

## Capítulo 11

### **La Expansión de la Frontera Agrícola en la Región Chaqueña: Perspectivas y Riesgos Ambientales**

*Jorge Adámoli, Sebastián A. Torrella y Rubén Ginzburg*

#### **Introducción**

En diversos capítulos se han analizado los problemas ambientales generados por las actividades agrícolas. Uno de los más importantes es el del avance de las fronteras agrícolas, ya que implica la sustitución de la vegetación original y su reemplazo con cultivos. El primer gran proceso de expansión fue el que dio lugar a la ocupación productiva de la región pampeana. Varias economías regionales expandieron sus fronteras agrícolas 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.

A diferencia de los anteriores procesos de expansión, protagonizados en gran medida por pequeños productores (los colonos) respondiendo a planes de colonización, la actual expansión en la región chaqueña está protagonizada por grandes y medianos productores, sin responder a ningún proceso de planificación, y con muy bajos niveles de control en las provincias.

En este capítulo se tratarán los siguientes temas:

- 1) Un análisis de los reflejos del fuerte crecimiento agrícola del país en la región, mostrando las diferentes respuestas que se registraron en las provincias, donde no sólo se registraron procesos de sustitución de ecosistemas nativos por cultivos, sino también sustitución de unos cultivos por otros.
- 2) Las implicancias ambientales, analizando las particularidades que presentaron los

diversos núcleos de expansión. Se incluyen análisis sobre las perspectivas de expansión, y un cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes.

### **1. El aumento de la producción agrícola y su reflejo en la región**

La producción agrícola de la región Chaqueña se ha incrementado notablemente en las últimas décadas. Si bien es difícil obtener datos estadísticos de la producción en la región, ya que estos se presentan en general desagregados por límites políticos más que ecológicos, a modo ilustrativo analizamos en este apartado la producción de las Provincias de Chaco, Santiago del Estero y Salta.

Chaco y Santiago del Estero están incluidas íntegramente en la región. El Este de Salta pertenece a la región Chaqueña, y allí es donde se concentran tanto el grueso de su producción de granos como el actual proceso de expansión, razón por la cual se pueden considerar los datos provinciales. No se incluyen aquí a las Provincias de Santa Fe y Córdoba, que aunque tienen importantes superficies productivas “chaqueñas”, lo principal de su producción en volumen y superficie está ubicado en la ecoregión pampeana.

En conjunto las Provincias de Chaco, Salta y Santiago del Estero, sextuplicaron su producción de cereales y oleaginosas desde 1990/91 hasta la fecha, pasando de 1,2 millones de toneladas a 7,7 millones de toneladas en la campaña 2006/07 (elaboración propia en base a estimaciones agrícolas SAGPyA). Al igual que en el resto del país, la soja tuvo un papel preponderante en este aumento, pasando de representar 35 % de la producción total hasta 77 %, en igual período. Muchos de los análisis que se realizan posteriormente en este capítulo son referidos al cultivo de soja en particular, por la sola razón de ser el principal cultivo en la actualidad y en lo proyectado a futuro.

Los escenarios internacionales de crecimiento mundial ofrecen perspectivas alentadoras para una demanda que sostenga el firme crecimiento de las actividades agrícolas, pero es necesario tener en cuenta que en las proyecciones a futuro hay diversos elementos que relativizan los pronósticos más optimistas sobre la continuidad del crecimiento mundial, entre ellos problemas en la China que puedan afectar su crecimiento, o las señales de que la economía de Estados Unidos está entrando en recesión. Adicionalmente, hay diversos pronósticos que indican que el crecimiento

general de la economía argentina puede disminuir en forma significativa, a lo que se agregan las consecuencias del grave conflicto que se generó con el campo.

Los escenarios que se plantean a futuro, sobre el comercio de la soja y los biocombustibles muestran a la Argentina como uno de los principales actores a nivel mundial. Según proyecciones del USDA (2008), Argentina se consolidará en los próximos diez años como el mayor exportador mundial de aceite y harina de soja. Dado que en nuestro país el principal destino de la producción de aceite y harina de soja es la exportación (alrededor del 95 % de dicha producción), los aumentos proyectados se darán necesariamente por un aumento neto de la producción, sin posibilidades de una redistribución en el consumo interno. Este incremento puede verse también en las proyecciones de la FAO, que prevén un aumento del 31 % en la producción de oleaginosas (principalmente soja) en la Argentina entre 2006 y 2016 (OECDFAO, 2007).

Analizando la producción de soja en la Argentina y en la región Chaqueña se observa que la participación de la región en el total de la producción nacional se viene incrementando desde 1990 hasta el presente. Para la campaña 2006/2007, dicha participación alcanzó casi 10%, en tanto que la superficie sembrada en la región representó 12,5 % de la superficie sembrada a nivel nacional (elaboración propia en base a estimaciones agrícolas SAGPyA). Hay que considerar que estos números están subestimando la importancia proporcional de la región, ya que como se mencionó anteriormente, no se han incluido en el cálculo a las porciones chaqueñas de las Provincias de Córdoba y Santa Fe.

El fuerte salto en la producción de soja se produjo a partir de la campaña 1995/96, potenciado por la liberación de la variedad transgénica de soja resistente al herbicida glifosato, la generalización de la práctica de la siembra directa y la incorporación de nuevas tecnologías y maquinarias. Por otro lado, puede verse como la tasa de incremento en la región Chaqueña fue superior a la nacional, especialmente desde 1995/96. Entre esta campaña y la de 2000/01, la producción nacional se duplicó, mientras que la regional se multiplicó por cinco. En el período siguiente las diferencias entre ambas tasas de incremento fueron menores, pero continuaron con la misma tendencia alcista.

### **Superficies sustituidas**

Lógicamente, los incrementos en la producción sólo pueden darse a partir de la variación de dos factores: una mejora en los rendimientos, por un lado; y un aumento en la superficie cultivada, por el otro. En el primero de los factores operan las novedades tecnológicas que viene incorporando el sector agropecuario en los últimos años y que aún no han alcanzado su techo. El segundo factor, el aumento de la superficie cultivada, puede darse a partir del desplazamiento de otras actividades agropecuarias, como la ganadería o el tambo, o de la sustitución de ecosistemas naturales por agroecosistemas. Si se considera el análisis de la soja, el aumento de su superficie cultivada puede darse también por la sustitución de otros cultivos.

Al analizar el aumento de la producción de soja en la región Chaqueña, entre las campañas 2000/01 y 2006/07 (elaboración propia en base a estimaciones agrícolas - SAGPyA), se observa que la producción creció 133 % (pasando de 2.012.600 TN a 4.690.784 TN), debido principalmente a un aumento de 94,7 % en la superficie cultivada con esta oleaginosa (1.034.100 ha a 2.013.327 ha) y en mucho menor medida a un aumento de 19,7 % del rinde (1,95 TN/ha a 2,33 TN/ha).

La importancia relativa de los tres componentes del aumento de la superficie cultivada (sustitución de otros cultivos, desplazamiento de ganadería y sustitución de ecosistemas naturales) varía según la zona productiva. Las estadísticas provinciales ayudan a ver algunas de estas diferencias, aunque frecuentemente hay marcadas diferencias entre zonas dentro de una misma provincia.

La figura 1 permite analizar los cambios producidos en las Provincias de Santa Fe, Chaco y Salta, en el período 1988-2002. Esta figura muestra la diferencia en la superficie ocupada por cada tipo de cultivo. Una barra hacia la izquierda implica que ese cultivo perdió superficie en el período, mientras que una barra hacia la derecha implica que el cultivo aumentó su superficie. La primera barra (superficie total) indica si la superficie cultivada de la provincia aumentó o disminuyó, y es la suma de todas las otras diferencias. Se muestran por separado la primera y segunda ocupación de los campos.

En las tres provincias hay un aumento en la superficie total implantada en general, que se explica mayormente por el aumento de la superficie ocupada por oleaginosas en particular.

En la Provincia de Santa Fe fue muy importante la disminución de las superficies dedicadas al cultivo de forrajes (aproximadamente 550.000 ha), que fueron en gran medida sustituidas por el cultivo de soja. Según datos de los Censos Nacionales Agropecuarios, las existencias ganaderas disminuyeron en el sur de la provincia y aumentaron en el norte (Adamoli et al, 2007c). Por otro lado, el aumento neto de las superficies sembradas en primera ocupación, que representa a la sustitución de ecosistemas naturales por agroecosistemas, fue también muy alto (cerca de 400.000 ha parte celeste de la superficie Total). Más adelante veremos que no se trató en este caso de desmontes, sino que correspondería a la sustitución de pastizales por cultivos.

Estos datos demuestran fehacientemente que en la Provincia de Santa Fe el proceso que predominó en el período 1988-2002 fue el aumento de la superficie cultivada a partir del desplazamiento de la ganadería. A su vez, en esta sustitución de actividades ganaderas por las agrícolas, es posible afirmar que en la zona pampeana de la provincia (zona sur) el fenómeno que se dio fue el de sustitución de forrajeras cultivadas, en tanto que en la zona chaqueña (al norte) el fenómeno se dio con la sustitución de pastizales naturales. Esta fuerte presión de las actividades agrícolas por el uso de las mejores tierras empujó a la ganadería hacia zonas marginales para el uso agrícola, tanto dentro como fuera de la provincia.

En la Provincia de Chaco el aumento registrado en la superficie cultivada con oleaginosas es producto de la retracción en la superficie destinada a los cultivos industriales (algodón), y en mayor medida por la incorporación de nuevas áreas a la producción (se transformaron aproximadamente 300.000 ha de ecosistemas naturales - aumento en la superficie sembrada Total en primera ocupación). Se observa también para el período un aumento en la superficie destinada al cultivo de cereales y a los forrajeros. Los datos sobre existencias ganaderas por departamento, indican que la actividad se desplazó desde el oeste hacia el este, hacia zonas menos aptas para la agricultura (Adamoli et al, 2007c).

En la Provincia de Salta ocurre algo parecido a lo visto para Chaco, con una retracción en las superficies de legumbres y cultivos industriales (principalmente poroto y algodón, respectivamente). Se produjo un importante incremento en la superficie sembrada total con cultivos en primera ocupación, lo que representa la sustitución de cerca de

200.000 hectáreas de ecosistemas naturales, y un aumento en los cultivos forrajeros. Esta tendencia a la expansión de la ganadería sobre el bosque se ha incrementado en el período 2002-2008 (ver más adelante, Los principales núcleos de la expansión).

Tanto para la Provincia de Salta como para la de Chaco, los datos muestran que el proceso que predominó en el período 1988-2002 es el de sustitución de ecosistemas naturales por agroecosistemas. Como veremos, los bosques son los ambientes más afectados por esta transformación.

## **2. Implicancias ambientales**

La particularidad del proceso en la región Chaqueña radica en el hecho de que el aumento en la producción se explica en gran medida por la incorporación a la actividad agrícola de terrenos donde hasta el momento se asentaban ambientes naturales. Esta pérdida de ambientes naturales y su sustitución por agroecosistemas, con la deforestación de montes nativos en particular, es el aspecto de la expansión agropecuaria que presenta los mayores impactos ambientales.

En los últimos años la región ha sido, y es, la ecorregión de Argentina donde el proceso de deforestación de bosques nativos es más intenso (Montenegro et al. 2004). Si bien el fenómeno también alcanza valores críticos en las Yungas en el noroeste y la Selva Paranaense en Misiones, es en la región Chaqueña donde se concentran las mayores superficies de ambientes naturales (mayormente bosques) transformados, constituyendo uno de los más importantes problemas ambientales del país (Brown et al. 2005).

El Gran Chaco Americano constituye una de las masas boscosas más extensas de América del Sur. El 60% de su superficie se ubica en territorio argentino, y presenta en su extensión una gran variabilidad climática, acompañada por distintas formaciones vegetales, entre las que se destacan los bosques dominados por especies del género *Schinopsis*, los “quebrachos colorados” (Morello y Adámoli, 1974; Prado, 1993). Es la tercera región con mayor biodiversidad del país, después de la Selva Paranaense y las Yungas. La eliminación y la fragmentación de hábitat naturales es considerada la principal causa de extinción de especies a nivel mundial (Fahrig 2003), por lo que la preservación del bosque chaqueño representa uno de los objetivos principales para la conservación en Argentina.

En el estudio realizado por Ginzburg et al. (2007), mediante imágenes satelitales se mapearon todas las áreas transformadas en la región Chaqueña argentina. Los resultados muestran que para el año 1992, dichas áreas transformadas abarcaban 3.014.107 ha, lo que constituye el 7,22 % de la superficie total estudiada. Para el año 2002 estos valores treparon hasta 4.816.502 ha y 11,54 %, respectivamente. De esta forma las áreas transformadas se expandieron en el período analizado 59,8 %, lo que constituyó la sustitución de 1.802.395 ha de ambientes nativos, principalmente bosques.

La figura 2 ilustra el proceso de expansión entre los años 1992 y 2002. Analizando cualquiera de las dos figuras por separado, se advierte que la distribución de las áreas cultivadas en la región no es homogénea, sino que como es natural, se concentra en aquellas zonas donde las condiciones de clima y suelos son más favorables. Así, históricamente se han evitado las zonas con limitantes edáficas, como los Bajos Submeridionales en el centronorte de Santa Fe y centrosur de Chaco, o con deficiente balance hídrico, como el chaco semiárido, distribuido entre el oeste de las Provincias de Chaco y Formosa, el centro de Santiago del Estero y el este de Salta.

Estos núcleos en los que se concentra la actividad agropecuaria son, de oeste a este, y según el análisis en zonas climáticas (figura 2):

a) Núcleo Subhúmedo Occidental

Es una angosta y en partes discontinua faja con aceptables condiciones pluviométricas originadas en el ascenso orográfico de las masas de aire, proceso que un poco más hacia el oeste permitirá la instalación de los bosques de transición primero y más al oeste aún de la Selva de las Yungas. La rapidez y la magnitud del proceso de ocupación de estas tierras desde mediados de los años 70, dieron lugar a una serie de problemas ambientales, entre los cuales se destaca un fuerte proceso erosivo, especialmente en las porciones próximas a las estribaciones montanas. En contraste con el modelo original de ocupación de la tierra, que estaba basado en pequeños y medianos productores (Barsky y Gelman 2001), la mayor parte de este proceso de expansión de la frontera agrícola se hizo, y continúa, con medianos y grandes productores. Se distinguen tres sectores principales y un cuarto de menor intensidad de ocupación:

a.1) Embarcación, Tartagal, en el norte del chaco salteño.

a.2) Las Lajita, Nuestra Señora de la Talavera, en el centrosur del chaco salteño.

a.3) A lo largo de la frontera entre Tucumán y Santiago del Estero.

a.4) y en menor medida en la frontera entre Santiago del Estero y Catamarca.

b) Núcleos con irrigación en el Semiárido

Debido a las condiciones climáticas (lluvias escasas y alta evapotranspiración), la agricultura de secano en el semiárido tiene severas restricciones, razón por la cual las dos áreas agrícolas principales tienen como soporte a la irrigación:

b.1) Santiago del Estero La Banda, es la más extensa. El riego depende del agua almacenada en el Embalse Río Hondo que luego es distribuida por el sistema de canales del río Dulce. Existen núcleos menores irrigados por el río Salado.

b.2) Joaquín V. González Gaona, dependiente del riego del río Juramento, que tiene sus aguas represadas en Cabra Corral y reguladas por el Embalse El Tunal.

c) Núcleo del Subhúmedo Central

El Chaco Subhúmedo Central presenta buenas condiciones de suelos y clima por lo que siempre ha sido la principal área agrícola de la región Chaqueña. Ocupa la cuarta parte de la superficie regional, pero concentra casi la mitad de la producción total. El grueso de las áreas cultivadas históricamente estuvo formado por pequeñas propiedades originadas en los procesos de colonización de principios del Siglo XX. Las áreas agrícolas son:

c.1) En la Provincia del Chaco se localizan básicamente en el centro y sudoeste, en torno a las localidades de Tres Isletas, Sáenz Peña, Charata y Villa Ángela; y su continuidad en la Provincia de Santiago del Estero, en el centro este de la provincia, con un área de gran expansión agrícola al norte de Roversi.

c.2) En el noroeste de Santa Fe las áreas cultivadas se localizan especialmente al norte de Tostado; y su continuidad en el sudeste de Santiago del Estero, en torno a Bandera.

c.3) En Formosa ocupan reducidas superficies en torno a Ibarreta, donde existe un importante porcentaje de cultivos abandonados.

d) Núcleos en el Chaco Húmedo

A pesar de contar con buenas condiciones climáticas, en el Chaco Húmedo la alta

proporción de tierras inundables hace que la superficie cultivada represente sólo 7,5 % del total de la zona, lo que virtualmente corresponde al total de tierras “altas” o no inundables potencialmente agrícolas. Esas tierras aptas para la agricultura están cultivadas desde comienzos del siglo XX, ocupadas en su mayor parte por pequeños y medianos chacareros, muchos de ellos minifundistas. Las áreas agrícolas del Chaco Húmedo presentan varios sectores diferenciados:

d.1) La mayor área se localiza sobre la dorsal oriental de Santa Fe, angosta faja de tierras altas que tiene a Reconquista y La Toscas como ciudades principales. Hacia el norte penetra en la provincia del Chaco en los alrededores de Basail, en un área originalmente azucarera, como fueron originalmente la mayor parte de las áreas agrícolas del Chaco húmedo (Maeder 1996).

d.2) En el centroeste de la provincia del Chaco hay varios núcleos agrícolas en torno a Resistencia, Colonia Benítez, Margarita Belén y Las Palmas, que ocupan tierras altas situadas sobre los albardones de los ríos Tragadero, Iné y la porción terminal del gran albardón del Río de Oro.

d.3) En el nordeste de Formosa, hay otro sector agrícola en Laguna Blanca y Riacho Hehe, sobre albardones del Riacho Porteño, un paleocauce del Río Pilcomayo.

Un análisis de la figura 2 permite analizar algunos aspectos de la expansión agropecuaria en el período 1992-2002. Se observan dos procesos complementarios:

Por un lado una intensificación de la ocupación de los suelos en los núcleos existentes, que se evidencia en el oscurecimiento de los polígonos (dentro de los núcleos, se fueron ocupando gran parte de los espacios que todavía no se hallaban ocupados);

Por otro lado, un desplazamiento de esos núcleos, muy especialmente de los ubicados en el Chaco Subhúmedo Occidental y Subhúmedo Central, hacia el Chaco Semiárido, es decir, una expansión hacia una subregión que antes era considerada “no apta”, como ya se dijo, debido a la escasez de las precipitaciones y las elevadas temperaturas. Esto ha sido posible debido a un aumento relativo en las precipitaciones (capítulo 3) y a la incorporación de nuevas tecnologías, como la siembra directa. Una parte considerable de los emprendimientos en las porciones más secas son establecimientos

ganaderos, que se han desplazado de la región pampeana y de otras zonas chaqueñas, y que tienen menores exigencias edafológicas y climáticas.

En el capítulo 3 se prevé, dentro de los cambios climáticos proyectados para las próximas décadas que, para el norte del país, debido a las mayores temperaturas aumentará considerablemente la evaporación, sin que existan grandes cambios en las precipitaciones. Esta conjunción de factores hace muy probable que se revierta la tendencia de las últimas décadas de mayor disponibilidad de agua, tendiendo hacia un clima más árido.

El avance de la frontera agropecuaria en esta parte del país y bajo tal escenario pone de manifiesto la posibilidad de que se produzcan procesos de desertificación. Ginzburg et al (2007) identificaron dos zonas críticas (fajas Oriental y Occidental) que históricamente formaron parte del Chaco Semiárido, pero que en los últimos 2530 años debido a incrementos en las precipitaciones pasaron a formar parte del Subhúmedo (figura 2). En estas dos fajas o zonas de riesgo climático, la superficie agropecuaria al año 1992 era de 674.134 ha, en tanto que al 2002 alcanzó 1.289.537 ha. El mayor cambio se dio en la faja Oriental alcanzando en el período una expansión de 453.876 ha, lo que representó un aumento de 143,7 %. Estos datos dejan de manifiesto un hecho sumamente preocupante, la cuarta parte del total de las áreas transformadas de la región Chaqueña al año 2002 se encontraban en zonas de riesgo climático.

### **Actualización de los datos de expansión**

Se elaboró una actualización del análisis de la expansión de la frontera agropecuaria en la región Chaqueña, en las dos zonas donde este proceso es más intenso: las fajas de contacto entre el Chaco Semiárido, con el Chaco Subhúmedo Occidental (y su transición a las Yungas) por un lado, y con el Chaco Subhúmedo Central por el otro. Se definieron 4 núcleos, dos en la faja del Oeste (“Tartagal” y “Las Lajitas”), y otros dos en la del Centro (“Charata” y “Bandera”), en los que se digitalizaron todas las parcelas donde la vegetación nativa fue reemplazada por cultivos agrícolas o por pasturas (figura 3.a).

Para los cálculos de la tasa anual de expansión, se utilizaron las fechas reales de captura de las imágenes (“Tartagal”: 198920002008; “Las Lajitas”: 199220012008; “Charata”: 198820022005; “Bandera”: 198720002007). Sin embargo, para una rápida identificación, lectura de los datos y comparación entre los núcleos, los resultados se

muestran agrupando los períodos estudiados como series temporales 199220022008.

Los 4 núcleos analizados mostraron una fuerte expansión de las áreas agropecuarias (figura 3.be). “Charata” y “Bandera”, en el Subhúmedo Central, que ya contaban con grandes superficies agrícolas en 1992, fueron los núcleos con mayor expansión neta, alcanzando una superficie transformada al año 2008 de 1.584.212 ha y 1.096.787 ha, respectivamente (tabla 1 y figura 4.a). Sin embargo, “Tartagal” y “Las Lajitas”, en el Subhúmedo Occidental, exhibieron la mayor expansión porcentual respecto a la superficie que poseían dichos núcleos al año 1992. El núcleo de “Tartagal” paso de 120.963 ha en 1992, a 364.593 ha en 2008; “Las Lajitas” paso de 294.536 ha a 856.627 ha en igual período. Estos datos muestran que ambos núcleos del Oeste triplicaron sus áreas agropecuarias en apenas 16 años (casi 200 % de aumento).

En cuanto a las tasas de expansión (tabla 1 y figura 4.b), los resultados mostraron que lejos de detenerse, estas aumentaron en los 4 núcleos para los períodos analizados (199202 y 200208), llegando incluso a duplicarse en “Charata” y “Las Lajitas”, con valores que superan las 97.000 y 51.000 ha/año, respectivamente.

Es importante notar que aún dentro de estos 4 núcleos de expansión, la distribución de las áreas agropecuarias transformadas no es uniforme, más aún se encuentran agrupadas ocupando los sectores con mejores condiciones de suelo y precipitaciones. Es así que si bien el porcentaje del área total transformada puede parecer bajo, el área con potencial agrícola ocupada es en los 4 casos muy cercana al 100% de sus posibilidades.

## **Emisiones de CO<sub>2</sub>**

La emisión de gases de efecto invernadero es otro de los importantes impactos que tiene la deforestación masiva. El bosque chaqueño en razonable estado de conservación contiene 170 toneladas de materia orgánica por hectárea, de las cuales el 50 % corresponde a carbono. A partir de este valor, hemos estimado el contenido de materia orgánica en cada una de las fisonomías presentes en las zonas de estudio. Del mismo modo, se estimó la participación de cada una de esas fisonomías dentro de las áreas que han sido incorporadas a la actividad agropecuaria en el período 19922008 (tabla 2), en el

Chaco Subhúmedo Central y en el Subhúmedo Occidental.

Considerando la expansión agropecuaria registrada para dicho período en los 4 núcleos ya analizados (tabla 1), obtuvimos una cuantificación de la cantidad de C emitido. En los 16 años analizados, se emitieron en conjunto en ambas fajas, más de 77 millones de toneladas de carbono (“Tartagal”, 8.749.362 TN de C; “Las Lajitas”, 20.186.057 TN de C; “Charata”, 26.588353 TN de C; “Bandera”, 21.697.331 TN de C).

Es decir que, en promedio, estos cuatro núcleos habrían emitido anualmente 4.826.319 Tn de carbono, que en forma de CO<sub>2</sub> equivalen a 17.696.503 Tn. En la segunda comunicación nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, del año 2000, se reporta un valor para las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la transformación de bosques cercano al 50% del valor aquí calculado.

Si bien se trabajó con metodologías y niveles de detalle muy diferentes, estas diferencias muestran el grado de incertidumbre y amplio margen de error que existen en este tipo de cálculos.

La diferencia entre ambas estimaciones es importante; sin embargo, proyectados a los totales nacionales, el aporte de los desmontes se limita a valores entre un 4 y un 8% de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> equivalente.

### **Proyecciones**

En consonancia con el aumento en la producción esperado para los próximos años, se proyecta que las superficies cultivadas en toda la región Chaqueña aumentarán considerablemente, como se analizó, en buena medida a expensas de la deforestación del monte nativo. Adámoli et al (2007b), estiman que para el año 2007 la superficie cultivada en toda la región Chaqueña será de 6.200.000 ha, para el 2010 será de más de 7 millones de hectáreas, en tanto para el año 2020 será entre 50 y 100 % mayor a la superficie actual, oscilando entre los 9 millones a 12,5 millones de hectáreas, según el escenario de expansión planteado.

Es interesante notar que si le adicionamos a la superficie mapeada para el año 2002, la expansión al 2008 en los cuatro núcleos principales presentada arriba,

alcanzamos la superficie total de 5.900.000 hectáreas; indicando que el valor estimado para 2010, de 7.100.000 hectáreas es perfectamente plausible.

En el mismo trabajo, Adámoli et al (2007b) estiman la superficie ocupada con pasturas en cada uno de los períodos analizados. Así el desglose de la superficie ocupada con pasturas y con agricultura, muestra un constante avance en los porcentajes de pasturas, desde 1 % en 1992 cuando muy pocos campos tenían pastos cultivados, pasando a 5 % en 2002, a 8 % en 2007 y a 10 % en 2010. Para el año 2020 estiman que 20 % de la superficie cultivada en la región estará ocupada con pasturas, llegando a cubrir aproximadamente 2.300.000 ha. Estos números reflejan la importancia creciente que tiene esta actividad en la región.

### **Pérdida de ambientes**

La concentración en núcleos que presenta la deforestación en la región hace que los ecosistemas naturales asentados originalmente en estas zonas se vean seriamente comprometidos. De igual modo que procesos anteriores implicaron la virtual desaparición del bosque de la dorsal oriental santafesina, hoy en día son varios los ecosistemas chaqueños en riesgo de correr la misma suerte.

En el Norte de la provincia de Córdoba, ya en 1999 la superficie del bosque Chaqueño Serrano se había reducido en un 94 %, pasando a ocupar solamente 13.700 ha. (Zak et al., 2004).

La Selva Pedemontana, en la transición entre el Chaco Semiárido y las Yungas en el noroeste argentino, es uno de los más afectados y al no estar representado en el sistema nacional de áreas protegidas (Izquierdo y Grau, en prensa; Adámoli et al, 2007c), se estima que de mantenerse las tasas de expansión actual, virtualmente se llegaría a la extinción de estos ambientes hacia el 2020 (Adámoli et al, 2007b ).

Otro ambiente seriamente comprometido es el “bosque de tres Quebrachos” en el Chaco Subhúmedo Central. En el apartado siguiente se analizan en detalle las implicancias del avance de la frontera agropecuaria sobre este ambiente.

### **3. Pérdida y fragmentación del Bosque de tres quebrachos**

En el sudoeste de la Provincia del Chaco se dan condiciones de clima y suelo

particularmente favorables para la agricultura, lo que hizo que desde principios del siglo XX el área fuera intensamente cultivada (núcleo “c.1” de la figura 2). A lo largo de dicho siglo la zona ha sido escenario de diversas expansiones agrícolas, y en la actualidad presenta un altísimo porcentaje de su área ocupada por agricultura.

Como contrapartida de esta expansión agrícola se produjo una muy sensible reducción de la superficie ocupada por la vegetación nativa, representada por bosques en su mayoría y abras o manchones de pastizales (Morello y Adámoli, 1974). La mayor parte de los bosques de esta zona corresponden a un ecosistema único e irremplazable, el Bosque de tres quebrachos, donde coexisten el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), el colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii*) y el colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*), y que posee la particularidad de ser el área de máxima expresión del quebracho híbrido entre ambos colorados (*Schinopsis heterophylla*).

La falta de planificación territorial y el virtual descontrol del avance de la frontera agrícola llevó a que este bosque, que antaño ocupaba gran parte de la subregión del Chaco Subhúmedo Central, hoy se encuentre en superficies reducidas y de manera muy fragmentada, lo que en conjunto lo sitúa bajo un severo riesgo para su conservación y persistencia futura.

Como una forma de cuantificar la pérdida del Bosque de tres quebrachos, para un área de estudio de 430.530 ha al noreste de Gancedo y sudoeste de Corzuela, en los alrededores de la localidad de Charata, se identificó la cobertura y distribución de los bosques en dos cortes temporales. En la figura 5 se muestra la cobertura del Bosque de tres quebrachos para los años 1988 y 2005.

Más allá del impacto visual que generan estas imágenes, que reflejan claramente la fuerte pérdida del bosque nativo, es importante resaltar algunos números que surgen del análisis de la estructura y dinámica del paisaje, que muestran la notable reducción y fragmentación del Boque de tres quebrachos (tabla 3).

La cobertura de bosques que en el año 1988 era de 204.118 ha (abarcando 47,4 % del área de estudio), pasó a 122.551 ha en el 2005 (reduciéndose a 28,5 % del área). Esta pérdida de 81.567 ha del Bosque de tres quebrachos representa una disminución del 40 %

de su superficie remanente al '88. El reemplazo de ambientes naturales por agroecosistemas esta reconocido mundialmente como una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, afectando también a los bienes y servicios ambientales prestados por estos ambientes. Además, y como ya fue analizado, estos desmontes son una fuente muy importante de emisiones de CO<sub>2</sub>.

La fuerte fragmentación que sufrió el Bosque de tres quebrachos durante el período analizado se expresa en:

- El número de parches o fragmentos de bosque aumentó en 71.8 % (pasando de 1.917 fragmentos en el '88 a 2.635 en el 2005);
- Los fragmentos se hicieron cada vez más pequeños (el tamaño medio de parche disminuyó de 106,5 ha a 46,5 ha).
- La fragmentación afecta a la biodiversidad al provocar un corte o discontinuidad en la conectividad del ambiente 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.

El efecto combinado de estas dos fuerzas de presión sobre el bosque, reducción de la superficie ocupada y fragmentación, hizo que el llamado “efecto borde” aumentara en el período, lo que se ve en el incremento del índice de densidad de borde (cantidad de metros de borde de bosque que hay por hectárea de bosque) que pasó de 99,5 m/ha a 125,2 m/ha. El efecto borde aumenta la posibilidad de invasión de especies exóticas, puede cambiar la composición de especies en el borde o transición entre los ambientes que se tocan, y en el caso puntual que analizamos de transición bosqueagricultura, aumenta los riesgos de afectación de la vegetación nativa por la aplicación y/o deriva de agroquímicos. En el capítulo 5 se encuentran mayores detalles sobre los efectos de la fragmentación y el aumento del efecto borde sobre las poblaciones naturales.

Es interesante notar cómo la historia de ocupación del territorio puede verse reflejada en estos procesos de reducción y fragmentación de los bosques. En el período analizado, el proceso de pérdida de superficie de bosques (reducción) fue más intenso en

el oeste, donde había mayores superficies boscosas y en grandes núcleos. En tanto que, el proceso de fragmentación fue más intenso en el este, donde las masas boscosas ocupaban menores superficies y se hallaban en fragmentos más pequeños, y donde el territorio ya se encontraba ocupado desde hace varias décadas.

La evolución en la ocupación del territorio puede ser analizada también bajo el análisis de la estructura del paisaje en ambos cortes temporales (tabla 4).

La pérdida de superficie boscosa se dio en ambos sectores, pero fue mucho más significativa en el oeste, donde se perdieron 52.488 ha, 46 % del remanente de bosque al '88 vs. 29.078 ha, 32 % del remanente en el este (figura 6a). Cabe aclarar que ya había menos superficie de bosque en 1988 en la zona este.

La fragmentación fue un proceso que también se produjo en ambos sectores (el número de fragmentos aumentó y su tamaño medio disminuyó), pero en el este la fragmentación fue más intensa (figura 6.b), aumentando en mayor número el número de parches (499 nuevos fragmentos en el este vs. 226 en el oeste).

Asimismo, la evolución en la ocupación del territorio quedó fuertemente impresa en el paisaje, lo que puede verse considerando la distribución y configuración de los bosques en el tiempo, para ambas zonas, este y oeste (figura 7).

En el área este se destaca el patrón dado por la antigua ocupación de la agricultura en la región Chaqueña. Para 1988 se observan las formas irregulares, producto del avance agrícola sobre abras en el bosque y quemadas recurrentes. Para el 2005 se observan los dos patrones de ocupación, vestigios de las antiguas formas irregulares que se mezclan con las formas rectas de la más reciente expansión agrícola.

En el área oeste se observa claramente el patrón dado por la expansión agrícola de los últimos 2030 años. Ya en 1988 las formas predominantes son las regulares, con grandes extensiones de bosque desmontadas en línea recta (las pocas formas irregulares que se detectan, al ONO y centro Sur de la figura, corresponden a episodios de quemas del bosque, en esos años metodología corriente y previa a los desmontes). En el 2005 las formas regulares son las únicas presentes (nótese la gran cantidad de líneas rectas, principalmente

en sentido OE, pertenecientes a las cortinas forestales).

En resumen, se registra una fuerte pérdida de superficie y una intensa fragmentación que ha venido sufriendo el Bosque de tres quebrachos a raíz de los sucesivos avances de la frontera agrícola, proceso que se ha incrementado notablemente en los últimos 20 años. Causa y consecuencia, estos procesos traen aparejados la pérdida de conectividad del ambiente natural, el posible aislamiento para ciertas especies y la pérdida o eliminación lisa y llana de una parte importante de los individuos y las poblaciones de especies que componen estos bosques.

La velocidad e intensidad de la reciente y actual expansión agrícola pueden provocar que en poco tiempo más no existan masas boscosas que permitan asegurar en número, tamaño, forma y conectividad, la persistencia futura de este ecosistema único, y de los bienes y servicios que de él dependen.

Hoy día no existen áreas protegidas que contemplen la inclusión de este ecosistema; tampoco existen tierras fiscales en número y superficie suficientes en su área de distribución. La única posibilidad real de conservación consistiría en integrar una red de áreas protegidas en propiedades privadas, para poder conservar muestras representativas de la diversidad ecológica presente en este bosque.

El Laboratorio de Ecología Regional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, está llevando a cabo un proyecto en predios de productores agropecuarios de la zona de Charata, que se caracterizan por un importante nivel técnico en cuanto a sus actividades productivas, y por un firme compromiso para la conservación de los remanentes del Bosque de los Tres Quebrachos. El proyecto involucra el análisis de la estructura del paisaje, la evolución de la fragmentación del bosque y las implicancias de este proceso sobre la composición de las comunidades vegetales y animales que lo componen y habitan. El objetivo es profundizar el conocimiento del proceso para generar herramientas de manejo orientadas a la conservación y conectividad de los fragmentos remanentes.

#### **4. Conclusiones**

Los diversos ciclos de expansión de las fronteras agrícolas en la región chaqueña

han significado la incorporación a la producción de 6 millones de ha hasta el momento. Esto implica un importante aporte a la producción de granos, fibras y carnes del país, y las tendencias sugieren que esto se incremente en un 50 % hacia el año 2020. Al mismo tiempo en que se está generando una gran riqueza, hay numerosas señales que indican que es imprescindible repensar el futuro, ya que en este proceso se han pagado grandes costos ambientales y sociales. Por una parte, junto con el surgimiento de importantes polos productivos, todas las provincias que forman parte de la región chaqueña tienen los peores índices sociales del país como pobreza, indigencia, desnutrición, mortalidad infantil. Por otra parte, y si bien no existe información detallada al respecto, la mayor parte de las áreas agrícolas fueron desmontadas sin planificación, con escasos controles y en gran parte la madera de los desmontes fue quemada.

En relación con las tecnologías utilizadas en los procesos productivos, tuvieron una tradición de carácter expoliador. Así ocurrió primero con la explotación “minera” de los bosques y con la ganadería de monte, que en pocas décadas provocó un colapso de los estratos herbáceos y la caída en la receptividad. El monocultivo algodonero dejó suelos agotados, las primeras fases del cultivo de protos tuvo altos costos en materia de erosión, particularmente grave en las áreas más onduladas. En los actuales sistemas productivos, tanto agrícolas como ganaderos, se observan importantes avances en la aplicación de tecnologías modernas y en criterios de manejo que han aumentado sensiblemente los rendimientos. Estas actividades “de punta” conviven con sistemas productivos ineficientes. El desafío para el país y para la región, consiste en tomar lo mejor de lo que existe para generalizarlo y evitar, mitigar o compensar las consecuencias negativas.

Los escenarios proyectados indican que habrá una fuerte expansión de las áreas cultivadas en la región Chaqueña. Este aumento de las superficies cultivadas en detrimento de las áreas con vegetación nativa es la principal amenaza para la conservación de la biodiversidad en la región. Este grave problema se agudiza si tenemos en cuenta que virtualmente no existen áreas protegidas en las zonas con un desarrollo agrícola histórico ni en aquellas en las que se concentra la expansión actual (Ginzburg et al, 2006). Resulta evidente entonces que el sistema de áreas protegidas no es suficiente para garantizar la conservación de los ambientes nativos y los servicios ambientales que ellos prestan.

Hasta el momento la actual expansión agropecuaria se vio favorecida por un ciclo húmedo con mayores precipitaciones a las normales, que permitió avanzar sobre tierras antes consideradas marginales para la producción, y estuvo signada más bien por las leyes de los mercados (precios de commodities, especialmente la soja) y la oferta y demanda de tierras para su compra o arrendamiento, más baratas que en la región pampeana, sin que exista una regulación efectiva por parte de los estados, nacional y provinciales, para establecer los mejores criterios de cómo, dónde, y de qué forma se realice dicha expansión. Si bien existen algunas experiencias piloto que permiten avanzar en tal sentido (INTA, APN, etc.), estas todavía son incipientes o abarcan una escala predial o comunal.

Es importante tener en cuenta las restricciones en cuanto a la disponibilidad de tierras potencialmente cultivables en las diferentes zonas climáticas (Adámoli et al, 2007b ). En el Chaco Húmedo se considera que ya en 2007 hay muy poca superficie cultivable disponible. En el Chaco Subhúmedo Occidental (básicamente Chaco Salteño), se estima que hacia el año 2010 quedarán disponibles muy pocas tierras cultivables. En el Chaco Subhúmedo Central (eje Tres Isletas Sáenz Peña Charata Tostado Bandera), las tierras disponibles para cultivos se terminarían antes del año 2020.

Así, las posibilidades de expansión agrícola quedan limitadas a la faja de contacto de ambas zonas Subhúmedas con la zona Semiárida (figura 8). Esto aumenta las dudas sobre la sustentabilidad de dichos cultivos futuros, dado que ocuparán importantes superficies dentro de las fajas de riesgo climático, lo que aumenta los riesgos de desertificación. La probable aparición en pocos años más de variedades tolerantes o resistentes a la sequía, o las diversas alternativas que están en estudio sobre variedades con genes apilados, sería una solución para los productores actuales, pero al mismo tiempo aumentaría la presión para el desmonte.

El escenario planteado pone en evidencia que es imprescindible la implementación de un programa de ordenamiento territorial a escala regional (capítulo 13). 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 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.

*\*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.*

## Bibliografía

- Adámoli, J., C. Galperín, M. Oliver, M. Dávila, L. Fernández, R. Ginzburg y S. Torrella. 2007. Expansión del cultivo de la soja en la Argentina: aportes para la sustentabilidad. Capítulo de libro. Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SeCyT). (en prensa)
- Adámoli, J., R. Ginzburg, S. Torrella, L. Adámoli, 2007. Biocombustibles: perspectivas ambientales en la Región Chaqueña. (129146 pág.) En: Bioenergía 2006: avances y perspectivas. Ed: Fernando Vilella y Hector Rosatto. Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires Facultad de Buenos Aires.
- Adámoli, J., S. Torrella, y R. Ginzburg, 2007. Perspectivas de expansión de las fronteras agrícolas en la región chaqueña: 19922020. Capítulo de libro. Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SeCyT). (en prensa)
- Barsky, O. y J. Gelman, 2001. Historia del agro argentino. 460 pág. Ed. Grijalbo-Mondadori. ISBN 9879397215.
- Brown, A., U. Martínez Ortiz, M. Acerbi y J. Corcuera J. 2005. Conclusiones de la situación ambiental por ecorregiones. En el libro: La situación ambiental argentina 2005. Ed: Alejandro Brown, Ulises Martinez Ortiz, Marcelo Acerbi y Javier Corcuera.
- Ginzburg, R., S. Torrella y J. Adámoli. 2007. Cuantificación y análisis regional de la expansión agropecuaria en el Chaco Argentino. En: Understanding biodiversity loss: an overview of forest fragmentation in South America. M. J. Pacha, S. Luque, L. Galetto, and L. Iverson (editores). IALE Landscape Research and Management papers. Internacional Association of Landscape Ecology.
- Izquierdo, A., y H. R. Grau, en prensa. Agriculture adjustment, landuse transition and protected areas in Northwestern Argentina. Journal of Environmental Management
- Maeder, E., 1996. Historia del Chaco. Ed. Plus Ultra. Bs. As. 304 p.
- Montenegro, C., I. Gasparri, E. Manghi, M. Strada, J. Bono, y G. Parmuchi, 2004. Informe sobre deforestación en Argentina. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Dirección de Bosques, Ministerio de Salud y Ambiente. 8 pág.
- Morello, J. y J. Adámoli. 1974. Segunda parte: Vegetación y ambiente de la provincia del

Chaco. En: Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. Serie fitogeográfica N° 13. Buenos Aires: INTA.

OECDFAO (Organisation For Economic CoOperation And Development Food And Agriculture Organization Of The United Nations). 2007. Agricultural Outlook 2007-2016.

Prado, D. 1993. What is the Gran Chaco vegetation in South America? I. A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. V Candollea 48: 145-172

SAGPyA. Estimaciones agrícolas. <http://www.sagpya.mecon.gov.ar>

USDA Agricultural Projections to 2017. Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. Longterm Projections Report OCE-20081, 104 pág. (<http://www.ers.usda.gov/Publications/OCE081/>)

Zak, M., M. Cabido, J. Hodgson. 2004. Do subtropical seasonal forest in the Gran Chaco, Argentina, have a future?. Biological conservation 120: 589598.

[http://www.grenoble.cemagref.fr/workshop\\_bariloche/IALE.htm](http://www.grenoble.cemagref.fr/workshop_bariloche/IALE.htm)

Núcleo	Área de estudio (ha)	Área transformada (ha)			Tasa (ha/año)		Expansión Total	
		1992	2002	2008	9202	0208	Sup. (ha)	%
Tartagal	2.011.283	120.963	244.108	364.593	11.195	15.061	243.630	201,4
Las Lajitas	3.130.913	294.536	496.047	856.627	22.390	51.511	562.090	190,8
Charata	2.909.780	721.304	1.292.031	1.584.212	40.766	97.393	862.908	119,6
Bandera	2.896.978	392.614	810.295	1.096.787	32.129	40.927	704.173	179,4

**Tabla 1.** Superficies agropecuarias en los núcleos “Tartagal”, “Las Lajitas”, “Charata” y “Bandera”, en los años 1992, 2002 y 2008.

Fisonomía	Contenido de C (Tn /ha)	% de cobertura	
		Subhúmedo Central	Subhúmedo Occidental
Bosque alto	85	5	5
Bosque alto raleado	51	10	20
Bosque bajo	34	35	40
Bosque muy degradado	25,5	0	30
Sabana muy arbustificada Sabana	25,5 12,75	25 25	0 0
Peladares	4,25	0	5

**Tabla 2.** Estimación del contenido de carbono de las distintas fisonomías presentes en el área de estudio, y su participación en la cobertura del suelo en el Chaco Subhúmedo Central y el Occidental. Fuente: Estimaciones propias.

Área de estudio (ha): 430.530		
	Bosques 1988	Bosques 2005
Superficie (ha)	204.118	122.551
% del área de estudio	47,4	28,5
Nº de parches	1.917	2.635
Tamaño medio de parche (ha)	106,5	46,5
Parche mayor (ha)	67.920	10.401
Densidad de borde (m/ha)	99,5	125,2
Media P/A (m/ha)	389,9	391,1

**Tabla 3.** Índices de paisaje calculados para los bosques existentes en el área de estudio, para los años 1988 y 2005.

	Área este (ha): 220.442		Área oeste (ha): 210.088	
	Bosques 1988	Bosques 2005	Bosques 1988	Bosques 2005
Superficie (ha)	90.610	61.532	113.508	61.020
% del área de estudio	41,1	27,9	54,0	29,0
Nº de parches	1.195	1.694	1.306	1.532
Tamaño medio de parche (ha)	75,8	36,3	86,9	39,8
Parche mayor (ha)	28.782	2.689	28.800	3.238
Densidad de borde (m/ha)	93,4	121,9	98,9	115,9
Media P/A (m/ha)	312,9	315,2	398,3	386,4

Tabla 4. Índices de paisaje calculados para los bosques existentes en el área de estudio en el sector Este (220.442 ha) y Oeste (210.088 ha), para los años 1988 y 2005.

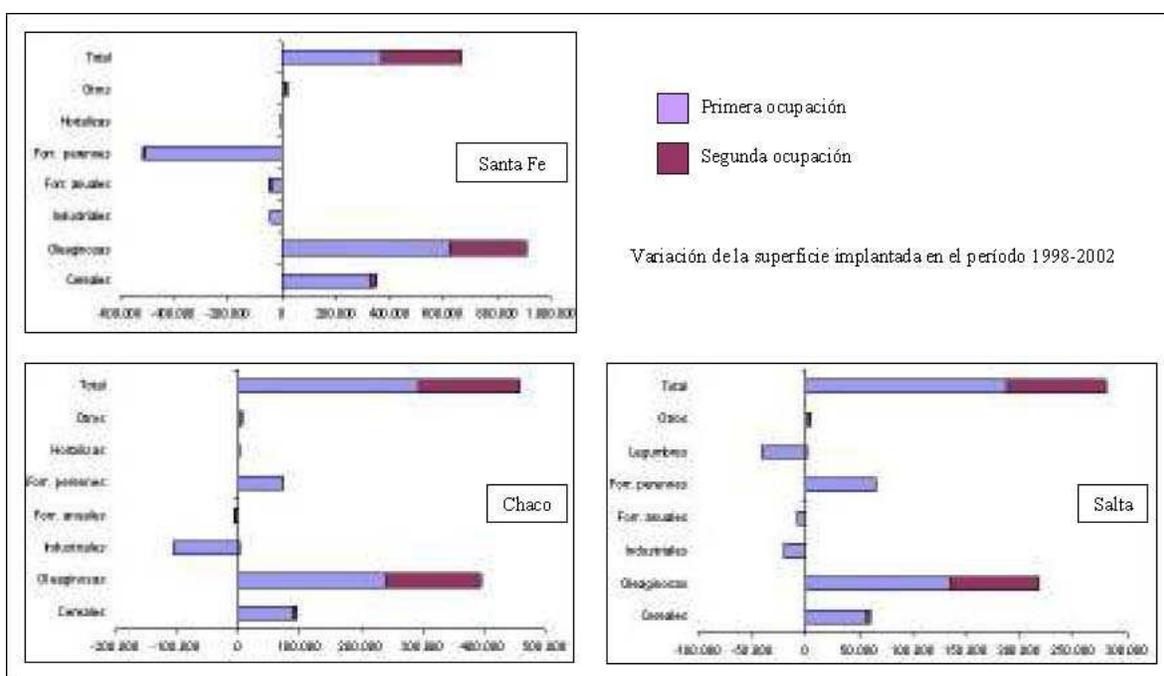


Figura 1. Variación en la superficie implantada (hectáreas) por tipo de cultivo y ocupación, 1988-2002, para las Provincias de Santa Fe, Chaco y Salta. Fuente: Adámoli et al, 2007 (C).

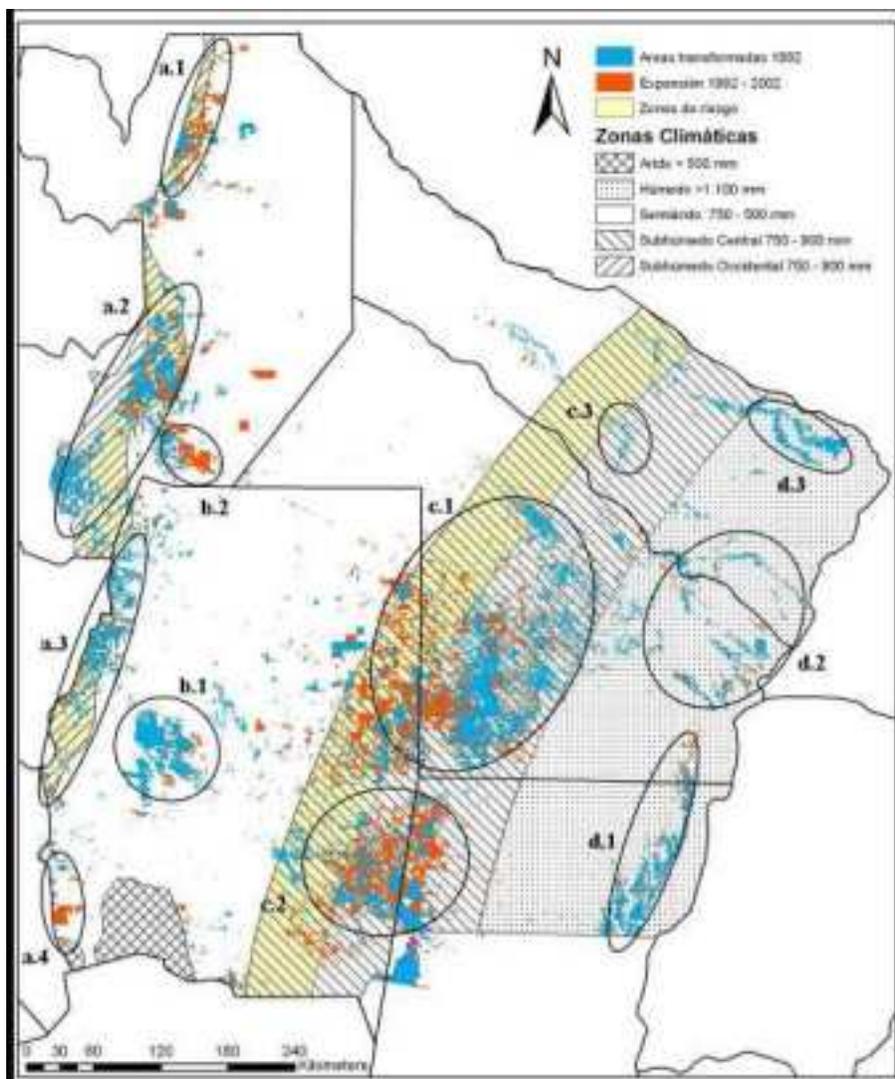


Figura 2. Núcleos agrícolas en la región Chaqueña según las distintas zonas climáticas, y zonas de riesgo climático. Fuente: Ginzburg et al, 2007.

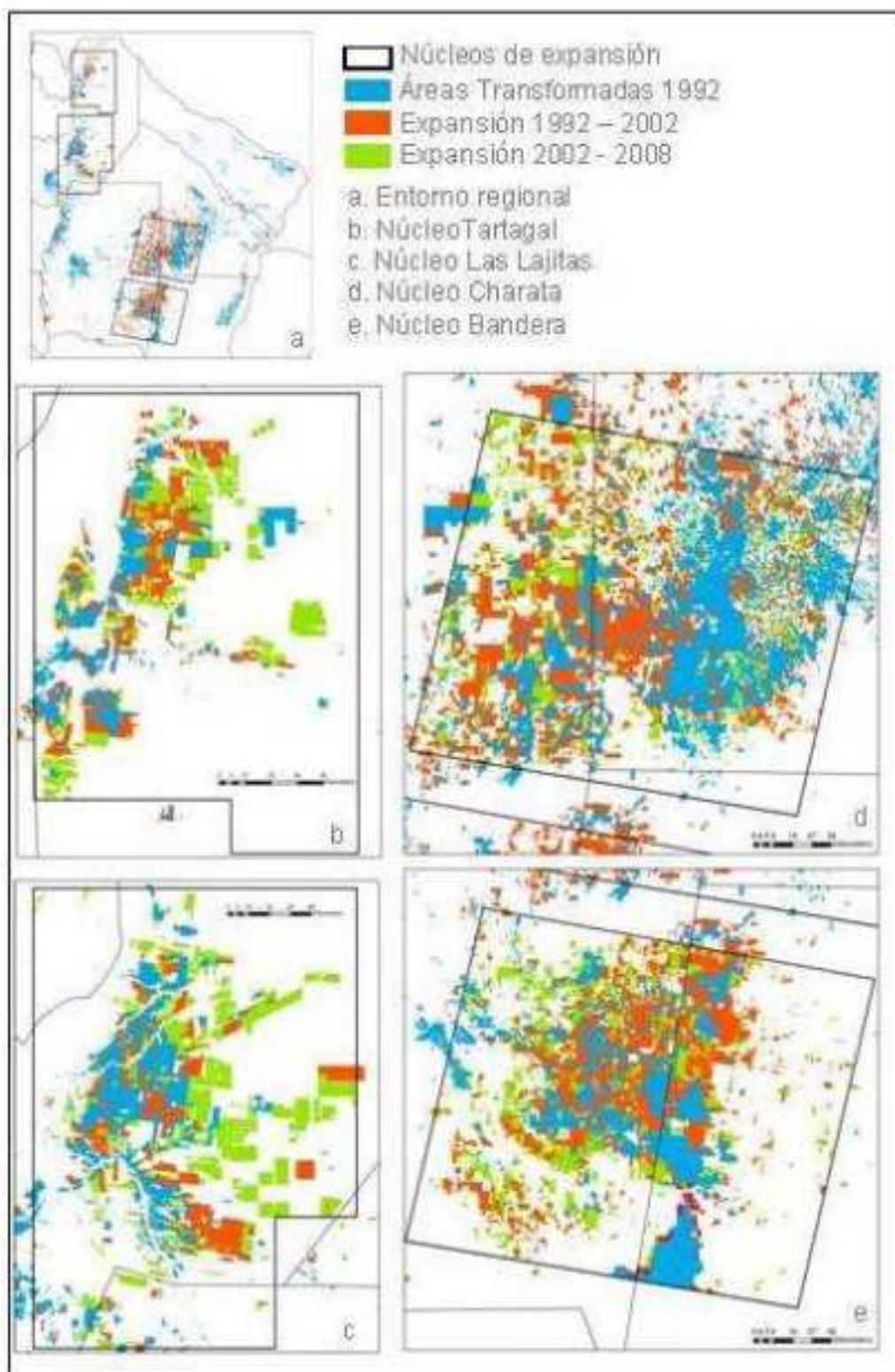


Figura 3. Mapeo de las áreas transformadas en los 4 núcleos de expansión: a) Entorno regional; b) “Tartagal”; c) “Las Lajitas”; d) “Charata”; y e) “Bandera”

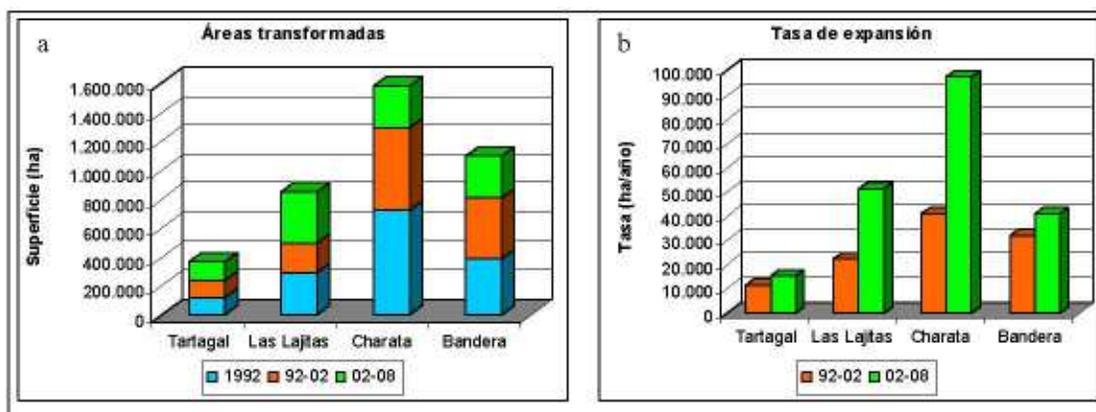


Figura 4. a. Áreas transformadas en los núcleos “Tartagal”, “Las Lajitas”, “Charata” y “Bandera”, en el año 1992, y su expansión durante los períodos 19922002 y 20022008; b. Tasa de expansión anual de las áreas agropecuarias (ha/año).

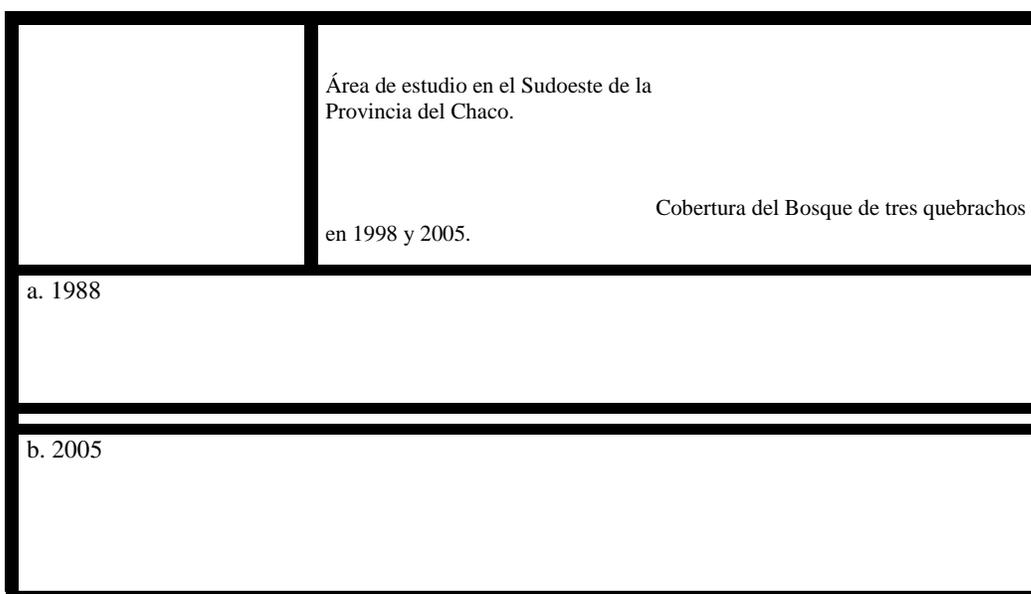


Figura 5. Cobertura del Bosque de tres quebrachos en el área de estudio en los cortes temporales: a. 1988; y b. 2005. Se divide el área en dos, este y oeste (línea), para un análisis posterior de los distintos factores que afectaron cada zona.

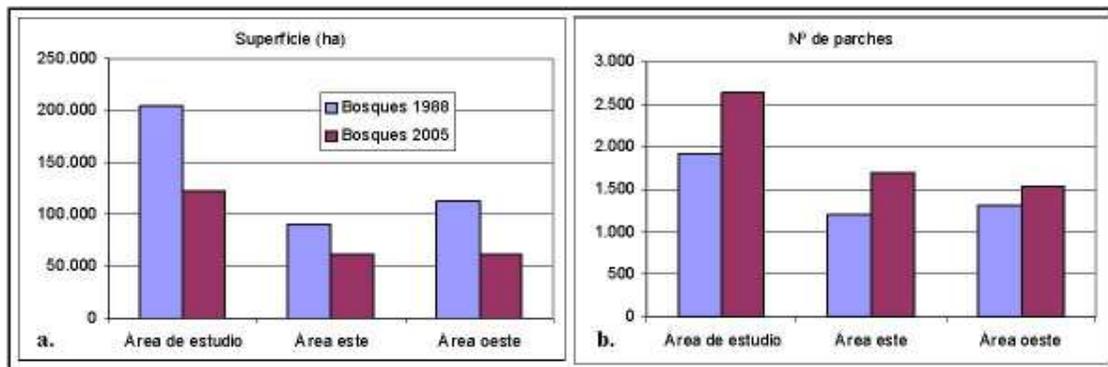


Figura 6. Bosque de tres quebrachos en el área de estudio y sectores este y oeste, para los años 1988 y 2005. a. Superficie de bosque; b. Número de fragmentos.

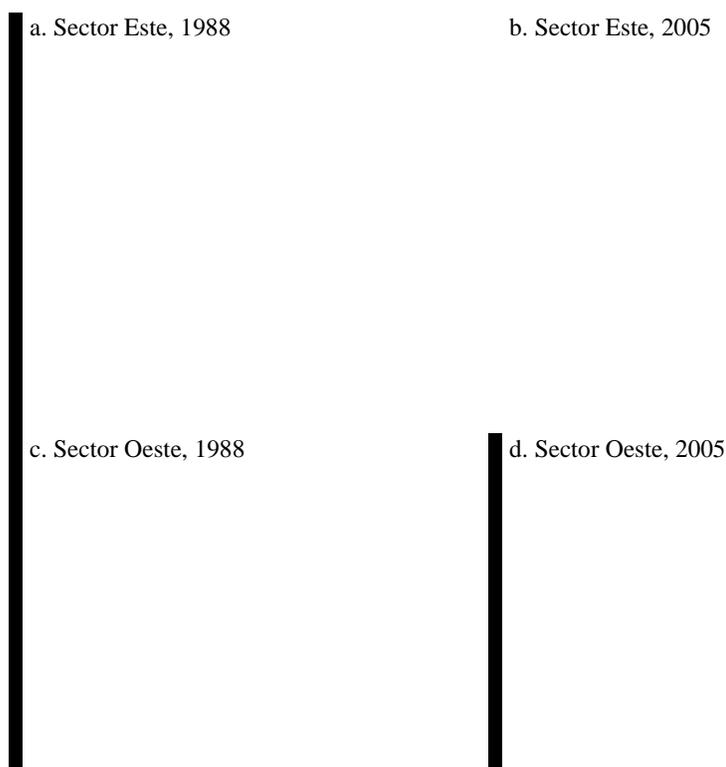


Figura 7. Detalle de la cobertura del Bosque de tres quebrachos para los años 1988 y 2005: a y b. Sector este; c y d. Sector oeste.

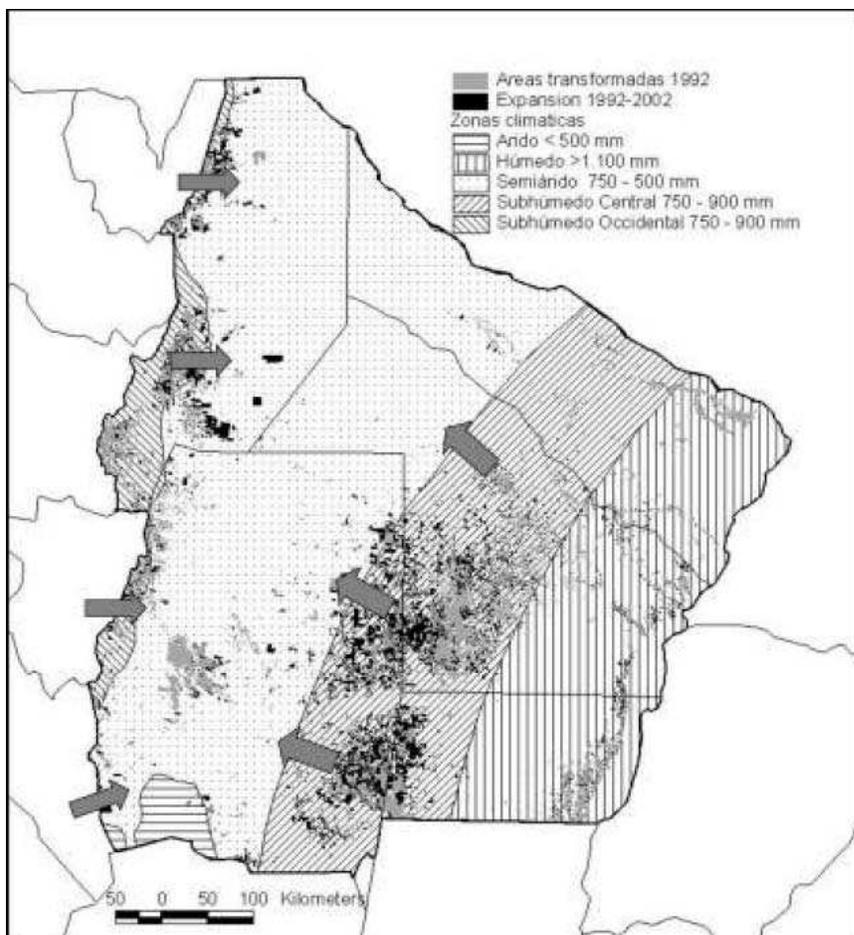


Figura 8. Fuerza de presión de la expansión agrícola actual y la proyectada al año 2020. Las flechas ilustran la presión que sufrirán las fajas de contacto entre el Semiárido y el Subhúmedo Occidental y Central, respectivamente, debido al avance de la frontera agropecuaria. El mayor grosor de las flechas en el SemiáridoSubhúmedo Central es representativo de la mayor expansión estimada para dicha faja, en donde existe una mayor disponibilidad de tierras con potencial agrícola.