural en función de sus potencialidades, limitantes y características biofísicas, socioeconómicas, culturales y político-institucionales, base de la seguridad jurídica.

La adopción de criterios de planificación por los organismos del Estado en las áreas urbanas, es una práctica de larga data que tiene marcada aceptación por la sociedad. En el medio rural la situación es marcadamente diferente: históricamente ha primado un fuerte rechazo a la adopción de normas regulatorias, y a la adopción de criterios de planificación

por parte del Estado. Últimamente esto ha cambiado, y hoy entidades como el INTA, AACREA y AAPRESID impulsan la adopción del OT.

El ordenamiento territorial cobra una nueva dimensión en nuestro país a partir de dos hitos fundamentales:

1) La reforma de la Constitución Argentina de 1994 y 2) La sanción de la Ley General del Ambiente en el año 2002 (Ley 25.675), con la adopción de presupuestos mínimos, la relación entre ordenamiento ambiental e impacto ambiental y la participación ciudadana:

Los países europeos tienen alta densidad de población, un campo con alta urbanización, además de municipios muy pequeños y con mucha población, rasgos que facilitan su administración y manejo. A esto se le suma un alto nivel cultural, abundante información de base, tradición de alta participación de la población en la gestión y fuerte grado de pertenencia. Prácticamente todas estas situaciones son opuestas o mucho más limitadas en la Argentina, lo que representa un conjunto de dificultades para la implementación de los procesos de ordenamiento territorial. Lo normal es que las leyes surjan por la necesidad de regular procesos ya existentes, pero en el caso del OT en la Argentina han sido las normas (en particular la sanción de la Ley de Bosques Nativos) las que han desencadenado los procesos. Así, la falta de experiencia real abarca a los protagonistas, tanto funcionarios, como técnicos, políticos, empresarios u ONG's.

Una de las funciones básicas del Estado es la de adoptar acciones reguladoras y de planificación de la economía, lo que se vincula con su función de integración entre diversos sectores. Dos nuevas circunstancias surgidas después de la grave crisis del 2001 generan condiciones particularmente favorables para impulsar las políticas vinculadas con el ordenamiento territorial en la Argentina: 1) la recuperación del papel protagónico por parte del Estado, y 2) el gran salto cuali-cuantitativo del campo, potenciado por un tipo de cambio favorable y por una demanda externa que por primera vez es fuerte y consistente para todos los sectores agrícolas y ganaderos.

Estos nuevos escenarios requieren redoblar los esfuerzos para alcanzar una capacidad estratégica competente para enfrentar de un modo eficaz, flexible y coherente las opciones de cambio.





**FORO DE LA CADENA  
AGROINDUSTRIAL ARGENTINA**

Av. Corrientes 127 Piso 7º Of. 703  
C1043AAB - Buenos Aires  
Tel.: (54.11) 4312.4602  
[www.foroagroindustrial.org.ar](http://www.foroagroindustrial.org.ar)  
[foroagroindustrial@bc.org.ar](mailto:foroagroindustrial@bc.org.ar)

