

LA REVOLUCIÓN DE LA SOJA

Carlos Eduardo Solivéz^{*}

Versión completa del estudio parcialmente publicado en el *Suplemento Rural* del diario *Río Negro* (10 de junio de 2006, pp. 1-3, <http://www.rionegro.com.ar/diario/rural/2006/06/09/834.php>) y en el libro *Las tecnologías en Argentina: breve historia social* (Editorial Capital Intelectual, Buenos Aires, 2006, pp. 79-94).

^{*} Véase biografía en <http://es.wikipedia.org/wiki/Usuario:Csoliverez>.

ÍNDICE

Introducción	1
La expansión del cultivo de la soja	1
Aspectos agrícolas	2
La fertilidad del suelo	2
El control de las malezas	4
La siembra directa	5
Cambios agrícolas generados por el cultivo de la soja	6
Aspectos tecnológicos	7
Aspectos económicos	9
Aspectos ambientales	11
Problemas de los ecosistemas vegetales	11
Problemas sanitarios y de los ecosistemas animales	12
Aspectos sociales	13
Conclusiones	14

Introducción

Los trabajos previos esbozaron los que a mi juicio fueron los rasgos más importantes de casi cuatro siglos y medio del uso de tecnologías en Argentina, desde la primera entrada de conquistadores castellanos al territorio hasta la caída de la convertibilidad a comienzos de 2002. El inevitable alto grado de abstracción a que obliga tan apretada síntesis hace conveniente la discusión detallada de un caso concreto donde se pongan claramente en evidencia tanto aspectos técnicos (en especial la eficiencia), sociales y ambientales, como los fuertes condicionamientos que las finalidades (el ¿para qué?) imponen a las elecciones de tecnologías. Un ejemplo óptimo para tal discusión es la revolución que fue la implantación masiva del cultivo de soja transgénica —pasó de marginal a predominante en menos de 10 años— con sus fuertes, variadas y complejas facetas tecnológicas, económicas, ambientales y sociales.

La expansión del cultivo de la soja

La soja es una leguminosa, familia que incluye, entre muchas otras, al trébol, la alfalfa, las arvejas, el maní y el algarrobo. Su semilla con forma de poroto tiene un alto contenido de proteína y aceite. Por su buen balance de aminoácidos esenciales (los "ladrillos" para la fabricación de las proteínas animales), es cada vez más usada en la alimentación humana de modo directo¹ (por ejemplo, las milanesas de soja) e indirecto como alimento del ganado. En 1975 el cultivo de soja en Argentina era marginal, menos del 1% de la producción de granos, y estaba concentrado en la provincia de Misiones. Su cultivo se generalizó (a pesar de su inicial rechazo como alimento humano, por factores culturales) porque podía comenzar después de la cosecha de trigo (cuya siembra se hace en invierno), aumentando de modo apreciable la productividad agrícola, la cantidad de producto por unidad de área cultivada. Su uso racional en un proceso de rotación de cultivos, imprescindible para la conservación de la fertilidad del suelo², permite un promedio de 3 cosechas en 2 años, con un significativo aumento de rentabilidad agrícola (ganancia neta relativa a la inversión hecha). Esta rentabilidad es aún mayor de lo que estos datos indican por el aporte adicional de los cambios en las técnicas de labranza y siembra y de erradicación de malezas, así como el menor requerimiento de abonos.



Figura 1. Poroto de soja.

El cultivo de la soja no es exclusivo de la región pampeana (provincias de Buenos Aires, La Pampa, Santa Fe y Entre Ríos, y el Sudeste de Córdoba), se ha extendido con sorprendente rapidez hasta los bosques de los pies de la cordillera de los Andes en el Noroeste argentino (el pedemonte). Entre 1990 y 2001, cuando la producción combinada de trigo, maíz y girasol aumentó 50%, la de soja aumentó 250%. Entre 1990 y 2005 su tonelaje se multiplicó por 5, creciendo de 7 a 35 millones de toneladas. En el mismo lapso, el área sembrada con soja se multiplicó por 3 —no por

¹ Estudios recientes indican que el alto contenido en isoflavonas de la soja tiene efectos mixtos sobre las personas, a veces beneficiosos a veces perjudiciales.

² Emilio H. Satorre, *Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual*, revista *Ciencia Hoy*, vol. 15, N° 87, junio-julio 2005, pp. 30-31.

5 como la producción, indicando un significativo aumento de productividad— pasando de las iniciales 5 millones de hectáreas a cubrir más de la mitad de la superficie total bajo cultivo del país. En 2003 se convirtió en el principal producto agrícola argentino y el generador del 45% de las exportaciones del rubro.³ Este crecimiento equivale una sorprendente velocidad media de expansión de 275.000 hectáreas por año. Su cultivo no compitió con el del trigo, con el cual se alterna, pero disminuyó significativamente el de maíz y drásticamente los de sorgo y centeno, aumentando sin pausa durante los últimos 10 años, y el 2006 no fue la excepción.

Aspectos agrícolas

La fertilidad del suelo

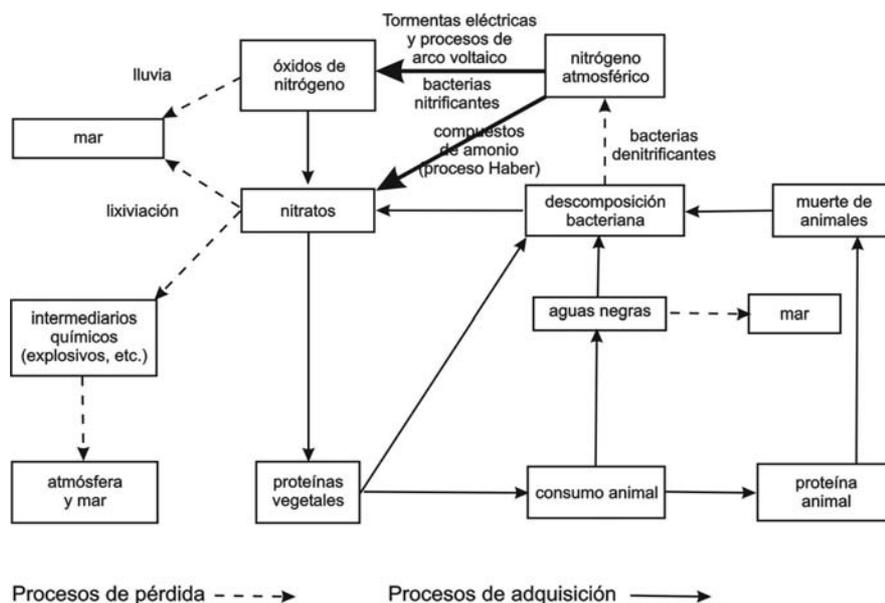


Figura 2. Ciclo del nitrógeno simplificado⁴.

Para su buen desarrollo las plantas necesitan obtener suficientes nutrientes del suelo, donde los más escasos (los limitantes del crecimiento) son el nitrógeno y el fósforo. Aunque el 76% del aire seco es nitrógeno gaseoso, las plantas no pueden usarlo como alimento y deben sacarlo de la tierra, a través de sus raíces, como sales disueltas en agua. La cantidad de nitrógeno del ambiente se mantiene aproximadamente constante en los procesos naturales porque el extraído por las plantas durante su crecimiento es devuelto cuando mueren y son descompuestas por las bacterias (capacidad de descomposición que los cultivos no tienen).⁵ La cosecha da a las personas y el ganado el nitrógeno que necesitan y no pueden obtener por otro medio, pero

³ José M. Paruelo, Juan P. Guerschman y Santiago R. Verón, *Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo*, revista *Ciencia Hoy*, vol. 15, N^o 87, junio-julio 2005, pp. 14, 15, 18 y 20-23.

⁴ Tomado de C. E. Solivérez, *Ciencia, técnica y sociedad. Separata del docente*, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Buenos Aires (Argentina), 1992, p..

⁵ El tema se discute detalladamente en *Curso básico de ciencias. Unidades 33 y 34: Ciencia y Sociedad*, The Open University, McGraw-Hill, Colón (Panamá), 1974, pp. 66-68.

impide la reposición natural de esta sustancia. El suelo fértil es un recurso renovable sólo si se le reponen el nitrógeno y el fósforo extraído por los cultivos; si esto no se hace, la consecuencia es la disminución de la producción alimentaria esencial, la agropecuaria.

La reposición de fertilidad se hace tradicionalmente de tres maneras diferentes. La primera es dejar el suelo sin cultivar un año de cada dos o tres (el barbecho), alternativa sólo viable cuando hay exceso de tierras fértiles y de sus productos, lo que no sucede hoy en día. El segundo método, muy usado por los terratenientes pampeanos de las primeras décadas del siglo XX, es alternar los cultivos con la siembra de alfalfa y su pastura por ganado vacuno o caballar, cuya bosta sirve de abono. La tercera, todavía usada en el Norte argentino para mantener la fertilidad de los terrenos usados en el cultivo del tabaco, es sembrar leguminosas (por ejemplo, arvejas) al final de la cosecha y enterrar las plantas con el arado después que fructificaron. Los dos últimos métodos tienen la misma base — aunque sus primeros practicantes seguramente no lo sabían, y muchos de los actuales tampoco— que el agregado de trébol al césped de los jardines. Como se señaló antes, la alfalfa, las arvejas, el trébol y la soja son leguminosas, y en las raíces de esta familia de plantas se multiplican naturalmente bacterias del género *Rhizobium*. Éstas son uno de los escasos tipos de microorganismos capaces de transformar directamente el nitrógeno del aire en nitratos, fertilizando así el suelo. Cuando se hacen cultivos intensivos, la conservación de la fertilidad exige el uso de abonos artificiales. Antiguamente se usaban para ello los depósitos naturales de guano que eran algunas islas de la costa peruana y chilena, hoy agotadas; los chinos todavía usan masivamente para este propósito las excretas humanas (la urea de la orina tiene una alta proporción de nitrógeno). Hoy en día se usan abonos sintéticos fabricados a partir del gas natural.

Mientras el 85% del área cultivada con maíz y trigo requiere fertilizantes, el uso es menor del 30% para la cultivada con soja, tal vez por ser una leguminosa.⁶ Se estima que sólo el 50% del fósforo extraído por los cultivos es repuesto y hay también en este aspecto una creciente pérdida de fertilidad. La cantidad de fertilizantes usados en Argentina es muy inferior a la EE. UU. y los países europeos (que es, por hectárea, unas 40 veces mayor). Aunque en los últimos 15 años el uso de fertilizantes agrícolas se multiplicó por 8, algunos científicos estiman que durante el año 2003 los cultivos de soja extrajeron del suelo argentino aproximadamente 1.000.000 de toneladas de nitrógeno y unas 200.000 toneladas de fósforo. Si hubiera que reponerlos usando fertilizantes sintéticos, el costo sería de unos 900 millones de dólares, una importante fracción del valor de la cosecha de ese año. Aunque la extracción hubiera sido mayor si no se hubiera tratado de una leguminosa, esta pérdida de fertilidad no puede continuar indefinidamente y en algún momento la cosecha se hará inviable. Por otra parte, el problema no es exclusivo de la soja sino común a todos los cultivos; cuando no se toman medidas correctivas, el resultado de cualquier producción agrícola no debidamente compensada es la pérdida de fertilidad del suelo.

Los propietarios de tierras cultivables saben ésto y son los primeros interesados en preservar su fuente de ingresos (aunque no necesariamente las de los demás). Por ello, es posible que el bajo uso de fertilizantes no sea producto de un mal manejo de

⁶ Algunos estudios indican que el glifosato disminuye la población de las bacterias nitrificantes del género *Rhizobium*, tema que requiere profundización.

suelos y hay indicios de que algunas condiciones naturales, como las inundaciones periódicas de la pampa deprimida y la composición y estructural de los suelos, pueden favorecer la reposición natural de la fertilidad. El tema es de gran importancia económica y requiere muchos más estudios que los escasos hechos hasta hoy.

El control de malezas

Cuando se hacen cultivos intensivos con más de una cosecha anual es crítico eliminar las malezas para que no saquen los nutrientes del suelo, lo que puede hacerse de tres modos diferentes. Previamente a la siembra de los cultivos, se puede pasar el arado enterrando las malezas, que sirven entonces de nutriente; método relativamente rápido pero agresivo para el suelo. Durante el crecimiento de los cultivos, las malezas deben ser eliminadas a mano, una por una y diferenciándolas bien de los brotes de cultivos, método de alto costo en mano de obra. El tercer método de eliminar malezas, el más barato, es con herbicidas; el problema es que éstos usualmente matan también a los cultivos y sus residuos son tóxicos para las personas y el ganado.

La empresa de semillas y agroquímicos Monsanto desarrolló en la década de 1970 una familia de herbicidas basados en sustancias químicas genéricamente denominadas glifosatos, que comercializó bajo la marca Roundup®, con buenas características desde varios puntos de vista. Además de ser letales para la mayoría de las malezas en dosis comparativamente bajas, los glifosatos eran menos tóxicos para las personas y los animales que otros herbicidas entonces en uso (como la atrazina). Los estudios mostraron también que tenían menor efecto residual por no ser absorbidos por los cultivos y descomponerse naturalmente en el suelo en corto tiempo⁷ (la resistencia a la descomposición fue una de las principales razones de la prohibición del hoy casi desaparecido insecticida DDT).

Desde tiempos prehistóricos el desarrollo de la agricultura y la ganadería se basó en la selección deliberada de rasgos deseados mediante el control de la reproducción de los organismos y la separación de sus crías. Se logró así pasar de los originales cereales de grano pequeño y cáscara dura a los actuales de grano grande y cáscara fina y de las carnes magras de los vacunos salvajes a las suculentas de los ganados de hoy. Como los rasgos deseados no se podían generar a voluntad, había que esperar a su aparición natural, proceso de selección artificial que insumió unos 10.000 años. La reciente dilucidación científica de los procesos de la herencia (en particular, la identificación de las funciones de los genes) hizo posible la selección de rasgos genéticos en tiempos muy cortos. El desarrollo de las tecnologías para ello (la Ingeniería Genética) fue el origen de la Revolución Verde de la década de 1960, que aumentó significativamente el rendimiento de las cosechas de cereales y oleaginosas. La Ingeniería Genética desarrolló luego exitosamente las técnicas para la implantación en organismos de genes —es decir, de características que naturalmente no tenía— mediante la acción de algunas bacterias entre las que se incluyen las del género *Rhizobium*. Esto dio origen a organismos con genes “prestados” de otros que les dan características que favorecen su aprovechamiento humano. Estos organismos transgénicos (también denominados organismos genéticamente modificados) son cada vez

⁷ M. Alejandra Martínez-Ghersa y Claudio M. Ghersa, *Consecuencias de los recientes cambios agrícolas*, revista *Ciencia Hoy*, vol. 15, N^o 87, junio-julio 2005, pp. 37-45.

más numerosos, y se usan, entre muchas otras aplicaciones, para la producción de medicamentos como la insulina. Así, el 52% del maíz que se siembra hoy en Argentina pertenece a la variedad transgénica Bt que tiene el importante rasgo de ser resistente a sus principales enemigos naturales, los insectos barrenadores del tallo.⁸

A poco de comenzar el uso de herbicidas se descubrió que unas pocas plantas eran naturalmente resistentes a ellos. Las investigaciones hechas por Monsanto permitieron identificar el gen que brindaba resistencia a los herbicidas basados en glifosatos. En 1991 la empresa patentó las primeras variedades de soja transgénica que tenían implantado ese gen, al que denominaron RR por la sigla de su denominación en inglés *Roundup Ready* (resistente al herbicida Roundup®). Con este desarrollo Monsanto logró vincular por vía de las actividades productivas los que hasta entonces eran dos aspectos completamente independientes del cultivo de soja: la producción de semillas y la eliminación de malezas. En 2005 estaban registradas en el Instituto Nacional de Semillas de Argentina unas 200 variedades vegetales que tenían incorporado el gen RR, de las cuales 30 lo fueron por Monsanto.

Argentina fue, en 1996, uno de los primeros países en comenzar a usar la soja transgénica, junto con EE. UU. y Canadá. Brasil, en cambio, no permitió su cultivo durante varios años. En 1997 la soja ya cubría en Argentina el 20% del área cultivada y a fines del 2005 el 95% era transgénica y cubría unos 11 millones de hectáreas. El país fue así el escenario de uno de los mayores y más negligentes experimentos hechos en el planeta con organismos genéticamente modificados. Su magnitud e importancia (los cultivos transgénicos están prohibidos en varios países hasta que se tengan garantías suficientes de su inocuidad) y la rapidez de los cambios generados en la estructura productiva hubiera requerido (lo que es un repetido reclamo de algunos productores) una promoción de las investigaciones científicas y tecnológicas sobre el tema, especialmente por falta de experiencias comparables en otros países. EE. UU. produce el 46% de la soja mundial y el 30% de los trabajos de investigación sobre el tema; Brasil el 24% de la soja y el 10% de las investigaciones; Argentina el 16% de los productos y un escaso 2% de los estudios. Monsanto invierte anualmente en investigaciones 6 veces el monto de todas las investigaciones agropecuarias financiadas por el gobierno argentino, pero sus investigaciones no siempre se hacen públicas, como sucede con casi todos los saberes de valor comercial. Los productores argentinos carecen así del apoyo científico necesario para tomar conciencia y encarar soluciones de los problemas. No hay tampoco límites a la extensión de los cultivos ni control (o siquiera detección) de las consecuencias negativas que algunos expertos predicen.

La siembra directa

Unos dos o tres meses antes de cualquier siembra hay que hacer la labranza, la preparación del suelo para recibirla. La labranza tradicional se hace con arado de reja (que corta la tierra) y vertedera (que levanta e invierte su capa superior). El entierro de las malezas y los residuos vegetales de la última cosecha produce su descomposición y facilita su asimilación, al tiempo que despeja la superficie para la siembra. Luego de pasado el arado se fragmentan los terrones con las rastras de discos y de

⁸ Esteban Hopp, *Cultivos obtenidos por Ingeniería Genética*, revista *Ciencia Hoy*, vol. 15, N° 87, junio-julio 2005, pp. 26-27.

dientes, lo que afloja, airea y homogeneiza la tierra, favoreciendo así su pareja humectación (importante tanto para la descomposición de las malezas enterradas como para la buena dispersión de abonos y herbicidas). La desventaja de este tipo de labranza es que favorece la erosión: el arrastre de suelo y el lavado, por infiltración, de los nutrientes necesarios para los cultivos. Por esta razón, y por el costo que agrega a la producción, la labranza con arado ha sido hoy mayoritariamente abandonada y reemplazada por métodos menos agresivos de preparación del terreno. En el método de *siembra directa* o *labranza cero* no se rompe el suelo, los restos de la cosecha anterior quedan en la superficie (formando el rastrojo) y las malezas se matan con herbicidas. La semilla se entierra entonces con máquinas (no sería rentable hacerlo manualmente) que perforan el suelo y la depositan a unos pocos centímetros de profundidad.

Al disminuir el tiempo invertido en las tareas previas de labranza, la siembra directa hace posible la doble cosecha, la que equivale al aumento virtual del área cultivada en unas 4 millones de hectáreas. La siembra directa también disminuye los costos y la erosión, pero no asegura la reposición del carbono extraído con los cultivos y favorece la propagación de malezas leñosas como la acacia negra. Algunos suelos pueden sufrir compactación o apisonamiento por falta



Figura 3. Rastra de discos.
(Ciencia Hoy vol. 15, Nº 87, p. 53.)

de labranza, dificultando la aeración y humectación imprescindibles para el buen crecimiento de los cultivos. Para evitar efectos perjudiciales la siembra directa requiere medidas complementarias, específicas de cada terreno, que muchos productores desconocen. El gran aumento de rentabilidad, la consideración primaria, hizo que las escasas 5.000 hectáreas que se cultivaban por siembra directa en 1975; crecieran a unas 10 millones de hectáreas en 2005 (el 55% de la superficie de los cultivos anuales y el 60% de la de granos).⁹

Cambios agrícolas generados por el cultivo de la soja

La soja no es un monocultivo —ya que uno de los factores cruciales de su rentabilidad es que no compite con cultivos de invierno como el trigo— sino un cultivo dominante. Su expansión ha desplazado a otros cultivos tradicionales y a la ganadería. El resultado ha sido una significativa disminución en la variedad de modos de aprovechamiento de los suelos, cuya principal razón es la rentabilidad de corto plazo. Argentina tiene una amplia gama de tipos de suelo y climas que permiten muchos más variedades de cultivos que los existentes, algunos tanto o más rentables que los de soja. La rotación de cultivos entre sí y con la ganadería favorece la conservación de la fertilidad del suelo, consideración que debería ser determinante si se tiene una visión de largo plazo.

⁹ Carina R. Álvarez, *Métodos de labranza*, revista *Ciencia Hoy*, vol. 15, Nº 87, junio-julio 2005, p. 19.

La disminución de la variedad de cultivos acarrea también un alto riesgo económico en caso que varíe el clima hoy predominante. El cultivo de soja fue estimulado por el importante aumento de las precipitaciones medias de la última década. La duración de este aumento es impredecible, ya que una de las características de la etapa climática de efecto invernadero que vive el planeta es el aumento de las oscilaciones extremas del clima: el pasaje abrupto e imprevisible de períodos de grandes sequías a otros de grandes inundaciones. Sería prudente, entonces, aplicar el conocido el dicho *no pongas todos los huevos en la misma canasta*.

Aspectos tecnológicos

La incorporación y actualización de tecnologías —que durante los últimos 40 años produjo un aumento del 90% en la productividad agrícola— fue el factor crucial en el éxito de los cultivos de soja. Esta incorporación acarrió, voluntaria o involuntariamente, importantes cambios de la actividad agropecuaria en general.

La actualización de tecnologías requiere inversiones en equipamiento, insumos, nuevos modos de gestión, capacitación de mano de obra y asesoramiento especializado. La amortización de grandes inversiones (una cosechadora de granos de última generación cuesta unos 300.000 dólares) sólo es viable para grandes producciones. Si bien estas inversiones son muy rentables a mediano y largo plazo, están frecuentemente fuera del alcance de los pequeños productores a menos que cuenten con sistemas de apoyo mutuo (por ejemplo, cooperativas que tengan una escala imposible para los productores individuales) y créditos a tasas y plazos apropiados.¹⁰ Una de las características del período inaugurado en 1975 fue el alto costo financiero interior (las grandes empresas multinacionales tomaban créditos baratos en el exterior), lo que favoreció la concentración productiva y la proliferación de rincones considerados no viables por razones de escala. Esta supuesta inviabilidad es en parte la secuela de problemas organizativos, financieros y de expectativas de alta rentabilidad a corto plazo.

En la década de 1970 algunos pequeños y medianos productores aprovecharon la apertura de las importaciones para adquirir maquinarias en exceso de sus necesidades y comenzaron a usarlas para prestar servicios a otros productores. Esto les permitió amortizar adecuadamente una inversión no rentable para su uso exclusivo, beneficiando simultáneamente a pequeños productores con un importante aumento de productividad. Estos *tanteros* (llamados así porque usualmente trabajan por un porcentaje de la cosecha), que en 2005 sumaban unos 10.000 en todo el país, generaron un aumento de eficiencia de la producción agraria en base a los importantes principios tecnológicos de división del trabajo y de economía de escala. El fenómeno, sin embargo, no se ha difundido de manera uniforme en todo el país, ya que mientras en la región pampeana el 47% de los productores trabaja con maquinaria contratada, en el resto del país sólo lo hace el 21%, causando una significativa diferencia regional en productividad.

Los tanteros son una de las puntas de lanza de la introducción en el mundo rural de variadas tecnologías de uso no excluyentemente agrario. Se desplazan en ver-

¹⁰ Martín Piñeiro y Federico Villarreal, *Modernización agrícola y nuevos actores sociales*, revista *Ciencia Hoy*, vol. 15, N^o 87, junio-julio 2005, pp. 32-36.

daderas caravanas integradas por máquinas, vehículos tanques de combustible, camiones taller para las reparaciones en medio del campo, casas rodantes para el personal (4 a 5 personas por cada máquina). Las máquinas, con aire acondicionado en la cabina y detector de posición GPS, están equipadas con dispositivos computarizados que controlan la nivelación del terreno, la profundidad de la siembra, la humedad del grano (que no debe ser menor de cierto valor para poder trillar), la altura del corte y toda otra información que asegure una tarea eficiente. Los operarios usan teléfonos celulares y las casas rodantes cuentan con TV satelital y acceso a Internet. Trabajan seis meses por año, de día y de noche, y en la región pampeana hacen el 75% de la cosecha de todos los granos (soja, trigo, maíz, arroz, sorgo, girasol), debiendo trillar al menos 1500 hectáreas anuales para que su inversión sea rentable.¹¹



Figura 4. Cosechadora mecánica de soja Lexion de Claas.

Los avances tecnológicos, a pesar de lo que muchos creen, tienen un interesante margen de mejoras que fácilmente pueden hacerse en el país. Para dar un ejemplo, se estima que la recolección mecánica de la soja deja en el suelo unos 160 kg de porotos por hectárea, que actualmente sólo sirven de fertilizante. Para la superficie cultivada en 2005 (unas 15 millones de hectáreas) esto significa que se pierden anualmente alrededor de un millón de toneladas de soja cuyo valor comercial supera los 100 millones de dólares.

En los últimos años hubo importantes cambios en el gerenciamiento y la división del trabajo no sólo de la producción sojera, sino también de la agrícola en general, indicando una creciente conciencia del valor económico de las tecnologías. Mejoró también el grado de procesamiento del producto primario, aumentando la cantidad de harinas y aceites con mayor valor agregado. Se han multiplicado los encadenamientos nacionales, los más visibles de los cuales son los productores de semilla, los fabricantes de maquinarias agrícolas y los talleres para su mantenimiento. Como dato ilustrativo del valor multiplicativo de las producciones agroindustriales, se estima que en el valor de una caja de copos de maíz sólo el 4% corresponde a la producción agrícola y el 96% restante a otros rubros.

En el corto lapso de 1997 a 2003 —cuando la desocupación del resto del país crecía a pasos agigantados— se crearon en el campo unos 270.000 nuevos puestos de trabajo. Entre 1985 y 2005 se duplicó la producción de cereales y oleaginosas y la cantidad de puestos de trabajo agroindustriales aumentó más del 30%, puestos que en 2003 sumaban 1.100.000 personas. Buena parte de estos nuevos trabajos —y éste es un importante desafío— sólo pueden ser cubiertos por personal más capacitado que un peón o bracero. Los datos estadísticos muestran que hay gran demanda insatisfecha de personal en todas las áreas donde hay manejo de máquinas complejas.¹²

¹¹ Marina Aizen, *Nómades de las pampas*, revista *Viva*, abril-mayo 2006, pp. 24-27.

¹² Encuesta sobre demanda laboral insatisfecha del INDEC, 2005. Citada por Paula Nahirñak en *La importancia de usar tecnología*, diario *Clarín*, 9/4/2006, p. 36.

La disponibilidad de infraestructura tecnológica eficiente, en particular la del transporte (que es la determinante del valor de los fletes), tendría un fuerte impacto general sobre todas las actividades productivas del interior del país. Por ejemplo, para poder venderse a los mercados asiáticos (en particular, el gigantesco mercado que es China) la producción de la mayoría de las regiones andinas debe embarcarse en Buenos Aires en vez de salir directamente al Pacífico vía Chile. Si se habilitaran vías directas, la reducción resultante en el valor de los fletes haría competitivos productos diferentes de la soja y tanto o más rentables que ella.

Aspectos económicos

En 2004 la soja constituyó el 20% del valor de las exportaciones argentinas y las retenciones que se le aplicó sumaron varios miles de millones de dólares. A pesar de ello la actividad resultó altamente rentable por factores que es necesario analizar. El más obvio es el comparativamente alto precio internacional de la soja como consecuencia de la epidemia europea de la *vaca loca* (encefalopatía espongiiforme bovina). El microorganismo que la provoca (que no es una bacteria o un virus sino un prión) puede afectar también a las personas y transmitirse a ellas por cualquier producto animal, por lo que se tomaron recaudos especiales para minimizar los riesgos de contagio. Una de las medidas tomadas en tal sentido por los estados europeos fue la prohibición del uso de alimentos para animales (como cerdos y pollos) basados en la molienda de restos vacunos. Estos alimentos fueron entonces reemplazados por tortas de soja en razón de sus buenas características proteicas. El resultante gran aumento de demanda (en 2005 vendimos a Europa soja por valor de 2.600 millones de dólares) causó la suba del precio internacional.

Hay un alto riesgo de que estos precios bajen, sea por aumento de producción (todos los países productores los han tenido) o por otros factores (como la introducción de alimentos para animales de mejores características o precios). Argentina no tiene control sobre los precios internacionales de ninguno de sus productos agrícolas, incluida la soja. Este último podría llegar a serlo por la acción conjunta de Brasil y Argentina, ya que entre ambos producen el 40% de la soja mundial, uno de los muchos argumentos (no realidades) a favor del Mercosur. Además, las producciones agrícolas de los países industrializados están subsidiadas, a pesar de la libertad de oferta y demanda que reclaman para sus propios productos industriales. En la jerga económica, Argentina es tomadora, no formadora de precios y su única manera de competir en el mercado internacional es bajando costos. La manera inescrupulosa de bajar costos es disminuir los salarios de la mano de obra, como se hizo en el período 1975-2002; la manera racional es usar tecnologías más eficientes.

En todas las actividades con fines de lucro la minimización de las inversiones y la maximización de su rentabilidad es la consideración primaria para la actualización tecnológica. En este sentido, los precios de los insumos tecnológicos son determinantes. Hubo un gran aumento del uso de herbicidas a base de glifosato cuando su precio bajó al caducar la patente. La semilla de soja transgénica es barata en Argentina porque Monsanto no patentó allí el transgen RR, de modo que cualquier empresa semillera puede venderla y los productores usar la propia sin pagar derechos¹³ (la llamada

¹³ En la mayoría de los países donde Monsanto tiene registrado el transgen RR, ¡el uso de la semilla propia es ilegal!

bolsa blanca, sin marca comercial). Actualmente y a corto plazo la actualización tecnológica es mucho más rentable en el cultivo de soja que en otros cultivos agrícolas y la ganadería. Como dato ilustrativo, la soja fue el único cultivo que entre 1992 y 2005 dio ganancias, sin excepción, en todas las cosechas y en este último año los rendimientos por hectárea casi duplicaron a los de 1975.

En Argentina el transgen RR es de dominio público (es decir, puede ser libremente usado sin pagar ningún derecho) porque Monsanto no hizo en tiempo y forma el patentamiento al que tenía derecho y que nadie le impidió. A diferencia del derecho de autor, el de patentamiento debe ejercerse en cada país, no es automático ni obligatorio y tiene plazos iniciales y finales para su ejercicio. Monsanto patentó el transgen RR en Europa, EE. UU. y otros países. Simultáneamente, vendió el glifosato en Argentina a 1/3 del valor en EEUU, lo que generó el indignado reclamo de los agricultores estadounidenses contra el subsidio hecho a sus competidores argentinos. En la misma época organizaciones ecologistas, como Greenpeace, iniciaron un generalizado reclamo de toma de recaudos especiales con los productos transgénicos que gozó de gran cobertura mundial. Todo esto hace sospechar que Monsanto deliberadamente usó a Argentina como sede de un masivo experimento genético, como el que algunas multinacionales farmacéuticas hacen con medicamentos en países del Tercer Mundo donde los controles sanitarios son inexistentes o no tienen la rigurosidad de los de sus países de origen.

Cada gen operativo (no todos lo son) codifica alguna función biológica, pero frecuentemente no funcionan de modo independiente de los demás, hay interacciones todavía no bien comprendidas cuya complejidad genera gran incertidumbre. El riesgo de los experimentos genéticos es que puede haber efectos negativos no previstos sobre la salud humana, los animales, las plantas y el medio ambiente en general. El Protocolo de Cartagena del 11/9/2003 (auspiciado por las Naciones Unidas y ya ratificado por 132 países), regula la experimentación en, manejo y transferencia de biotecnologías, donde unas de las propuestas en discusión es la identificación obligatoria de origen de sus productos. Argentina se opuso en ese momento al establecimiento de controles y todavía no ha adherido al Protocolo.

El éxito productivo argentino generó una gigantesca publicidad internacional para la soja transgénica y el glifosato. A pesar de no haber registrado la semilla en Argentina, Monsanto se beneficia igual del auge sojero porque para evitar futuros conflictos algunas grandes empresas semilleras acordaron pagarle derechos por su producción. Monsanto pide actualmente que todos los agricultores del planeta le paguen 15 dólares por tonelada de soja transgénica producida, cualquiera sea el origen de la semilla. Ya solicitó el embargo de los embarques que arriban a puertos de países donde tiene registrada la patente, como la mayoría de los europeos. En algunos de esos países ya hay resoluciones judiciales que obligan a tomar muestras del producto, verificar la presencia del transgen RR y, en caso afirmativo, efectuar depósitos que garanticen el pago en caso de sentencia favorable a la empresa. Aunque es difícil que gane los juicios (parece absurdo cobrar por los frutos, no por las semillas) Mon-

santo usa el riesgo y la incertidumbre así generada para favorecer acuerdos extrajudiciales como los ya obtenidos de las semilleras argentinas.¹⁴

Como el trigo y la soja son plantas que se autofecundan (autógamas), sus nuevas semillas conservan los rasgos genéticos de la semilla original. Como el maíz y el girasol, necesitan fecundación externa (son alógamas), las nuevas semillas pierden los rasgos. En algunos países hay que pagar derechos por las semillas autógenas, no así en Argentina donde la legislación no es clara (hay reclamos judiciales pendientes) y se vende libremente la *semilla blanca*. Un principio básico de las leyes de patentamiento es que no se pueden proteger ideas, sino sus realizaciones prácticas: es decir, no se puede patentar la ley de la palanca, sólo objetos que son palancas fabricadas de un modo especial. Tampoco se pueden patentar objetos que han sido fabricados por otros, lo que sería un robo. Puede parecer entonces absurdo patentar genes, pues se trata del descubrimiento de algo preexistente, no de una invención, pero en algunos países como EEUU ya se ha hecho, incluso con los de personas. La justificación es patentar el uso práctico de la función del gen. Los continuos avances de la Ingeniería Genética seguramente darán mucho que hilar sobre este tema de enorme impacto económico, productivo, médico y ético.

Aspectos ambientales

Problemas de los ecosistemas vegetales

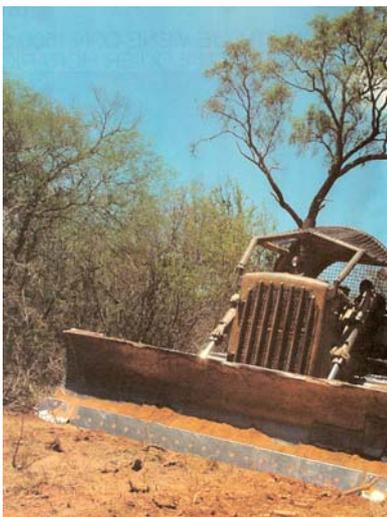


Figura 5. Topadora arrasando el bosque santiagueño.
(Revista Viva.)

El negocio de la soja estimuló el avance de las fronteras productivas sobre regiones hasta entonces relativamente vírgenes de la provincia de Córdoba y el Noroeste argentino. En la porción chaqueña del norte de Córdoba, entre 1969 y 1999 la superficie de bosques se redujo 85%.¹⁵ En la provincia de Tucumán fue afectada la casi totalidad de la selva pedemontana en tierras planas y un 80% del bosque chaqueño de llanura. En la provincia de Salta, que ya tenía la tasa de deforestación más alta del país —en los últimos 30 años se talaron para uso agrícola 600.000 hectáreas de bosques nativos de quebracho, palo santo, duraznillos y otras especies nativas— la bonanza sojera aceleró marcadamente el proceso. Se transformaron en cultivos (predominantemente soja, citrus y caña de azúcar) cerca de la

mitad de las áreas del Chaco salteño con precipitaciones suficientes y el 60% de las selvas pedemontanas planas. Si se mantiene la actual tasa de deforestación, a fines del siglo XXI no quedarán más selvas pedemontanas planas en toda la región.¹⁶ La

¹⁴ Artículos de Carlos M. Correa, *Monsanto vs. Argentina* y de Pierre-Ludovic Viollat, *El caballo de Troya transgénico*, en *el Dipló* (mensuario de *Le Monde Diplomatique*), abril 2006, pp. 4-7.

¹⁵ Marcelo R. Zak y Marcelo Cabido, *Deforestación y avance de la frontera agropecuaria en el norte de Córdoba*, revista *Ciencia Hoy*, vol. 15, N° 87, junio-julio 2005, p. 20.

deforestación irracional (actualmente no hay límites claros ni recaudos técnicos obligatorios) modifica la naturaleza del suelo (fertilidad y humedad), el régimen de las aguas (erosión y cuencas hídricas) y el clima (temperatura y precipitaciones), con consecuencias imprevisibles (no hay suficiente seguimiento para hacer previsiones mínimas) que pueden (no lo sabemos con certeza) ser catastróficas para las personas y los cultivos.

Podría argüirse que si se desea conservar el bosque deben crearse reservas naturales apropiadas. Lamentablemente ésto no es impedimento suficiente: el gobierno salteño, probablemente movilizado por intereses económicos, desafectó una reserva natural para su siembra con soja. Es necesario reconocer, y obrar en consecuencia, que el avance agrícola del noroeste no surge sólo del afán de lucro. La región casi no tiene industrias y su principal fuente de riqueza son los cultivos agrícolas de las planicies y el pedemonte. Por el momento no parecen estar amenazadas las selvas en pendiente, que son las de mayor biodiversidad. Hay también indicios que el desplazamiento de la ganadería de monte hecho por la soja ha favorecido la recuperación del bosque tropical de las Yungas, pero en algunos valles secos superiores de las montañas los desmontes negligentes causaron fuerte aumento de erosión y destrucción de vida silvestre.

Problemas sanitarios y de los ecosistemas animales

Los principales problemas ambientales humanos y animales provienen del uso en cultivos de productos químicos, cuya cantidad casi se cuadruplicó entre 1990 y 2003. Disminuyó el de insecticidas y fungicidas, pero aumentó considerablemente el de fertilizantes y herbicidas, en particular glifosato. Todos estos productos pueden contaminar las napas de agua afectando a las poblaciones y la ganadería de la zona. Si bien el cultivo de soja transgénica es el principal responsable del consumo de herbicidas, disminuye (como todas las leguminosas) el uso de fertilizantes. En el caso de la pampa deprimida, que ocupa casi la mitad de la superficie de la provincia de Buenos Aires, las periódicas inundaciones (que tantos problemas causan a los habitantes rurales) parecen favorecer el desarrollo natural de especies vegetales más aptas para forraje de la ganadería (actividad actualmente en disminución), casi duplicándolo en experiencias con terrenos testigos protegidos (no se conoce con certeza el origen del fenómeno, pues las investigaciones científicas son escasas).¹⁶ El incremento de la superficie cultivada por siembra directa disminuyó el uso de maquinaria agrícola y por lo tanto la contaminación atmosférica con dióxido de carbono y el consecuente efecto invernadero. El uso creciente de fertilizantes y herbicidas afecta la salud de los trabajadores y pobladores rurales. Aunque el glifosato es menos tóxico que otros herbicidas, no es totalmente inocuo. La agencia oficial estadounidense de protección del medio ambiente (Environmental Protection Agency) previene que su contacto directo con la piel es peligroso (ya hubo problemas graves con trabajadores que caminaban descalzos en los cultivos) y que su ingestión en concentraciones altas daña los riño-

¹⁶ Ricardo Grau, Ignacio Gasparri y T. Mitchell Aide, *Cambios ambientales y responsabilidad de los científicos: el caso del noroeste argentino*, revista *Ciencia Hoy*, vol. 15, N° 87, junio-julio 2005, pp. 16-17.

¹⁷ Enrique J. Chaneton, *Las inundaciones en pastizales pampeanos*, revista *Ciencia Hoy*, vol. 16, N° 92, abril-mayo 2006, pp. 18-32.

nes y disminuye la capacidad reproductiva. El problema es soluble, pero la mayoría de los potenciales afectados ignora los riesgos y la manera de evitarlos, y los empleadores no siempre toman medidas apropiadas de protección de sus trabajadores. Esto requiere activa intervención, que parece no haberse hecho hasta el momento, de los organismos gubernamentales de control sanitarios a favor de los débiles trabajadores y habitantes rurales.

Con el grado de divulgación que tienen, ya no es válido aducir que hay poca conciencia de los problemas ambientales; lo que con frecuencia sucede es que priman consideraciones económicas de corto plazo. El análisis de estos temas por las organizaciones ecologistas frecuentemente ha pecado de simplismo, ignorando las grandes incertidumbres, la complejidad y las diferencias regionales de los problemas, lo que lamentablemente disminuye su credibilidad. Los gobiernos (únicos con los recursos necesarios asegurar la continuidad) no han hecho los controles indispensables para el buen cumplimiento de las normas existentes de impacto ambiental ni los seguimientos mínimos necesarios para tener buenos cuadros de situación actual y de evolución futura. Se requiere un balance razonable entre el catastrofismo que ante la menor duda exige parar todas las acciones (lo que es válido en casos de riesgo grave) y la negligencia criminal de los que sólo actúan ante catástrofes consumadas.

Aspectos sociales

El creciente despoblamiento de las zonas rurales¹⁸ es un fenómeno planetario no exclusivo de Argentina, y aunque sus razones son múltiples, unas pocas son las determinantes. La mejora de las tecnologías agropecuarias ha disminuido drásticamente la demanda de mano de obra rural. Las zonas rurales tienen graves déficits en servicios como medios de transporte, teléfonos, electricidad, agua potable (cuyo costo es directamente proporcional a las longitudes de tendido e inversamente proporcional a la densidad de población), salud, y educación. Las relaciones sociales, con sus gregarios placeres del ocio (diversiones), son escasas. La consecuencia es que la población rural migra a las grandes ciudades en busca de mejores trabajos, servicios y diversiones.

Un factor central en la conformación social del agro argentino ha sido la estructura de propiedad de la tierra, que ha variado mucho a lo largo del tiempo y según las regiones. Durante la época colonial el dominio de las praderas bonaerenses y pampeanas alternaba entre el nómada control indígena y la propiedad del latifundista blanco. En la región de la originaria Gobernación del Tucumán la propiedad efectiva estuvo determinada por las mercedes reales de tierras y encomiendas, donde las segundas (violando las Leyes de Indias) mayoritariamente devinieron (primero de hecho, luego de derecho) en propiedades privadas de los encomenderos. El proceso fue más complejo en la región del Litoral (provincias de Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes y Misiones) —donde no habían tantos indígenas hostiles ni tantas encomiendas como en las dos regiones anteriores— y todavía no ha sido bien estudiado. La Ley de Enfitéusis y su arbitraria aplicación (o desvirtuación) sectaria por Rosas, así como las concesiones de tierras luego de la Campaña del Desierto, fomentaron la creación de latifundios en las praderas bonaerenses y pampeanas y en las mesetas patagónicas. En la primera mitad del siglo XX hubo una marcada subdivisión de propiedades en la

¹⁸ Véase el Capítulo Seis de mi libro *Las tecnologías en Argentina: breve historia social*.

región pampeana, fenómeno que no parece haber sido detectado en las restantes del país.

A partir de 1950, las ventajas lucrativas de las economías de escala (a mayor tamaño de explotación menor costo de amortización de las inversiones) ha estimulado el arriendo de grandes extensiones de tierras pampeanas por empresas que las cultivan con uso intensivo de máquinas y tecnologías. En 1988 Argentina tenía unos 400.000 productores agrícolas que en 2002 se habían reducido a 300.000 (disminución de un 25%). La proporción de parcelas rurales pequeñas (menores de 200 hectáreas) ha disminuido del 13% al 9% entre 1998 y 2002, y en 2005 sólo el 6% de los cultivadores de soja tenían parcelas de entre 100 y 200 hectáreas. Se está pasando de la gestión familiar a la profesional, aunque hay grandes diferencias regionales ya que en Santiago del Estero las parcelas pequeñas son menos del 2% del total, mientras que en Santa Fe son el 23%. Las consideraciones lucrativas parecen haber predominado en la región pampeana donde el 70% de la superficie cultivada es arrendada, contra el 18% en el interior del país —donde, aunque no hay cifras precisas, es mucho más elevado el porcentaje de propietarios que habitan en sus tierras—. Este fenómeno tiene profundas consecuencias sociales ya que el incremento del arriendo (el uso de la tierra como mercadería) favorece el despoblamiento del campo y su marginalidad en todos los aspectos. Los grandes propietarios —sea de una gran parcela o de muchas pequeñas parcelas— usualmente no residen en ellas. Los que viven en el campo son los trabajadores rurales y si, por ejemplo, las tierras se inundan con el consecuente aumento de fertilidad o no hay servicios humanos esenciales pero sí buen transporte de los productos, no hay problema. El arriendo desalienta las inversiones fijas al suelo (van a quedar para el dueño) y aunque la visión cortoplacista de algunos propietarios no quiera reconocerlo, fomenta el riesgo de su pérdida de fertilidad al tiempo que ejerce presión sobre todas las áreas urbanas, adyacentes o no.

En Tucumán y Salta la extensión de los cultivos al pedemonte generó conflictos entre pequeños propietarios rurales (mayoritariamente indígenas y mestizos) y grandes propietarios. Estos conflictos provienen de que no se han formalizado con los debidos títulos los derechos de propiedad que la Constitución Nacional y muchas provinciales reconocen de modo puramente teórico a los indígenas y sus descendientes.

Conclusiones

Es imposible desglosar los aspectos tecnológicos de los ambientales y sociales ya que el fenómeno tecnológico los engloba a todos. Como acabadamente ilustra el caso de la soja, la elección de tecnologías, que en todas las actividades productivas está prioritariamente determinada por la rentabilidad, puede tener drásticos y extendidos efectos ambientales y sociales. La comprensión del fenómeno, la dilucidación de causas y efectos, el seguimiento de las variables críticas en los casos en que la comprensión es incompleta o incierta, la formulación de límites y la aplicación de controles de su cumplimiento, el fomento de alternativas beneficiosas y el desaliento de las negativas, son acciones fuera de las posibilidades de personas individuales y deben ser realizadas y estimuladas por la organización social como un todo (es decir por los gobiernos nacional y provinciales) en defensa (presente y futura) de las personas (en especial las más débiles) y del medio ambiente.