

# Bioinvasiones y bioeconomía



**El caso del sorgo de alepo resistente al glifosato en la agricultura argentina**

**Walter A. Pengue  
Iliana Monterroso  
Rosa Binimelis**

**Proyecto ALARM  
Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales (ICTA) (UAB)  
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO-Guatemala  
Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente (GEPAMA) (UBA)**

**BIOINVASIONES Y BIOECONOMÍA**  
**EL CASO DEL SORGO DE ALEPO**  
**RESISTENTE AL GLIFOSATO**  
**EN LA AGRICULTURA ARGENTINA**

**WALTER A. PENGUE**  
**ILIANA MONTERROSO**  
**ROSA BINIMELIS**

PROYECTO ALARM

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AMBIENTALES (ICTA) (UAB)

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES, FLACSO-GUATEMALA

GRUPO DE ECOLOGÍA DEL PAISAJE Y MEDIO AMBIENTE (GEPAMA) (UBA)

**Julio 2009**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Diseño de portada e interiores : Hugo Leonel de León

ISBN:

## **BIOINVASIONES Y BIOECONOMÍA**

### **EL CASO DEL SORGO DE ALEPO RESISTENTE AL GLIFOSATO EN LA AGRICULTURA ARGENTINA**

## Índice

RESUMEN/9

*ABSTRACT*/10

PALABRAS CLAVE/10

*KEYWORDS*/10

INFORME EJECUTIVO/10

### **CAPÍTULO I /16**

LAS BIOINVASIONES Y SUS EFECTOS EN LA AGRICULTURA MUNDIAL/16

EL SORGO DE ALEPO/17

**Nombre científico/17**

**Nombre vulgar en Argentina y en otros países/18**

**Características generales de la especie/18**

**Centro de origen/20**

**Distribución del sorgo en la agricultura mundial/20**

CARACTERÍSTICAS BIOINVASIVAS DE LA ESPECIE/21

EL SORGO DE ALEPO EN LA AGRICULTURA MUNDIAL/21

EFFECTOS EN LA AGRICULTURA ARGENTINA/25

### **CAPÍTULO II/26**

BREVE HISTORIA AMBIENTAL DE LA MALEZA/26

**Introducción en Argentina/27**

**Formas de distribución de la especie en Argentina/30**

**Mecanismos de reproducción/30**

EL MANEJO AGRONÓMICO/31

**Efectos de la maquinaria/33**

**Efectos de las rotaciones agrícolas/34**

**Efectos de los agroquímicos/35**

CUESTIONES ECOLÓGICAS EN EL MEDIO AMBIENTE DE LOS CULTIVOS/37

CUESTIONES ECONÓMICAS/39

EFFECTOS SOCIALES DEL “ENSORGAMIENTO” DE CAMPOS/40

### **CAPÍTULO III/42**

LA MODERNIZACIÓN DE LA AGRICULTURA ARGENTINA/42

**Principales aspectos del nuevo modelo productivo/43**

**La llegada de la soja transgénica/46**

**El sistema de siembra directa/48**

**Los herbicidas. Características generales del glifosato/50**

**Monocultivos/52**

**Producción en la Región Pampeana/53**

**Efectos de la intensificación en las zonas extrapampeanas/57**

**Aparición de Sorgo de Alepo Resistente a Glifosato (SARG)/60**

### **CAPÍTULO IV/62**

EL SORGO DE ALEPO RESISTENTE A GLIFOSATO (SARG)/62

**Sitios geográficos y proyecciones en el modelo de expansión/62**

**El modelo agrícola del norte argentino/63**

**Carga de agroquímicos/64**

**El consumo de glifosato/65**

**Mecanismos de la resistencia. Inferencias/66**

**Características de la invasión. Invasibilidad/67**

## **CAPÍTULO V/68**

FACTORES GENERALES QUE FACILITARON LA APARICIÓN Y EXPANSIÓN DEL PROCESO/68

**Políticas públicas/68**

**Demanda externa y concentración de la producción/69**

**Los sistemas de extensión el SARG/71**

**La coyuntura económica/71**

**Costos de producción/72**

**Evolución de los costos en el control con herbicidas/73**

**Otras cuestiones agronómicas y de manejo/74**

LOS ACTORES SOCIALES Y EL MANEJO DEL SARG/76

**Las instituciones del Estado/76**

**Creación de nuevos organismos de control e identificación/77**

**Semejanza de “luchas” contra el Sorgo de Alepo/77**

**El papel de las organizaciones privadas y mixtas/78**

**La participación de los agricultores y los técnicos/79**

EL SARG COMO EMERGENTE DE UN MODELO INTENSIVO AGRÍCOLA/79

**El efecto económico de la bioinvasión/80**

**Cuestiones ecológicas vinculadas al SARG y el medio rural/81**

**Cuestiones sociales y efectos sobre los pequeños y medianos productores/81**

**Los impactos de la extensión en las áreas marginales/81**

**Desvalorización de campos y aumento de la escala productiva/82**

LAS ALTERNATIVAS DE MANEJO EN EL CASO DEL SORGO DE ALEPO Y DEL SARG/82

**Las propuestas de las entidades privadas y las empresas/83**

**Los planes de los organismos técnicos mixtos/83**

**La posición y acciones de los organismos del Estado/83**

**Mecanismos de manejo del SARG y propuestas alternativas/84**

**CAPÍTULO VI/85**

DESCRIPCIÓN DE LOS ESCENARIOS GLOBALES DE POLÍTICAS/85

**Efectos macroeconómicos y regionales en la expansión del SARG/87**

**Sistemas de alerta y socialización entre técnicos y productores/88**

**El flujo transfronterizo y los sistemas de bioseguridad/88**

**Mecanismos de contralor en la Región/89**

**Costos de control. Beneficiados y perjudicados/89**

**Los fenómenos de resistencia en malezas y los nuevos productos transgénicos/90**

**Tendencias globales y regionales en el mediano plazo/91**

**La política de agrocombustibles de la UE y la demanda de productos del campo de las economías emergentes como la Argentina/92**

**La legislación argentina en cuestión de agrocombustibles y la presión sobre las fronteras agropecuarias//92**

COMENTARIOS FINALES/93

BIBLIOGRAFÍA/97

ANEXOS/102

**Las entrevistas realizadas y su formato/102**

EXPOSICIONES REALIZADAS. CONGRESOS. TALLERES. SEMINARIOS VINCULADAS AL TEMA REALIZADAS POR LOS AUTORES(AS). INSTITUCIÓN. FECHA/102

DATOS GENERALES DE LOS/LAS INVESTIGADORES(AS)/102



## BIOINVASIONES Y BIOECONOMÍA

### El caso del Sorgo de Alepo en la agricultura argentina

#### Resumen

El trabajo aborda la situación histórica del Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* (L.)) y sus efectos bioinvasivos sobre la agricultura argentina, prácticamente desde su llegada al país. El Sorgo de Alepo ingresa recomendado como planta forrajera a principios del siglo XX, especialmente para el Noroeste Argentino (NOA) y rápidamente su capacidad y formas de reproducción y adaptación lo convirtieron en la maleza más problemática de Argentina. El Sorgo de Alepo es una de las diez malezas más complejas a escala global. Es una de las especies que más dedicación en investigación, recursos humanos y económicos recibió durante décadas. Desde mediados de los años noventa, la llegada de la soja transgénica resistente a glifosato junto con el paquete tecnológico de la siembra directa y el uso consuntivo del propio herbicida glifosato que lo controlaba fácil y económicamente, dieron un respiro a los agricultores y el Estado, creando un importante negocio en el mercado de agroquímicos y semillas transgénicas y dejando entrever que “se había ganado la lucha contra la maleza”. Cuatro años atrás (2003), la aparición de un biotipo de Sorgo de Alepo Resistente al Glifosato, llamado SARG (por sus siglas en español), trae otra vez nueva preocupación sobre el sector. El Sorgo de Alepo genera importantes costos no sólo a la producción agropecuaria, sino a todo el sector rural y ambiental dado que ha producido importantes daños sociales y ecológicos al generar, cuando no es controlado, emigraciones, pérdidas de campos, aumento de los problemas con agrotóxicos, a la salud y una fuerte

presión sobre el sistema ecológico. El SARG, un biotipo para muchos, más poderoso que el propio Sorgo de Alepo convencional, se está expandiendo en las provincias del NOA como Salta o Tucumán –pero también se lo encuentra en Córdoba, Santiago del Estero, Corrientes o Santa Fe. En muy poco tiempo se lo encontrará en todas las áreas agrícolas de Argentina y posiblemente en los países vecinos, al existir un importante flujo transfronterizo, de maquinarias, camionetas, materiales y recursos humanos. Las matas del Sorgo resistente ya no pueden ser controladas con el glifosato y se está apelando al uso de antiguos herbicidas como el MSMA, el paraquat o el 2,4 D. Por las alternativas de control propuestas pareciera ingresarse a un nuevo *loop tecnológico* de mismas posibilidades que incluyen también, por un lado a viejos herbicidas conocidos o a dosis más altas de los mismos (glifosato) asociados con nuevos transgénicos tolerantes a ellos. La problemática es abordada como un caso de “resistencia” en malezas solamente y no visto como una cuestión de bioseguridad que involucra a todo el paquete transgénico + agroquímico y los efectos ambientales producidos por los mismos. Los enfoques de control integrado y producción alternativa no son considerados.



## Palabras clave

- *SARG – Sorgo de Alepo – Glifosato – Soja transgénica – Siembra Directa - Argentina*

## Abstract

The document approaches the environmental history of Johnsongrass (*Sorghum halepense*) and its invasiveness effects on the Argentine agriculture since its introduction in the country. Johnsongrass was recommended as a forage plant at the beginning XX century, specially indicated for Argentine northwest and rapidly became the most complex weed of the country as a result of its capacity, different ways of reproduction and fit to the new environment.

Johnsongrass is one of the most ten problematic weeds at a global scale. In Argentina, this is one of the weeds that received more dedication in research, human and economic resources during decades. Since the mid nineties, releasing of transgenic soybean resistant to glyphosate jointly with the technological package of No Tillage and the consumptive application of glyphosate that controlled it easy and cheaper, gave a rest to farmers and the government, opening an important market to chemicals and transgenic companies, making farmers think that the “battle against the weed has been won”.

Four years later (2003), the appearance of a new biotype of Johnsongrass resistant to Glyphosate, called SARG (by its name in Spanish), brings along again the preoccupation within the rural sector. Johnsongrass produce high costs not only to the agricultural production instead to the rural and environmental sector, representing important social and ecological damages when this is can not be controlled. The results can be emigrations, abandon of the lands, rising problems derived from the chemicals consumption, effects on health and a strong pressure on the ecological system. Various experts comments that SARG could be more dangerous than the own common *Sorghum halepense*, and in this moment can be found in the northwest states as Salta or Tucumán but too in Córdoba, Santiago del Estero, Corrientes or Santa Fe states. In very few time will be find in the total agricultural areas of Argentina and possible in the neighbor countries, because there are an important frontier flow of agricultural machinery, combines, trucks, humans and materials resources. Plants of Johnsongrass are be-

ing controlled by using old herbicides such as MSMA, paraquat or 2,4 D. Seems to be that Argentine agriculture is going through a new technological loop of same possibilities that include by one side, old well-known herbicides or high dose of the same herbicides (glyphosate) associated with new transgenic event that are tolerant to these ones. The problem is faced as a case of “resistant” in weed and it is not thinking as a biosafety situation that involved clearly the effects of a complete transgenic package + chemicals and the environmental effects of these. Views of integrated control and the review of different alternatives of production are not being discussed.

## Keywords

- *SARG – Johnsongrass – Glyphosate – Transgenic Soybean – No Tillage - Argentina*

## Informe Ejecutivo

El Sorgo de Alepo está considerado como una de las diez principales malezas de la agricultura mundial.

Ha acompañado los planteos de la agricultura templada y subtropical en prácticamente todas las regiones del globo donde llegó, sea de manera fortuita o bien traída como especie forrajera, especialmente recomendada por su alta productividad y adaptabilidad en climas adversos. También por su producción de biomasa como por su palatabilidad era un elemento atractivo para la ganadería.

En la Argentina, el Sorgo de Alepo ingresa recomendado como planta forrajera tanto por el gobierno como por las semilleras a principios del siglo XX (alrededor del 1900). Rápidamente se difunde en la región norte del país y también de la misma manera, se percibe su efecto pernicioso sobre los campos. En dos décadas se convierte en una plaga de la agricultura, y es declarada como tal, y desde allí se comienza una lucha por medios mecánicos de todo tipo y posteriormente químicos que brindaron sólo victorias parciales a los agricultores a costa de enormes costos, esfuerzos y pérdidas.

Al principio de la bioinvasión del Sorgo de Alepo convencional, sólo algunos técnicos aislados alertaron tempranamente sobre las implicancias de todo tipo que la intensificación en la siembra del Sorgo de Alepo podría



generar sobre la estructura económica del sector rural de principios de siglo. Es así, que el doctor William Cross, Director de la Estación Experimental Agroindustrial de Tucumán, alertaba a través de sus escritos e investigaciones sobre el proceso en ciernes.

Impactos que pasaban por la colonización de los campos por parte del Sorgo de Alepo y los tremendos costos para su erradicación, efectos sobre los agricultores en términos de su desaliento y abandono de la práctica agrícola, costos económicos y pérdidas de campos que ameritaban una mayor dedicación por sus efectos sociales y demás.

No obstante el alerta temprano de Cross, la reacción del gobierno argentino de entonces fue tardía y aún parcial. Desde la declaración de plaga en los años treinta (20 años después de la introducción), la especie estaba prácticamente instalada en todo el país o seguía incluso siendo expandida a expensas de su siembra como forrajera, hasta la creación de una Comisión de Lucha contra el Sorgo de Alepo. No se logró por supuesto erradicar y en muchos casos siquiera controlar la invasión. Los trabajos de difusión, los medios utilizados, las publicaciones fueron acciones tardías que no pudieron frenar la expansión.

La misma maquinaria agrícola facilitaba la expansión sin conocerse aún cabalmente todos los mecanismos de reproducción y capacidades de la especie en cuestión.

Así como el Sorgo de Alepo es una maleza gravísima, para muchos considerada “la maleza perfecta” o “la pesadilla de los agricultores”, por su capacidad bioinvasiva y sus mecanismos de reproducción y adaptación, la industria química le dedicó ingentes esfuerzos para controlarlo.

Hacia mediados de los años setenta se diseñó el herbicida glifosato, uno de los herbicidas más conocidos por los agricultores. Es de los herbicidas más vendidos desde entonces, pero cuyo salto explosivo en el consumo se produjo desde mediados de los años noventa. Incluso en 2008, la oferta y demanda de ácido de glifosato está tan ajustada que presionará hacia arriba los precios globales del producto, quedando posiblemente algunas regiones del mundo sin ser suplidas por el mismo.

El glifosato, es un herbicida de amplio espectro, no selectivo y de acción sistémica, altamente efectivo para matar cualquier tipo de planta, que es absorbido principalmente por las partes verdes de los tejidos vegetales. Una vez ingresado en la planta, inhibe la acción del ácido shikímico, paso obligado hacia la síntesis de tres aminoácidos esenciales, presentes en las plantas superiores y ciertos microorganismos, pero no en los animales.

Las ventas mundiales de glifosato, superan los 2.000 millones de dólares y se estima que rondarán los 3.000 millones de dólares durante el próximo quinquenio, cifra equivalente a más de 40.000 toneladas de ingrediente activo (Nivia, 2001). El glifosato cubre más del 60 % de las ventas totales mundiales de herbicidas no selectivos, y tendrá aún un crecimiento mayor al incorporarse masivamente los eventos transgénicos relacionados con su consumo, especialmente la soja y el maíz.

Esta primera ola de eventos transgénicos ha sido adoptada por más de 10 millones de agricultores de 22 países ocupando alrededor de 100 millones de hectáreas en los once años desde que la tecnología se difunde comercialmente. Ocupan hasta ahora el 7 % del total de la tierra agrícola disponible del mundo. Hasta hoy, el interés principal de las compañías que comercializan estos productos, se centran en aquellos países que por su dimensión territorial y consumo de agroquímicos presentasen disponibilidad para la absorción tecnológica. El 57 % de estos territorios corresponden a la soja y el 25 % al maíz. En conjunto el 68 % de los transgénicos liberados responden a productos que son tolerantes a los herbicidas (especialmente al glifosato), el 19 a insecticidas (presentan tolerancia al ataque de lepidópteros) y el 13 % presentan tolerancia a ambos (James, 2006).

Entre Estados Unidos (54 millones de hectáreas), Argentina (18 millones), Brasil (11,5 millones), Canadá (6,1 millones) y China (3,5 millones) alcanzan el 92 % de toda la superficie mundial ocupada con organismos vegetales genéticamente modificados. Nuevos países con grandes territorios como la India y Sudáfrica, suman en promedio unas dos millones cada uno. Los demás países tienen territorios ocupados con mucha menor superficie involucrada.

El paquete tecnológico que llega a la Argentina tiene a la soja transgénica y al herbicida glifosato en su centro.



Hace diez años que los cultivos transgénicos son una realidad en el campo y el sistema agroalimentario argentino. El paquete tecnológico de la Soja RG y el glifosato, bajo el sistema de siembra directa llegó para dos cosas: controlar y reducir el problemático control de malezas y su simplificación y potenciar la agriculturización a través de una secuencia sucesiva de cultivos agrícolas, especialmente al principio trigo y soja.

El tipo de tecnología ADN recombinante incorporada a las nuevas semillas, responde a un paquete intensivo en el uso de insumos que integra una práctica fácilmente apropiable como la siembra directa con un fuerte incremento en el consumo de herbicidas, fertilizantes, insecticidas, curasemillas, aceites minerales y riego, promovidos ampliamente tanto desde ciertos sectores de la esfera pública o privada.

Todo este proceso ha llevado a una acelerada “agriculturización” del sistema, una “sojización” del modelo que eliminó el planteo mixto y transformó, especial pero no únicamente a toda la Región Pampeana, en un área eminentemente monoprodutiva. La nueva soja es la base del modelo agrícola intensivo de producción que alcanza en Argentina, entre granos y subproductos, un negocio de 11.000 millones de dólares en la actualidad. Pero si por un lado, el campo se enfrenta a una creciente concentración económica, una puja importante de las corporaciones, una tremenda distorsión en los precios y costos relativos a lo que debemos agregar el dumping desleal de las economías más desarrolladas por la vía de los subsidios agrícola, por el otro, la “eficiencia productiva” del agro argentino se sustenta en un subsidio natural relevante y una sobreexplotación del mismo que pone luces de alerta sobre la forma en que se está utilizando el suelo, la biodiversidad y los recursos naturales en este país.

En el marco general de la agricultura, la década de los noventa podrá ser recordada en el caso argentino como la “década del insumo”, pues se ha marcado claramente la explosión en el consumo de agroquímicos que facilitaron un fenomenal incremento de la producción primaria, la cual pasó de 26 millones de toneladas de granos y oleaginosas en 1988/89 a más de 94 millones, récord de la producción granaria argentina, debido a las mayores producciones históricas de soja, maíz y trigo. Tampoco en superficie el crecimiento para. La superficie sembrada ha crecido respecto al ciclo anterior (2006/2007) y pasó

de 28,98 a 30,28 millones de hectáreas (según informa en su sitio web la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, 2007). Es decir, que siguiendo la alocada carrera que generan los precios internacionales, los productores han incorporado más de un millón de hectáreas a la agricultura intensiva.

Las sojas RG (resistentes al herbicida glifosato) fueron adoptadas ya a los cinco años por la totalidad de los agricultores argentinos, adquiriendo el paquete semilla+herbicida, principalmente por el precio relativo más barato de ambos ofrecido (dentro del país) por las compañías multinacionales y la comodidad en el manejo. Esta tasa de adopción tecnológica no cuenta con ningún precedente a escala temporal que la iguale. En velocidad de la adopción tecnológica, Argentina en el caso de los transgénicos supera ampliamente a aquella de países de fuerte base agrícola y tecnológica como EE.UU. o Canadá. Esta nueva tecnología, superó a hitos históricos como la llegada de los híbridos de maíz o incluso el rápido proceso de refinación de pasturas, con la incorporación de alfalfa a principios de siglo. El desarrollo de estos primeros cultivos transgénicos no ha respondido como se intentó mostrar en una nueva Revolución Tecnológica que contribuiría a paliar acuciantes problemas humanos y ambientales sino que, por lo menos analizando esta primera camada de eventos, se observa que se constituyen en una nueva herramienta del mismo modelo agrícola de la Revolución Verde, que si bien permitió aumentar los rendimientos físicos de los cultivos, produjo por otra parte secuelas ambientales y socioeconómicas sumamente serias. Los cambios tecnológicos y los precios internacionales del *commodity* (materias primas), junto con el ajuste del margen bruto tan mejorado respecto de otros cultivos para el productor, facilitaron esta explosión. Se sigue bajo el paradigma de un sistema agrícola sustentado –no sustentable– en el uso conspicuo de los recursos naturales, con una carga continua de insumos y demandas energéticas crecientes, para lograr mantener la respuesta de los cultivos sintéticos implantados.

Al contrario que lo sucedido con los países desarrollados que subsidian a sus agricultores, en el caso de la Argentina, éstos deben pagar al gobierno un impuesto por la exportación (llamado retenciones) que para el caso de la soja incluso se ha incrementado desde noviembre del 2007 del 27,5 al 35 % para el caso del grano y del 24 al 32 % para el aceite de soja. En el trigo, las retenciones se aumentaron del 20 al 28, en el maíz del 20 al 25 y en



el girasol del 23,5 al 32 %. Es posible afirmar que de cada tres barcos con granos que salen de la Argentina, uno queda para el Estado, en términos de retenciones o impuesto a la exportación. Una cifra que en la campaña cerrada en 2007 alcanzó como retenciones a los productos de exportación alrededor de 4.680 millones de dólares. Estos cambios, extendidos sobre la producción récord proyectada para la campaña 2007/2008 (97,7 millones de toneladas de granos, 9,2 millones de toneladas de aceite y 34 millones de toneladas de harinas) y la tendencia de precios crecientes (en un año crecieron 22 %), indicarían una recaudación por retenciones disponibles para el fisco de 7.200 millones de dólares.

Los agricultores de la Argentina pagan un impuesto muy alto por producir, costos que luego se revelan en términos ambientales y sociales por la sobreexplotación sufrida por todo el sistema para mantenerse competitivos en el escenario global de las commodities agrícolas. Es justamente por la discusión sobre el aumento en las retenciones agropecuarias, especialmente a la soja, que se produjo desde principios de abril de 2008, una de las reacciones más organizadas y prolongadas en el campo argentino, con consecuencias aún imprevisibles, pero con costos económicos, sociales y ambientales ya mensurables.

La creación de lo que el gobierno argentino llamó “retenciones móviles” y su aplicación justamente a pocos días del comienzo de la cosecha de soja más importante de la Argentina (llegaría a los 49.000.000 de toneladas), muestra que más allá de la relevancia regulatoria del instrumento, la medida fue solamente pensada como una forma para capturar rápidamente la renta extraordinaria que se estaría obteniendo. Eduardo Buzzi, Presidente de la Federación Agraria Argentina lo significaba como “una medida de neto corte confiscatorio” (comunicación personal).

La Argentina es uno de los países donde la técnica conservacionista de la siembra directa ha tenido más raigambre y uno de los factores que facilitó el paso de un histórico modelo de producción agropecuario mixto hacia una agricultura permanente.

Con esta técnica se ha permitido disminuir la erosión de los suelos e incluso recuperarlos, al utilizar una cubierta de rastrojos en superficie que los protege del impacto de la lluvia o el viento, pero a costa de un uso cada

vez mayor de insumos químicos, especialmente herbicidas y fertilizantes y por otro lado con impactos sobre la flora microbiana del suelo y cambios en la población de plagas junto a nuevas enfermedades en los cultivos.

En respuesta a la demanda de la siembra directa, se produjeron importantes mejoras en el germoplasma de las variedades de soja, lográndose líneas mejor adaptadas y una mayor performance agronómica para los diferentes grupos de madurez, que han permitido inclusive que se avance sobre áreas ambientalmente muy susceptibles, hacia el noreste y el noroeste del país, abriendo directamente la frontera agropecuaria.

En la siembra directa, el rastrojo del cultivo anterior, especialmente en su volumen y calidad es muy importante. Estos restos facilitan una incorporación de la materia orgánica a través de la actividad bacteriana y demás organismos del suelo. El planteo agronómico de la siembra directa, también podría eventualmente ser aplicado en un modelo de producción agroecológica, en tanto en ese caso, debería eliminar algunos elementos que condicionan al sistema en el plano extensivo (herbicidas).

Por ello, cabe resaltar esta diferencia, al impulsarse actualmente lo que podemos llamar un modelo de siembra directa industrial, que cumpliendo en parte con el mismo objetivo de no utilizar el arado y sí utilizar el rastrojo en superficie, aplica herbicidas para el control de malezas (control químico) y una carga cada año mayor en volumen de agroquímicos para el control de estas malezas, que aumentan por otro lado en tolerancia y resistencia.

No obstante, otros grupos de malezas entran al sistema al igual que nuevas plagas y enfermedades que demandan más agroquímicos para su control. El ya altamente costoso ataque que están sufriendo los cultivos de soja del Cono Sur, por la roya asiática de la soja (*Pakophora paquirrichi*) es sólo un ejemplo de este proceso.

Es llamativo cómo se maneja en Argentina la cuestión de la sustentabilidad. El discurso sobre la sustentabilidad ha sido cooptado por los impulsores de este modelo de siembra directa. Detrás de ellos están las grandes compañías de agroquímicos y semillas, que promueven las bondades de sus productos.

El sistema de siembra directa, creciente a nivel na-



cional –especialmente en Córdoba, Santa Fe y Buenos Aires– y también fuertemente promovido a escala regional, necesita insumos básicos para sostener su éxito que, además de agroquímicos, demanda de maquinaria adecuada, que ha crecido en la década con la misma tendencia que la primera. El principal insumo básico de la siembra directa fue el sostenerse exclusivamente en el uso conspicuo del herbicida glifosato –cuyas características comienzan a revisarse nuevamente en la actualidad– y que en la Argentina ha tenido una expansión en el consumo, inédita en todo el mundo, alcanzando en el año 2006 valores cercanos a los 180 millones de litros de droga comercial (en 1990 el consumo no llegaba al millón de equivalente litro comercial).

A partir del año 2000 se produce también una creciente expansión del modelo pampeano hacia otras ecoregiones, mucho más sensibles ambiental y socialmente, como el NOA argentino, donde las sojas transgénicas, la siembra directa y el glifosato junto con una mayor utilización de agroquímicos comienzan a aplicarse con intensidad. A ello se suma la llegada de un nuevo agricultor, poco vinculado con lo local y su cultura: el productor pampeano. Éste trae su lógica productiva junto con una mayor capitalización y formación técnica y conocimiento de nuevas tecnologías. Este proceso de imposición de un nuevo modelo productivo pampeano a otras ecoregiones que “no son Pampa”, se llama “pampeanización”.

Con la pampeanización se produce una fuerte transformación del sector rural en el NOA (noroeste argentino) y la llegada de nuevas tecnologías, productos, cambios en los patrones de uso y volúmenes de aplicación de agroquímicos.

Hacia mediados de esta primera década del siglo XXI, e incluso antes, se detectan en los campos del norte, que fueron hacia soja transgénica, la aparición de matas de Sorgo de Alepo que son resistentes al herbicida glifosato y que deben ser controladas con otros herbicidas. Las matas se muestran en apariencia resistentes al herbicida y por tanto se las ha llamado SARG: Sorgo de Alepo Resistente a Glifosato. Sin embargo hasta hoy en día, no se conocen con claridad los mecanismos de esta resistencia.

Desde ese momento, el corto periodo de control sin problemas para los agricultores comienza a acortarse y se empiezan a sugerir otras formas de manejo, siempre

basadas en el uso de antiguos y conocidos herbicidas como el MSMA, paraquat, 2,4 D o bien en mezclas con glifosato. Todas éstas combinaciones cuyos controles son más parciales que el glifosato, más costosas económicamente y de mayor impacto ambiental.

Además de ser un problema serio el caso de la bioinvasión con SARG por el sólo hecho de sus serios efectos, hay que tener en cuenta que no es tampoco una maleza común, anual sino que tiene especiales estrategias de permanencia, reproducción y es una planta perenne.

En 2007, las áreas donde se encuentra SARG no sólo involucran a las provincias del NOA argentino sino que existen rodales del biotipo en otras provincias argentinas como Santa Fe, Córdoba, Corrientes o Santiago del Estero. Aparentemente podría estar comprometido todo el país.

Si bien sólo luego de una primera campaña oficial, son menos de 100.000 las hectáreas afectadas por el SARG, utilizando los datos oficiales, se encuentran en juego alrededor de 100.000.000 de hectáreas totales potencialmente o pasibles de ser afectadas en el comienzo de la bioinvasión. Sólo para agricultura, con los granos esenciales de exportación, la superficie asciende a más de 30.000.0000.

En 2007/2008 será la segunda campaña de seguimiento del SARG, que encuentra al país aún “desarmado” frente a la necesidad de una estrategia de seguimiento del biotipo en distintas ecoregiones, a pesar de la gravedad que pueda involucrar la expansión y extensión de este Sorgo de Alepo a escala territorial.

El problema amerita ser encarado de manera integral y holística y no parcial, y bajo un escenario de corto plazo, como en apariencia parece habérselo encarado hasta ahora.

Los escenarios institucionales y económicos demuestran que Argentina seguirá apostando a la intensificación de su agricultura de base transgénica y acompañará con acciones reactivas su respuesta a los potenciales efectos de aparición de problemas como la emergencias de plagas y malezas como lo muestra el caso de la aparición del SARG, un “nuevo” Alepo resistente.



Casi ochenta años después, las acciones de política gubernamental parecen ser copiadas de aquellas que planteara la Secretaría de Agricultura en los años treinta. Desde la creación de un nuevo Comité de Luchas contra Plagas Resistentes hasta las formas de comunicación parcial utilizadas y la demanda hacia los agricultores –como si éstos fueran los culpables de la instancia de aparición del Sorgo– sólo permiten manifestar la preocupante situación de que el problema nuevamente no está siendo revisado de forma holística e integral y con respuestas que involucren acciones restauradoras y estabilizadoras del agroecosistema, aún a costa de pérdidas económicas iniciales en el marco de ese proceso.



## CAPÍTULO I

### Las bioinvasiones y sus efectos en la agricultura mundial

El ser humano es un actor clave en los procesos de difusión de especies vegetales y animales por el mundo. El caso de la agricultura, llevada a los confines de los cinco continentes durante centurias es un ejemplo paradigmático de este proceso de transformación, que por un lado permitió la instalación y expansión de cultivos básicos para la alimentación mundial (Pimentel y otros, 2001), pero por otro, fue un factor de difusión de nuevas especies y bioinvasiones. Tanto de manera accidental como deliberadamente, a través de la migración, el transporte, la maquinaria agrícola, el traslado de especies y el comercio, los seres humanos continúan dispersando un número siempre creciente de especies a través de barreras antiguamente insuperables, tales como lo eran las cadenas montañosas, los océanos, las selvas, los desiertos, las zonas más inhóspitas u áreas climáticamente hostiles. Entre las consecuencias de mayor alcance de este reordenamiento se encuentra el incremento de los invasores biológicos, que pueden considerarse como especies, cuya presencia se detecta por el éxito de su instalación y que proliferan en distintos ambientes. Se distribuyen en detrimento de especies y ecosistemas nativos (Crosby, 1986).

En nuestros días, asumir un mundo sin límites o con pocas limitaciones y considerar los efectos de las bioinvasiones en la agricultura, no es sólo un ejercicio interesante sino un análisis imprescindible, en tanto los costos no sólo económicos, sino ecológicos, sociales y (hasta) culturales que su establecimiento en el medio rural pueden generar sobre los espacios de vida y producción de millones de productores agropecuarios.

Sin embargo, a pesar de la llegada permanente de nuevas especies de plantas, animales y microorganismos, la suerte de estas especies introducidas puede llegar a ser muy disímil. Pocas especies sobreviven y sólo una pequeña fracción se naturaliza y gana terreno en detrimento de las especies nativas o de los propios cultivos implantados. De las que logran naturalizarse, la mayoría igualmente no causa una alteración sustantiva en los

nuevos territorios. No obstante, otras sí lo logran. Entre estas últimas varias pueden ser las razones que han permitido alcanzar un éxito importante en la diseminación y entre ellas encontramos: la posibilidad de escapar a predadores naturales, las estrategias reproductivas, el beneficio logrado por disturbios (cambios en el uso del suelo o la tecnología), la ausencia de controladores biológicos, el aprovechamiento de nuevos escenarios climáticos o cambios en el clima y la posibilidad de ocupar nichos vacantes dejados por otras especies.

Una planta invasora no sólo puede producir cambios en el propio ecosistema donde ingresa, sino que puede contribuir o alterar completamente los regímenes de fuego, el ciclo de los nutrientes, la hidrología y los balances de energía de un ecosistema nativo, también puede disminuir sensiblemente la abundancia o sobrevivencia de especies nativas (Pimentel y otros, 2001; 2005; McNeely, 2001; Binimelis y otros, 2007).

En el caso de las áreas templadas, las principales plagas de cultivos son especies exóticas. Los gastos combinados de control de plagas y pérdidas de cosechas o tratamiento de productos agropecuarios implican la aplicación de un “impuesto extra” a la producción de alimentos, fibras, forrajes, agrocombustibles que generalmente es transferido a los productores y a los consumidores más pobres.

Si bien la bibliografía sobre bioinvasiones en la agricultura es ya bastante rica y extensa, no lo es así el estudio de la economía de estas bioinvasiones, en términos de una identificación clara y asignación de costes directos como especialmente indirectos de los procesos bioinvasivos. Es más, hasta hoy día, el costo global de las enfermedades en plantas y animales, o el tratamiento y control de especies invasoras está parcialmente evaluado. Cabe destacar, sin embargo, las contribuciones de autores como Perrings y otros (2000), Pimentel y otros (2001; 2005) o McNeely (2001).

Una invasión biológica ocurre cuando los organismos, transportados por el medio que fuere, llegan a nuevos territorios, a menudo muy distantes. Este proceso de transporte puede ser indeseado o promovido, como a veces sucede con “nuevos cultivos” o materiales genéticos considerados productivos en un lugar y potencialmente útiles para otros espacios y destinos, sin un análisis completo de todos los procesos involucrados. Allí estos individuos logran persistir, proliferan y se dispersan.



En un sentido estricto, las invasiones no son un fenómeno nuevo ni provocado exclusivamente por los humanos. Sin embargo, la magnitud geográfica, la frecuencia y el número de especies involucradas han crecido enormemente como consecuencia directa de la expansión del transporte y el comercio en los últimos quinientos años y, en particular, en los últimos doscientos. Ni qué hablar de los cambios producidos con la globalización del comercio y la caída de las barreras comerciales, desde fines del siglo XX. Son pocos los hábitats de la tierra que permanecen libres de especies introducidas por los seres humanos y mucho menos pueden considerarse inmunes a esta dispersión, especialmente aquella vinculada con los procesos de introducción o transformación de la agricultura moderna.

Desde un punto de vista meramente ecológico, las consecuencias adversas de las invasiones biológicas son diversas y están interconectadas y van desde cambios importantes sobre las especies dominantes en una comunidad, las propiedades físicas del ecosistema, el ciclo de nutrientes, del agua, de la energía como de la productividad vegetal de esa comunidad.

Los efectos combinados de las bioinvasiones causadas por los seres humanos amenazan los esfuerzos de conservar la agrobiodiversidad, mantener la productividad del sistema agrícola, sustentar el funcionamiento de los ecosistemas naturales y de hecho proteger la seguridad ambiental, la seguridad alimentaria o la salud humana.

La amenaza ecológica más grave producida por una especie invasora es la destrucción de ecosistemas enteros en el contexto local, a menudo por plantas invasoras que se expanden en el territorio de las nativas o el aumentar tanto los costos de control en un agroecosistema, que lo convierten en inviable económica y productivamente.

En el caso de la agricultura, las especies invasoras se expandieron ampliamente. El cultivo compite con especies nativas, que generalmente forman parte de pastizales nativos (gramíneas y de hoja ancha). Asimismo, existen algunas especies invasoras que se expanden de manera sostenida dentro de los sistemas agrícolas, especialmente en los territorios de grandes extensiones donde el potencial de la expansión de la agricultura favorece procesos agroindustriales de transformación.

En el caso de la expansión de la agricultura industrial, la principal promoción para el control de las bioinvasiones pasa por el uso de agroquímicos, especialmente herbicidas. El negocio de los herbicidas se expandió intensamente en la agricultura mundial, especialmente en modelos de producción intensivos. El creciente consumo se acompaña de una creciente resistencia o tolerancia en las malezas.

En la última década, la llegada de los cultivos transgénicos ha tenido una relación directa con estos procesos. Los principales cultivos, especialmente soja y maíz, fueron en esta primera camada de eventos transgénicos, diseñados para ser tolerantes a aquellos herbicidas de mayor conocimiento y expansión mundial, como el glifosato o tolerantes al ataque de lepidópteros o bien con ambos eventos conjuntos.

La soja transgénica resistente a herbicidas es el principal evento expandido en todo el mundo y, especialmente, en la Argentina.

El nuevo evento asociado al modelo agronómico conocido como siembra directa fue el paquete ofrecido en el país para hacer frente a las malezas más importantes como el Sorgo de Alepo y el gramón (*Cynodon dactylon*) ambas gramíneas.

El Sorgo de Alepo es una de las malezas más gravosas de la agricultura de climas templados y ha sido en la Argentina un problema grave desde los años treinta.

La aparición de biotipos resistentes al glifosato en la actualidad suma un escalón de problemas adicional al ya complejo conflicto del control de esta bioinvasora que está transformando y ha transformado campos y sistemas productivos de todo el país.

## El Sorgo de Alepo

### Nombre científico

- *Sorghum halepense* (L.) Persoon.
- Familia
- *Poaceas*



## Nombres anteriores

- *Andropogon arundinaceus* Scop. 1772, *Andropogon halepensis* (L.) Brot. 1804, *Andropogon halepensis* (L.) Brot. var. *anatherus* Piper 1915, *Andropogon halepensis* (L.) Brot. var. *genuinus* Stapf ex Hook. f. 1896, *Andropogon halepensis* (L.) Brot. var. *muticus* (Hack.) Asch & Graebn. 1915, *Andropogon halepensis* (L.) Brot. var. *typicus* Asch & Graebn. 1898, *Andropogon sorghum* (L.) Brot. ssp. *halepensis* (L.) Hack 1889, *Andropogon sorghum* (L.) Brot. subvar. *genuinus* Hack 1889, *Andropogon sorghum* (L.) Brot. subvar. *leio-stachys* Hack 1889, *Andropogon sorghum* (L.) Brot. subvar. *muticus* Hack 1889, *Blumenbachia halepensis* (L.) Koeler 1802, *Holcus halepensis* (L.) 1753, *Milium halepense* (L.) Cav. 1802, *Sorghum almum* Parodi 1943, *Sorghum almum* Parodi var. *typicum* Parodi 1943, *Sorghum controversum*, *Sorghum halepense* (L.) Pers. var. *muticum* (Hack.) Grossh. 1928, *Sorghum miliaceum* (Roxb.) Snowden, *Sorghum saccharatum* (L.) Moench var. *halepense* (L.) Kuntze, 1891.

## Etimología

- *halepense* (latín), de la ciudad de Haleb (Aleppo), en Siria.

## Nombre vulgar en Argentina

- **Sorgo de Alepo o Pasto Ruso.** Menos común pero también utilizado en el país son los nombres de “pasto polaco”, “Johnsongrass”, “maicillo” (ver Figura 1).

## Nombres vulgares en otros países

Sorgo de Alepo (Argentina, Uruguay, Bolivia), Aleppo grass (EE.UU.), Aleppo milletgrass (EE.UU.), Johnsongrass (EE.UU.), cañuela, Don Carlos, grama China, gumai (Rusia), herbe de Cuba (Francia), Johnson grass (Inglaterra), Johnsongrass (Inglaterra), kola (Tonga), sorgho (Francia–Nueva Caledonia), sorgho d’Alep (Francia), sorgo de Alepo (Francia), yerba Johnson, zacate Johnson, sorguillo, maicillo, canutillo, pasto

polaco, cañota (México, Honduras, América Latina en general).

## Características generales de la especie

El Sorgo de Alepo es una especie prolífica, con varios mecanismos reproductivos. Es una gramínea perenne (Figura 1). Posee un vigoroso sistema radicular, integrado por rizomas de crecimiento horizontal.

Posee una inflorescencia laxa en panoja piramidal, cuyo fruto es un cariopsis. Es una especie tetraploide ( $2n = 40$  cromosomas).

**Figura 1**  
Sorgo de Alepo común (Leguizamón, 2003)





En la región pampeana se presenta con un ciclo anual de desarrollo, que se inicia para la parte aérea en la primavera, con una intensa fructificación en el verano, pudiendo multiplicarse por rizomas y por semillas. En otras ecoregiones del país, especialmente en las áreas subtropicales del NOA y del NEA puede presentar varios ciclos o biociclos de reproducción.

En una planta adulta es posible identificar los siguientes órganos:

### *Rizomas*

Los rizomas del Sorgo de Alepo, son un elemento central en la propagación de la especie, que coevolucionó con los sistemas de roturación de la agricultura moderna. Un nuevo rizoma proviene a partir de las yemas axilares y terminales de un rizoma remanente, identificados como primarios. Éstos a su vez, dan lugar a rizomas secundarios, más finos y ascendentes. En sus extremos distales se produce un ensanchamiento que pasa a formar parte de la corona y de ésta, a partir de yemas axilares, se originan macollos y un nuevo sistema rizomatoso identificados como rizomas terciarios. Éstos también pueden surgir de las yemas formadas de rizomas secundarios.

Una planta aislada de *Sorghum halepense* puede producir sólo en una primavera y verano hasta 100 gramos de materia seca de rizomas (Leguizamón, 2003). En una planta originada de semilla, a los 30 días la aparición de los primeros rizomas semejan el tamaño y comportamiento de los rizomas terciarios.

En adelante, la reproducción vegetativa de la especie queda asegurada con el siguiente ciclo anual, mediante la diferenciación de los llamados rizomas remanentes o primarios que son los que conservan cierto vínculo con la “mata” original.

La agricultura de labranza con arado o cincel, en muchos casos en lugar de limitar, facilita la expansión al producir el trozado de rizomas, que con sus yemas, actúan como “nuevas semillas”.

### *Corona*

La corona es una parte del tallo que se encuentra ubicada inmediatamente por debajo de la superficie del suelo y a partir de la cual se originan los nuevos brotes o vástagos vegetativos llamados macollos. Se la identifica como una porción dilatada y con entrenudos muy próximos, desde los cuales se origina una cabellera de numerosas raíces y rizomas terciarios.

La corona tiene un conjunto de yemas con diferentes grados de conexión, que frente a un stress físico (corte) o químico (herbicida), restablece rápidamente la conexión con las macollas originales cuando son destruidas. La corona, contiene además una concentración importante de partículas de sílice, cuya presencia estaría asociada a una mayor tolerancia al estrés, por ejemplo una mayor deposición de compuestos bajo condiciones adversas (Leguizamón, 2006).

### *Raíces*

Las raíces son adventicias y fibrosas, originándose en los nudos de los rizomas secundarios y terciarios, y también de la corona. Las raíces representan alrededor de 10 % de la biomasa subterránea de la planta.

### *Macollas y Cañas floríferas*

El vástago florífero se encuentra formado por cañas no ramificadas, erectas, huecas y glabras que pueden llegar a superar los dos metros de altura. Una planta aislada puede llegar a producir hasta 15 o más macollas, aunque su número se encuentra regulado por la densidad.

El Sorgo de Alepo es una especie de días cortos para lograr su floración, desconociéndose si necesita o no un determinado umbral térmico para alcanzarla. En general cada macolla, remata en una panoja, existiendo una alta correlación entre el número de macollos y el número de panojas.

### *Las hojas*

Las hojas son lineales y anchas. Las vainas foliares poseen márgenes abiertas con lígula membranosa con un



ribete piloso, sin aurículas. La lámina o limbo posee de 20 a 40 centímetros de largo por uno a dos de ancho, de tono verde brillante, a veces con pigmentos purpúreos.

### *Inflorescencia*

La inflorescencia es en panoja, al comienzo compacta, luego se extiende y abre en forma ampliamente piramidal y laxa, de unos 20 cm a 40 cm de largo, algo erecta, purpurina y pubescente. Los racimos se encuentran subaplicados sobre el eje central y en el extremo de cada racimo se disponen las espiguillas de a tres, una séstil, que es fértil y dos pediceladas, estériles (Burkart, 1969). Las espiguillas son caedizas.

### *Cariopsis*

El cariopsis es aovado comprimido, castaño oscuro, de 2 mm a 3 mm de longitud. Su número por panoja oscila entre 180 a 350, dependiendo del biotipo y las condiciones de formación de la panoja (Leguizamón, 2003). Una planta de Alepo puede producir hasta 28.000 semillas.

### *Dispersión de semillas y propágulos*

La dispersión de las semillas puede producirse a través de distintos agentes: agua, animales que las consumen y luego las eliminan con mayor grado de dormición a través de las heces, también a través de los granos o por la maquinaria. La contaminación con las semillas a la siembra y el uso de máquinas son los dos factores que juegan un rol decisivo en el proceso de invasión. Tanto las labranzas como las demás maquinarias asociadas con el manejo agrícola, especialmente las cosechadoras, pueden considerarse como elementos fundamentales en la dispersión de la semilla y la colonización de nuevos territorios para el Sorgo de Alepo.

Es un hecho que la prolífica producción de semillas de Sorgo de Alepo, luego de vencida su dormición, facilita la dispersión de la especie. Pero además, el vigoroso sistema de rizomas, lo convierte en un problema de magnitud en los cultivos que invade, con una ventaja adicional y de implicancias en su persistencia, de hecho, la posibilidad de replicar genotipos adaptados, exitosos en el sistema invadido. Estos nuevos biotipos, producen adaptaciones específicas en respuesta a su entorno y manejo,

que facilitan un proceso de colonización y permanencia, sumamente complejo de erradicar, con las prácticas de manejo convencionales.

### **Centro de origen**

Es una especie originaria de la región del Mediterráneo. En Siria, Estado del próximo Oriente, entre Turquía, Irak, Jordania, Israel y el Líbano. No obstante, según algunos autores (Bhatti y otros, 1960) existe cierta controversia referida al centro de origen, que ubica al Sorgo de Alepo, como una especie proveniente de la duplicación del número de cromosomas ( $2n = 40$ ), proveniente de una hibridación natural entre *Sorghum vulgare* y *Sorghum virgatum* en la región del norte de África.

### **Distribución del Sorgo de Alepo en la agricultura mundial**

Cosmopolita, introducida en casi todas las regiones tropicales, subtropicales y templado-cálidas del planeta: cinturón del Pacífico (Australia, China, Filipinas, Nueva Zelanda, Tailandia) e Islas del Pacífico (Hawai, Islas Cook, Islas Marianas, Islas Salomón, Micronesia, Nueva Caledonia, Samoa, Papua, Polinesia Francesa, entre otras) en casi todo el territorio de Estados Unidos (cuarenta y siete estados), numerosos países de Centro y Sudamérica (Argentina, Costa Rica, Venezuela, etc.).

Está considerada una de las peores malezas de la agricultura mundial, hoy en día reconocida en más de 53 países. El rango de latitud es muy amplio y va desde los 55° de latitud norte hasta los 45° sur (Holm y otros, 1977).

En suelos disturbados y preparados para agricultura, la especie encuentra un campo muy propicio para la propagación.

En Estados Unidos, justamente la especie fue introducida como forrajera a principios del siglo XIX, en los estados de Alabama y Carolina del Sur, hacia el año 1840, por un agricultor de apellido Johnson (de ahí su nombre vulgar en inglés, Johnsongrass, o “pasto de Johnson”) (Warwick y Black, 1983, Mc Worther, 1989).



## Características bioinvasivas de la especie

El Sorgo de Alepo es una especie caracterizada por la agresividad de su propagación, que se basa en la ocupación de diferentes capas del suelo a través de sus vigorosos rizomas.

El hábitat preferido de la especie se conjuga en suelos fértiles y húmedos. Su ciclo vegetativo se cumple en primavera y en verano (Robinez, 1982). Si las condiciones climáticas se lo permiten puede ser observado también en otoño o con varios ciclos anuales como sucede en el noreste argentino.

Además de sus rizomas, se reproduce por semillas, que tienen la particularidad de poder permanecer viables por más de diez años enterradas.

La labranza de los suelos permite la germinación de las semillas cuando éstas son colocadas, mediante el trabajo mecánico del arado que da vuelta la gleba, entre los primeros 5 cms a 7 cms de profundidad y las que quedan en capas más profundas permanecen latentes, hasta que las condiciones de germinación les sean potencialmente favorables.

Por otra parte, los rizomas también pueden permanecer latentes, pero en este caso por poco tiempo, especialmente en suelos pesados y con humedad excesiva.

El Sorgo de Alepo presenta tres tipos de rizomas: primarios, secundarios y terciarios. Los rizomas primarios son los que están vivos al principio de la actividad germinativa en primavera y que inician su crecimiento a través de sus yemas.

Los secundarios nacen más o menos verticalmente a partir de los primarios, llegan a la superficie del suelo y forman coronas que derivan nuevas plantas.

Los terciarios son aquellos emitidos por la corona en la época de floración, son muy extensos y penetran profundamente.

A los 15 días o 20 días, aproximadamente y después de la emergencia de los tallos aéreos, el rizoma primario se descompone y ya no da origen a nuevos rizomas. Es decir, que cada año se destruyen.

Muy por el contrario, los secundarios y terciarios quedan latentes durante el invierno y son los que pueden llegar a formar nuevas plantas en la primavera siguiente.

Los índices de agresividad de la especie se muestran también en la vigorosa capacidad de producción de sus propágulos. La producción de semillas puede alcanzar los 2.000 kg a 2.500 kg/ha. Volúmenes de esta magnitud aseguran la difusión de la especie ocupando nuevas áreas. Las semillas pueden ser transportadas por animales, semillas para siembra contaminadas o maquinaria agrícola, especialmente las cosechadoras. De esta forma invaden los potreros limpios.

La rápida colonización es garantizada en primera instancia por las semillas.

Los rizomas, por otro lado, son los que adquieren una mayor importancia para la propagación y perpetuación de la especie.

En una temporada, compitiendo con algún cultivo, el Sorgo de Alepo puede llegar a producir entre 6 y 8 toneladas de rizomas por hectárea, cifra que puede alcanzar entre 40 y 50 toneladas, cuando no halla competencia.

Algunos trabajos desarrollados por la unidad experimental del INTA EEA Oliveros, de la provincia de Santa Fe, indican que para la zona por cada 1.000 kilogramos de rizomas peso fresco por hectárea, los mismos portan alrededor de 300.000 yemas viables

La biología de la especie demuestra entonces una importante capacidad competitiva. Lo mismo sucede con la biología de la población que puede ser esquematizada como sigue (Leguizamón, 1983), (Figura 2, página siguiente):

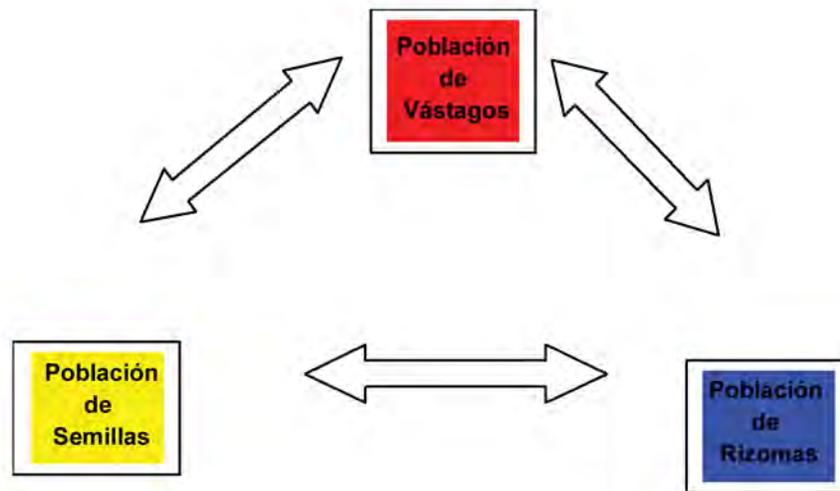
La estructura de la población es muy dinámica, ya que existen relaciones entre cada componente y, además, está afectada por el manejo o uso del suelo, el manejo agronómico, las tecnologías utilizadas y los cultivos que se implantan.

## El Sorgo de Alepo en la agricultura mundial

*Sorghum halepense* es una de las especies que más dedicación ha recibido por parte de los investigadores,



**Figura 2**  
**Estructura simplificada de una población de Sorgo de Alepo**



agrónomos, empresas e institutos de ciencia y tecnología para lograr acotar o limitar su impacto sobre los cultivos de interés comercial, y cuyos rendimientos por competencia con éste pueden verse seriamente afectados en muchas oportunidades.

El control del Sorgo de Alepo (*la lucha contra el sorgo*) ameritó el desarrollo de un sinnúmero de herramientas y metodologías para acotar su expansión. Entre ellas el control mecánico, los métodos preventivos y el uso de un importante cóctel de agroquímicos han sido implementados desde los últimos 25 años en muchos de los países con una historia agrícola extensiva. Un abanico de herbicidas de presembrado, postsembrado, emergencia y preparados para todos los momentos del ciclo del cultivo y los períodos de barbecho, se fueron ofreciendo al mercado de agroquímicos para intentar su control. En la última década, la combinación de nuevos paquetes tecnológicos de cultivos transgénicos y glifosato (especialmente propuestos para soja y maíz) crecieron de manera intensiva, tanto en demanda como en difusión. La simplificación de los procesos de control con agroquímicos, generó un nuevo foco de consumo de productos herbicidas que parece continuará difundiéndose incluso en los próximos años.

No obstante ello y a pesar de los resultados preliminares, que en apariencia mostraban un eficiente control del herbicida sobre el Sorgo de Alepo y otras malezas muy problemáticas, durante los últimos tiempos comienzan a

registrarse en el historial, tanto de tolerancia y resistencia en las malezas, casos de control parcial o deficiente que presentan preocupación. Estos casos se presentan más visiblemente en las siembras primaverales estivales, es decir, en aquellos cultivos oleaginosos (soja) o de grano grueso (maíz) que son donde más se ha expandido el paquete glifosato más cultivos transgénicos. En el caso argentino, algunos autores (Leguizamón, 2003) manifiestan que la presencia de la maleza se presentaría con una menor incidencia que en las décadas anteriores, pero es cierto que en la última década la presencia de la maleza se encuentra ampliamente difundida en los sistemas primaverales estivales.

Se presume que la tendencia hacia una significativa disminución de la labranza mecánica de la mano de la llegada desde principios de los años noventa de la siembra directa, podría estar produciendo cambios en la dinámica del crecimiento y desarrollo de las estructuras aéreas y subterráneas del Sorgo de Alepo, lo que favorecería la persistencia bajo las nuevas condiciones del cultivo, especialmente de soja.

Mundialmente, el Sorgo de Alepo viene manifestando resistencia a distintos grupos de herbicidas desde 1995.

En ese año, manifestó resistencia a herbicidas del grupo ACCase (inhibidores de la acetil carboxilasa), fluzafop p-butil y quizalofop p-etil, en Virginia, pero previamen-



te se habían hallado biotipos resistentes en Mississippi (1991), Kentucky (1991) y luego en Tennessee (1995) y Virginia (1995). Más tarde, en 2005, apareció el caso publicado por Delucchi (2005) de resistencia en el norte de Argentina, resistente a los inhibidores del glifosato y, en 2006, otro caso de resistencia informado en Israel ([www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)).

Son trece los casos (hasta finales de 2007) (Figura 3) de malezas resistentes al grupo de las glicinas (glifosato) todas aparecidas en los últimos años, si bien el herbicida se viene utilizando desde hace prácticamente más de treinta años. Nuevamente, cambios en el patrón de uso del herbicida y la presión de selección por este cambio en estos últimos años y el monouso de éste son factores importantes a considerar.

A diferencia de otras malezas resistentes anuales, hay un hecho que no puede ser desatendido respecto del caso del Sorgo de Alepo resistente y es que, además de ser considerado una maleza anual (reproducción por semillas), es una especie perenne, que tiene otros mecanis-

mos de reproducción eficientes como los rizomas, que son los principales difusores del mismo biotipo.

Es así que una porción importante de la agricultura moderna se ha hecho dependiente de un único herbicida. Dice Stephen Powles (citado por Service, 2007): “El glifosato es tan importante para la agricultura mundial como lo es la penicilina para la salud humana”. La comparación es adecuada en tanto y en cuanto así como los patógenos desarrollaron resistencia a la penicilina y a otros antibióticos, las malezas resistentes lo han hecho recientemente respecto del glifosato en todo el mundo. “Estamos yendo hacia una epidemia de malezas resistentes al glifosato” (Powles, 2007). “En tres o cuatro años, será un gran problema” (Service, 2007). Otros destacan además, los enormes daños económicos que se pueden producir a la agricultura mundial y, además, el efecto colateral generado al cambiar drásticamente el “patrón de uso del herbicida” al transformarlo de un producto que sólo se utilizaba en los períodos de descanso (barbecho) entre cultivos en otro que se encuentra prácticamente en

**Figura 3**  
**Malezas resistentes al glifosato (Grupo de las glicinas)**

Especie	País	Año de aparición
1. <i>Amaranthus palmeri</i>	2005 - USA (Georgia) 2006 - USA (Arkansas) 2006 - USA (Tennessee)	2005
2. <i>Amaranthus rudis</i>	2005 - USA (Missouri) 2006 - USA (Illinois) 2006 - USA (Kansas) 2006 - USA (Kansas)	2005
3. <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2004 - USA (Arkansas) 2004 - USA (Missouri) 2007 - USA (Kansas)	2004
4. <i>Ambrosia trifida</i>	2004 - USA (Ohio) 2005 - USA (Indiana) 2006 - USA (Kansas)	2004
5. <i>Conyza bonariensis</i> “rama negra”	2003 - Sudáfrica 2004 - España 2005 - Brasil 2005 - Brasil 2006 - Colombia 2007 - USA (California)	2003



6. <i>Conyza canadensis</i>	2000 - USA (Delaware) 2001 - USA (Kentucky) 2001 - USA (Tennessee) 2002 - USA (Indiana) 2002 - USA (Maryland) 2002 - USA (Missouri) 2002 - USA (New Jersey) 2002 - USA (Ohio) 2003 - USA (Arkansas) 2003 - USA (Mississippi) 2003 - USA (North Carolina) 2003 - USA (Ohio) 2003 - USA (Pennsylvania) 2005 - Brasil 2005 - USA (California) 2005 - USA (Illinois) 2005 - USA (Kansas) 2006 - Brasil 2006 - China 2006 - España 2007 - República Checa 2007 - USA (Michigan)	2000
7. <i>Echinochloa colona</i> "pasto colorado"	2007 - Australia (Nueva Gales del Sur )	2007
8. <i>Eleusine indica</i> "pie de gallina"	1997 - Malasia	1997
9. <i>Euphorbia heterophylla</i> "Lecherón"	2006 - Brasil	2006
10. <i>Lolium multiflorum</i> "raigrás criollo"	2001 - Chile 2002 - Chile 2003 - Brasil 2004 - USA (Oregon) 2005 - USA (Mississippi)	2001
11. <i>Lolium rigidum</i> "raigrás perenne"	1996 - Australia (Victoria) 1997 - Australia (Nueva Gales del Sur) 1998 - USA (California) 2000 - Australia (Sur Australia) 2001 - Sudáfrica 2003 - Sudáfrica 2005 - Francia 2005 - Francia	1996
12. <i>Plantago lanceolata</i> "siete venas"	2003 - Sudáfrica	2003
13. <i>Sorghum halepense</i> "Sorgo de Alepo (SARG)"	2005 - Argentina	2005

Fuente: [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org), Consulta del 13 de Diciembre de 2007.



forma permanente sobre los mismos:

Si los agricultores y las compañías pierden esta habilidad en el manejo del glifosato, ello puede costar millones de dólares en pérdidas de productividad. Pero el daño puede ser mucho más que económico, ya que también puede producir importantes consecuencias ambientales (Service, 2007).

### Efectos en la agricultura argentina

En los ambientes templados y en las ecoregiones subtropicales de la República Argentina el Sorgo de Alepo es una maleza que ha recibido, al igual que en otras partes del mundo, una gran dedicación por parte de investigadores y técnicos, en la búsqueda de mantener a la planta por debajo de los niveles de umbral económico, con costos y esfuerzos en su control que han llevado ya prácticamente poco menos que una centuria.

Ya desde 1927, en carta al Ministro de Agricultura de la Nación Emilio Mihura, el Ing. William Cross alertaba a este sobre:

el pasto Ruso, que está extendiéndose rápidamente en toda la zona norte de la República, con evidentes perjuicios para la agricultura de la región. Como medida indicada para combatir estas malas hierbas y evitar que continúen extendiéndose, solicito a S.S. que las declare plagas agrícolas" (...). El que suscribe solicitó personalmente esta medida hace unos cinco años (1922) al entonces señor Ministro de Agricultura, habiendo sido de opinión ya durante muchos años que es necesario combatir estas plagas en una forma enérgica (Cross, 1927).

Desde la "lucha" mecánica hasta el control químico, la búsqueda por controlar a esta especie en la Argentina ha tenido resultados diversos hasta la llegada a mediados de los años noventa del paquete tecnológico de la siembra directa y los cultivos transgénicos, especialmente aquellos tolerantes al herbicida glifosato.

Históricamente el Sorgo de Alepo ha involucrado y producido importantes efectos a la agricultura regional de todo tipo:

Costos Económicos (se detallan en la pág. 42):

- Incremento en el uso de agroquímicos.
- Incremento en el uso de maquinaria.
- Mayores gastos en el consumo de combustibles.
- Costos en el tratamiento de los granos.

Costos Ecológicos:

- Competencia con el cultivo y otras especies.
- Avance y colonización sobre nuevos ambientes.
- Colonización de matas en ambientes disturbados.
- Sitio de residencia, reproducción y expansión de plagas y enfermedades.

Costos Sociales:

- Aumento de los costos de control e imposibilidad de producción.
- Endeudamiento para la compra de agroquímicos y equipamiento específico.
- Invasión de campos con Sorgo de Alepo (ensorgamiento) e imposibilidad de producción.
- Dependencia tecnológica.

En 1930, por las incontables consecuencias de todo tipo producidas, y luego de una batallada demanda de investigadores como el doctor William Cross, que incluso debió enfrentar no sólo la aletargada burocracia oficial sino los intereses de ciertos grupos ganaderos que promovían aún el cultivo de la maleza como forrajera, el gobierno argentino sancionó la ley que declaraba plaga de la agricultura al Sorgo de Alepo (Ley 4863, Diciembre 3, 1930). La ley planteaba, la prohibición, la venta, tráfico de semilla, plantas y rizomas del Sorgo de Alepo y se complementó con otras medidas con la Resolución Ministerial del 11 de Agosto de 1933.



## CAPÍTULO II

### Breve historia ambiental de la maleza

A poco que se conocen los efectos del Sorgo de Alepo en los lugares donde llega o se lo encuentra, rápidamente se intentan medidas de control, por los importantes impactos que produce su presencia. Por su capacidad bioinvasiva, una vez instalada se hace sumamente difícil su erradicación y, por otro lado, incrementa los costos de control. Por ese motivo, es importante considerar tener al Sorgo por debajo del umbral de daño económico. Hacia ese objetivo es donde se han dedicado los mayores esfuerzos.

Al igual que en EE.UU., el Sorgo de Alepo ingresa a la Argentina como planta forrajera desde ese país y se difunde rápidamente (INTA, 1994). En muchos casos, y durante mucho tiempo, es recomendada por agricultores y técnicos por su adaptación y rusticidad (Estrada, 1907).

Sin embargo, rápidamente, a medida que se lo va implantando y expandiendo, los agricultores toman conciencia de la problemática de su capacidad bioexpansiva y competitiva, especialmente perjudicial para la producción de los cultivos estivales (maíz, girasol, soja, sorgo granífero o maní).

Hacia mediados de los años ochenta (1984) un informe técnico realizando por el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) y la Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación, informaba que la zona de mayor expansión de la especie alcanzaba el norte de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba, llegando en esa zona a alrededor 3.800.000 hectáreas infestadas. La cifra representaba el 73 % del área ocupada en cultivos de soja, maíz, sorgo granífero, girasol y maní. En el caso de la soja, alcanzaba al 83,5 % de la superficie implantada con el cultivo (INTA, 1986).

Otro informe posterior de la misma institución (INTA, 1994) daba cuenta que sobre las mismas provincias (Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos) se hallaban invadidas 15.000.000 ha, con perjuicios hacia 94.000 agricultores. Dentro de esa amplia área, la mayor

infestación se localizaba en la zona núcleo pampeana (norte de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba) afectando a unos 34.000 agricultores. Un lugar que se estaba ya transformando de zona de producción mixta a agricultura continua.

Dado que su principal ciclo reproductivo se produce durante el verano en la Región Pampeana, la brotación de los rizomas del Alepo como la germinación de las semillas, coinciden con los ciclos reproductivos de estos cultivos. En consecuencia, los cultivos de verano favorecen su difusión de manera que puede llegar a un grado de infestación muy grande, que en ocasiones obliga directamente a la imposibilidad de producción. Esta situación no se presenta en general con los cultivos de invierno-primavera (trigo, lino, avena) debido al diferente ciclo de germinación (invernal). En general, el Sorgo de Alepo es sensible al frío y su parte aérea se seca con las primeras heladas. Sin embargo, no ocurre lo mismo con los rizomas enterrados que sobreviven a este período y rebrotan durante noviembre (para la Región Pampeana).

Por otro lado, las rotaciones agrícola ganaderas tienen su incidencia. En aquellas zonas donde los lotes se dedicaban a pasturas no se evidenciaba la presencia de la maleza, ni su proliferación, posiblemente debido al pastoreo. Cuando se pasaba a ciclos agrícolas, y si estos eran estivales, el sorgo de Alepo se ponía de manifiesto.

Es una planta que puede hibridarse con otros Sorgos, a la vez que dispone de ecotipos adaptados a diversos ambientes. Dice Roberto Neumann (2007, entrevista personal): "...muchas décadas atrás nuestro mejor malezólogo fue Lorenzo Parodi, él describió el sorgo negro o sorgo garabí, que así se llamó, que era un cruzamiento que se origina en Argentina entre Sorgo de Alepo y un sorgo comercial: *Sorghum bicolor*". La estabilización del ecotipo posteriormente a la zona, si el mismo se adapta, puede quedar también garantizada de esta forma y a su vez, ampliar el *pool* genético de la especie de forma permanente. Ello sumado a sus sistemas reproductivos, explican la fenomenal capacidad adaptativa, de expansión y los problemas de control generados por la especie.

Treinta años atrás (1977) ya el esfuerzo de lucha contra el Sorgo de Alepo se concentraba en el uso de agroquímicos y control mecánico, intentando llegar a la mayor cantidad de productores con recomendaciones



sobre distintas formas de aplicación (Barletta y Arregui, 1977). Las recomendaciones de esos tiempos pasaban por un control mecánico si se estaba en las primeras etapas de la infestación (aradas, arada en profundidad, para exponer los rizomas al aire, rastras de discos) cada 25 a 30 días y cuando los rebrotes de Sorgo no superasen los 25 cm de altura. Por otro lado, ya se comenzaban a recomendar los métodos químicos de control, mediante la aplicación de herbicidas no selectivos, combinados con métodos mecánicos. Por ejemplo, en enero, disqueando derecho y luego cruzado, se logra una brotación de los rizomas, que luego se controlaban con herbicidas no selectivos como el MSMA (96 %), Dalapon o glifosato. La aplicación con glifosato no superaba los 4 litros por hectárea (48 %) diluido en no menos de 200 litros de agua. Luego, se recomendaba rotar con cultivos de invierno, de alta cobertura como trigo, avena o lino.

Una tecnología singular, implementada desde esa época, era la aplicación de herbicidas con lo que se conoció como equipos de sogas. Estos equipos posibilitaban el control de la maleza a través de lo que se podría identificar como una selectividad posicional, que consistía en depositar la solución herbicida sobre la parte del follaje del Sorgo de Alepo, que sobrepasaba al cultivo, pero sin tocar a éste. Estos equipos tenían en común y como elemento básico un tubo plástico, que servía para el depósito de la solución herbicida y de sostén de las sogas (generalmente, mechas de nylon). Éstas por acción capilar absorben la solución herbicida que es depositada por contacto sobre la maleza al desplazarse el equipo y “peinar” a la planta de Sorgo de Alepo a su paso. La disposición de estas cuerdas era variable: en cuña, parrilla o en tubo y la alimentación de las mismas podía ser forzada o por simple capilaridad.

Otras tecnologías utilizadas en ese tiempo (décadas de los setenta y ochenta) consistían en el uso de otros aplicadores conocidos como “rodillos” o “rolos químicos”. Estos equipamientos consistían en un cilindro de metal recubierto con una alfombra de nylon sobre el cuál picos pulverizadores dosificaban el herbicida hasta la capacidad de saturación. El rodillo giraba en el sentido contrario al del avance de la maquinaria. El herbicida utilizado por excelencia era el glifosato. En el equipo de soga, la partición era un 33 % de herbicida y 66 % de agua, mientras que en los rodillos, se aplicaba glifosato al 10 % (1 de glifosato por 10 partes de agua).

La aplicación se realizaba cuando la maleza superaba al cultivo en unos 15 centímetros de altura. Es decir, a los 35-45 días desde la siembra de la soja, cuando el Sorgo de Alepo se encontraba al estado de hoja bandera (es decir, cuando la última hoja empieza a emerger. La hoja bandera representa prácticamente el 75 % del área foliar).

Un factor importante en esta historia del control del Sorgo de Alepo con el glifosato tiene directa relación con el consumo de herbicidas, que mediante esos equipamientos se tenía, bastante reducidos, si se comparasen con los consumos que hoy en día se tienen del herbicida. Una práctica ambiental amigable con el ambiente y el bolsillo de los agricultores. Algunos valores orientativos de la época para los casos de infestaciones leves o en manchones, indicaban que el gasto oscilaba entre 0,20 a 0,25 litros de glifosato por hectárea. En infestaciones moderadas a medias el consumo de herbicida podía llegar a los 0,5 a 0,6 litros y en aquellas más graves o muy graves, podría llegarse a los dos litros por hectárea.

La llegada de equipamiento terrestre de alta capacidad de trabajo, el equipamiento aéreo y la disminución de los costos del herbicida dejaron de lado el uso de los equipos de sogas desde principios de los noventa, pero con el consiguiente incremento del consumo de glifosato.

Los sistemas de manejo integral de malezas deberían considerar nuevamente esta posibilidad de manejo agronómico que, si bien quizás algo más complicada o hasta incómoda desde el punto de vista del manejo, lograba ahorros sustantivos, tanto desde el punto de vista del químico aplicado, como desde los costos (actuales), como desde el punto de vista ambiental y del manejo de las resistencias.

### Introducción en Argentina

Se ha comentado ya que el Sorgo de Alepo fue introducido en la Argentina como planta forrajera, recomendado para la alimentación del ganado en el norte del país. Decía Mario Estrada (1907) sobre la especie:

Este es un sorgo vivaz que ocupa el suelo varios años, adquiriendo su mayor desarrollo después del segundo o tercer año. Aunque de menor valor nutritivo que el precedente, es una muy útil forrajera, á (para, N. del E.)



grandes rendimientos, y que se usa sola o en mezcla (la mezcla con meliloto, es muy recomendable). Es más rústico que el sorgo anual y toma buen desarrollo en terrenos pobres y arenosos, pero la frescura le es necesaria. En la República Argentina ya se ha ensayado con éxito para reemplazar a la alfalfa en campos poco adecuados á (para, N. del E.) la leguminosa, y dura varios años si no se le pastorea demasiado. Como prado permanente para henado tiene mucho valor. El agricultor, le hallará el defecto de ser sumamente vivaz, mediante sus raíces y de volverse un “yuyo” muy difícil de extirpar.

Durante varios años la especie se difundió como planta forrajera, recomendada por sus bondades productivas, incluso desde varias semillerías en Buenos Aires.

En un trabajo llamado “A propósito del cultivo del *Sorghum alepensis* como forraje”, del Ing. Sr. Vallejo (1913) se hace un análisis pormenorizado y en algunos casos comparativo respecto a otras forrajeras que en esa misma época se promovían para la ganadería argentina, como la alfalfa. Esa misma época es la que se conoció en la Argentina como el período de “refinación de campos”. Ello consistía en la recomendación de ciertas pasturas para reemplazar a los “pastos nativos” conocidos como pastos duros (*Cortaderia* spp y otros). Entre las pasturas recomendadas se encontraba la alfalfa, que también competía como forrajera con el Sorgo de Alepo. Incluso en los contratos de arrendamiento que los terratenientes de Argentina imponían a los inmigrantes (italianos, españoles, judíos); una de las cláusulas advertía que el arrendatario antes de dejar el campo, lo debía hacer sembrándolo con alfalfa, a su propio costo. De esta forma el país, en muy pocos años pasó de tener unas miles de hectáreas sembradas con la forrajera a varios millones de campos alfalfados. Incluso, analizando y revisando el fuerte paso hacia la implantación de alfalfa, el padre de la agricultura conservacionista argentina, el ingeniero Molina, indicaba décadas después, que Argentina, se escribiría con “A” de alfalfa.

Volviendo al caso del mencionado artículo del ingeniero Vallejo, se detalla un trabajo comparativo entre especies del señor Adolfo G. Tonnelier, director de la escuela de Agricultura de “Las Delicias” (Provincia de Entre Ríos) calificando incluso a la alfalfa como un alimento incompleto. “Del análisis del señor Tonnelier, se deduce que la relación nutritiva, o sea, la proporción que existe en un alimento entre las materias azoadas, por un lado, y las grasas e hidratos de carbono, por el otro, es de

1:4,82, para el Sorgo de Alepo y de 1:2,16 para la alfalfa” (Vallejo, 1913). Dice más adelante Vallejo citando a Tonnelier: “Considerando, pues el producto de una misma extensión cultivada con sorgo *alepensis* y alfalfa, encontramos que el valor de lo cosechado del primero está representado por 2,54 y el del segundo por 1, o en otros términos que el valor de lo cosechado de sorgo es una y media vez mayor que el que representa la alfalfa”.

También en esa época se recomendaba el Sorgo de Alepo justamente para áreas donde las limitaciones en la calidad de suelos o agua eran importantes. Alude a que su implantación en lugares con estas limitaciones como la zona chaqueña, especialmente el territorio de la provincia de Santiago del Estero:

En estas condiciones, creo que esta planta, no sólo es conveniente, sino que representa toda una solución (...) Donde el cultivo de la alfalfa, no encuentra condiciones favorables, ya sea por la calidad del suelo, ya por la falta de agua de riego o de lluvias, debe cultivarse el sorgo de Alepo. La planta se recomienda para tierras arenosas, salitrosas, para tierras pobres (...) y se la recomienda especialmente por su resistencia a las sequías y a los fuertes calores.

Dice nuevamente Vallejo (1913): “se puede decir que la planta ha soportado una prueba concluyente este año, en la provincia de Santiago, resistiendo calores que, en la sombra, marcaban 47 grados centígrados y debo agregar que las plantas tenían apenas tres meses, con un desarrollo radicular incompleto”.

La recomendación no sólo destaca las “bondades” del cultivo referidos a la seca, sino destacando su resistencia” a las inundaciones. Dice:

en una carta del señor Segundo M. Ávila de San Pedro (F.C.C.C.) encuentro un dato importante que quiero recordarle y es que el 7 de Diciembre estuvo la siembra de este sorgo dos días inundada, a pesar de lo cual ha dado espléndido resultado, habiendo cosechado 180 kilos de semilla, creo que de seis kilos, y en una superficie de 30 por 100 metros.

Concluye: “Resultaría, pues resistente a la seca y al exceso de humedad”.



Incluso ya en esas épocas se planteaban objeciones a la siembra del sorgo de Alepo. Las alusiones hacían referencias desde su capacidad invasiva y afectación a otras pasturas forrajeras como a su efecto vinculado con daños al ganado.

Se citaba que en Europa, especialmente en Francia, se han dado casos raros de envenenamientos con Sorgo, a pesar de seguir cultivándose en ese país. “Muchos agricultores y hacendados han empleado durante muchos años estas plantas en Francia, con verdadero éxito y sin constatar casos de envenenamiento” (Vallejo, 1913). Respecto de efectos sobre el ganado en la Argentina, se citan experiencias positivas de la Escuela de Villa Casilda, con un lote de Sorgo de Alepo, donde no se presentó afectación al ganado.

En una gacetilla de la misma época (primera década del novecientos) se cita en un catálogo de la casa semillera de Juan Meyer, de Buenos Aires, lo siguiente:

Sorgo halepense, planta perenne, se multiplica por semillas y por división de rizomas, que se extienden horizontalmente. Planta forrajera importante para las provincias del Norte. Puede dar durante el verano tres a cuatro cortes de pasto bueno y nutritivo. También se presta al pastoreo, pero deben retirarse los animales cuando hayan comido.

Otro vendedor de semillas de Buenos Aires, Gustavo Hamonet decía: “Tiene todas las cualidades de los precedentes sorgos, sin tener sus defectos”.

Vallejo (1913), hace alusión también sobre las formas de uso del Sorgo de Alepo en Estados Unidos: “Allí se lo cultiva como un buen forraje en las regiones de tierras altas y secas, recomendándose para iguales situaciones entre nosotros.”. Recomendando enfáticamente su introducción y siembra indica: “No conozco objeciones serias al cultivo y aprovechamiento de esta planta, en ningún estado”.

Respecto de la promoción dada a la maleza como cultivo forrajero, William E. Cross (1927) decía que la difusión de la misma se produce en parte por las semilleras de la Capital Federal, que no solamente venden semillas, enviándolas a cualquier punto de la República sino que también llegan a “recomendar” su siembra. Sobre las calurosas recomendaciones del pasto ruso cita Cross las referencias dadas en varios catálogos. Dice uno de

ellos (cita Cross): “Conocido también por el nombre de Johnsongrass es también perenne, alcanza hasta tres metros de altura, produce varios cortes de excelente forraje, azucarado y tierno, apetecido por los ganados”. En otro: “Planta forrajera perenne, adecuada para los terrenos donde no se produce la alfalfa y aún donde se produce es más conveniente para hacer ensilajes, por su gran rendimiento. En las épocas de grandes sequías, produce varios cortes de buen forraje para segar y pastoreo”. Aún en otro indicaba: “Excelente planta forrajera, perenne muy adecuada para los terrenos donde no se produce la alfalfa. En verano, aún en las épocas de grandes sequías, tan frecuentes en esa estación, produce varios cortes de excelente forraje tierno y azucarado, muy apetecido por los ganados. Buen forraje para segar y pastoreo”.

La Estación Experimental Agrícola de Tucumán indicaba nuevamente en 1934, que:

por otro lado, las semilleras de la Capital Federal seguían recomendando y vendiendo semillas del Sorgo de Alepo en grandes cantidades anualmente y los agricultores de muchas zonas del país, sin percatarse del perjuicio que estaba haciendo, seguían sembrándolo como forraje. En esta situación, hace unos diez años el Director de la Estación Experimental visitó al entonces Ministro de Agricultura de la Nación, en su despacho, para explicarle la necesidad de prohibir la libre propagación y la venta de semillas, etc., del Sorgo de Alepo, y para pedirle que fuese declarada esta gramínea “plaga de la agricultura”. No teniendo éxito en esta gestión, en mayo del año 1927 se dirigió nuevamente por nota al Ministerio en el mismo sentido (véase Revista Industrial y Agrícola de Tucumán, Volumen XVII página 261 (1927)), y esta solicitud fue resuelta favorablemente a fines del año 1930, cuando el Gobierno Nacional por decreto declaró el Sorgo de Alepo, “plaga agrícola” prohibiendo en absoluto su venta, y tráfico de semilla, plantas y rizomas del mismo y haciendo obligatoria la destrucción de toda planta de Sorgo en todas las zonas del país donde constituya una plaga.

Pero aún después de firmarse este decreto, las semilleras seguían vendiendo la semilla y los agricultores seguían sembrando Sorgo de Alepo hasta que se hizo cargo de la cartera de Agricultura, Luis Duhau, “quien, conociendo los enormes perjuicios que produce esta plaga, y la urgente necesidad que existe de evitar su propagación y hacer todo lo posible para extirparla, resolvió emprender con este fin una intensa y enérgica campaña nacional” (Cross, 1934).



## Formas de distribución de la especie en Argentina

El Sorgo de Alepo fue sembrado como forraje en muchas partes durante mucho tiempo, estableciéndose de esta forma, verdaderos centros de difusión de la plaga, desde los cuales, a su vez, se extendió rápidamente hasta que llegó a infestar en forma muy general, en mayor o menor grado, una gran parte de las zonas agrícolas de la Argentina. Esta primera situación de siembra y facilitación de la reproducción en forma extensiva actuó como nodos de dispersión de la maleza, que de esta manera estratégica llega primero a sitios favorables y los coloniza posteriormente si los recursos disponibles (nutrientes, agua, luz) le son propicios.

Aquellos lugares donde el Sorgo de Alepo logró instalarse, no se encuentran libres de la reaparición de nuevas matas. El Sorgo “queda” instalado (sea por su banco de semillas o de sus distintos tipos de rizomas) siendo controlado o contenido por debajo del umbral de daño económico mediante prácticas combinadas de manejo y el uso recurrente de herbicidas.

Los factores que han venido facilitando la expansión de la especie se han debido a semillas impuras, estiércol de animales, que lo pueden contener los propios animales, arados y maquinaria agrícola que hayan trabajado en terrenos infestados, que pueden transportar pedazos de raíces o rizomas, o semillas. También el agua es un elemento importante de dispersión de las semillas y en algunos casos, hasta de propágulos.

Asimismo, otro factor de difusión inicial, tuvo relación con las mezclas de semillas para pasturas, muy promovidas en los inicios de la ganadería argentina. Decía una nota acompañante al informe del doctor Cross, del ingeniero Silvio Spangenberg (1934), Director de Defensa Agrícola y Sanidad Vegetal:

Estamos en presencia, indudablemente de una de las más peligrosas plagas de nuestra producción fundamental. Sabido es que el Sorgo de Alepo correlativamente a la extensión de su desarrollo disminuye los rindes, rebaja los arrendamientos y desvaloriza los campos, planteando así un serio problema de economía rural... , por otra parte, en las semillas de “Hierba del Sudán” y de “Sorgo Azucarado”, que se expenden en el comercio, era frecuente la presencia de semilla de sorgo de Alepo, el Ministerio, con fecha 11 de Agosto de 1933, dictó una resolución

prohibiendo la venta de semillas de “Hierba del Sudán” o “Sudan Grass” y de “Sorgo Azucarado”, sin disponer de un certificado expedido por la División de Contralor y Análisis de Semillas, en el que se haga constar que la semilla en venta está exenta de “Sorgo de Alepo” (Figura 4).

**Figura 4**  
**Campo agrícola del NOA con Sorgo de Alepo**



Fuente de la imagen: Estación Experimental Agrícola de Tucumán (1921).

No obstante, en 2008 era una preocupación permanente de agricultores y técnicos, pues las bolsas de semillas de sorgos forrajeros suelen contener semillas de Sorgo de Alepo, que por su tamaño y fluidez son difíciles de separar y pueden encontrarse mezcladas.

## Mecanismos de reproducción

Los dos mecanismos básicos de reproducción de la especie son:

- Por vía sexual: Semillas.
- Por vía asexual: Rizomas.

Es considerado una planta autógena pero no completa, dado que se ha demostrado que presenta alrededor de un 8 % de alogamia.

Es la semilla un agente de dispersión, que por alcanzar en algunos casos largas distancias, puede ser considerado un factor de colonización y el primer anclaje para la dispersión de la maleza hacia nuevos territorios.



La dispersión de estas semillas puede producirse por distintos agentes, tales como el agua de riego o lluvia en campos con pendiente. Por el viento, la semilla no alcanza grandes distancias.

En el caso de los herbívoros, las semillas eliminadas junto con las heces, tienen un cierto grado de dormición, pero sin pérdida de viabilidad. En el caso de las aves, es este un proceso que puede facilitar una expansión mayor hacia nuevos territorios.

Las semillas recién dispersadas exhiben una elevada viabilidad (mayor al 85 %) y también un alto grado de dormición. En el *pool* de semillas del suelo se las puede hallar con diferentes niveles de dormición y bajo distintos requerimientos para su desbloqueo. Como indica E. Leguizamón (2003):

este mecanismo evolutivo permite a las semillas no sólo detectar la existencia de canopeo (es decir, la posibilidad de detectar cobertura vegetal que les indicará competencia por luz y otros recursos), sino también “censar” la profundidad a la que se encuentran, lo cual está muy relacionado con sus chances de éxito luego de la emergencia. Estudios recientes brindan herramientas para modelar la dinámica de emergencia de plántulas, si se dispone de información climática y de manejo del sitio bajo siembra directa. A los 35-40 días del inicio de su emergencia las plántulas inician la formación de rizomas, que exhiben un comportamiento similar al de los rizomas terciarios (es decir, los originarios de plantas provenientes de rizomas).

Los dos elementos claves en la dispersión secundaria de las semillas son:

- La maquinaria agrícola y la maquinaria en general utilizada a campo (tolvas, cosechadoras, arados, sembradoras, camionetas, camiones, cajas, etc.). Incluso en algunos casos las botas y el calzado del personal.
- La siembra contaminada con semillas de Sorgo de Alepo en las semillas del cultivo a implantar, con semillas provenientes de “bolsa blanca” o inadecuadamente tratadas (N. del A: “bolsa blanca” son las semillas cosechadas por el propio agricultor, utilizadas por él mismo para la siembra, sin pasar por los canales de las empresas de semillas).

Es interesante tener en cuenta, que varios malezólogos de Argentina (Leguizamón, 2003, Martínez de Gherza,

Gherza, 2003) han destacado la importancia e incidencia que las diferencias climáticas, en ambientes asociados a un mayor éxito demográfico de las poblaciones de plántulas (menor mortalidad, mayor número de generaciones) parece ser la principal diferencia que exhibe el funcionamiento de la maleza en los sistemas de producción del noroeste argentino relacionado con la región pampeana, un territorio con un mayor número de “biociclos” disponibles para el éxito de la reproducción sexual de la especie, que los menores (prácticamente sólo uno) con que cuenta en la pampa ondulada. Situación que, de alguna manera, podría comenzar a explicar la posibilidad de aparición de mayor cantidad de ciclos biológicos y procesos de control mediante agroquímicos. El NOA es uno de los lugares donde más fuerte se está notando la expansión del SARG (Sorgo de Alepo Resistente al Glifosato).

La reproducción asexual es llevada adelante principalmente por los rizomas. Éstos constituyen un mecanismo de propagación sumamente eficaz, y desde el punto de vista evolutivo, constituyen uno de los pilares de la persistencia de la maleza en una gran diversidad de ecosistemas y a amplias latitudes, desde que replican genotipos exitosos y adaptados (Leguizamón, 2006). Los rizomas constituyen el 30 % de la biomasa total que acumula una planta durante todo su ciclo.

### El manejo agronómico

Como se ha presentado en la historia ambiental del Alepo, el intento por controlarlo ha pasado por el método mecánico, en los primeros tiempos, apuntando al “agotamiento”, en especial de las fuentes nutritivas de los rizomas, el pastoreo intensivo, el corte bajo, el control del semillado y encañazón y hasta en primeros intentos de control químico.

En el norte argentino, donde la problemática de su control guardó registros históricos (Cross, 1915, 1924, 1926, 1927, 1934) fueron muchos los campos abandonados durante décadas por el elevado costo provocado. En esa región las condiciones climáticas y de suelos favorecieron su propagación, convirtiéndose en una de las zonas más afectadas del país (Hinojo y otros 1973).

Los métodos recomendados de control basaban su eficacia en una búsqueda por un paulatino agotamiento de



la maleza, mediante cortes sucesivos, combinados con araduras superficiales en el período seco y rotaciones con pasturas de gran volumen de biomasa y cobertura.

Otro manejo bastante recomendado pasaba por la exposición de rizomas a condiciones adversas durante los barbechos, una metodología bastante utilizada, especialmente antes de la aparición de los herbicidas selectivos. Someterlos a deshidratación, sequía y baja temperatura eran alternativas en este tipo de control (Lombardo y otros, 1984). Esta acción se hace mediante la labranza, utilizando el arado o el disco.

Desde finales de los años sesenta, los métodos de control recomendados pasan paulatinamente de los mecánicos a los químicos; por ejemplo, a partir de 1968 en el norte argentino se comienza a recomendar centralizar los esfuerzos en el control de este tipo, mediante aplicaciones repetidas de D.S.M.A. o M.S.M.A. en prefloración de la maleza (Hinojo y otros, 1973).

Desde ese momento, el inicio de la aplicación de herbicidas de todo tipo y familia para el control del Sorgo no cesó.

Primero en los setenta fueron los herbicidas no selectivos, del tipo MSMA, Dalapón o Glifosato, los utilizados de manera creciente por los agricultores.

El dato de las existencias y opciones posibles a mediados de los años setenta, respecto de los herbicidas disponibles dan cuenta de un dato interesante, especialmente cuando luego se realicen las comparaciones de uso en el año 2007 para el control del SARG.

En esos tiempos, uno de los herbicidas más recomendados, según los registros de productos comerciales reconocidos por la Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación Argentina (1977) (EEAR Balcarce, 1977) eran el MSMA con 21 productos comerciales provenientes de distintas empresas (Ansar, BASF MSMA, Rizomat, Sorgar, Transvert), seguido por el Dalapón (dicloropionato de sodio) con 25 registros y sólo uno, de glifosato de Monsanto. El MSMA se dejó de lado en los noventa, al igual que muchos de los otros herbicidas, y hoy en día, vuelve a ser uno de los recomendados para el control del SARG, no hallándose incluso droga comercial de este producto en volúmenes suficientes. El MSMA (sal monosódica del ácido metilarsónico) es

un herbicida postemergente de contacto organoarsenical. Se puede aplicar con pulverizadora a mochila o con máquinas comunes de pulverización siempre que puedan arrojar por los menos 400 a 600 litros por hectárea, procurando mojar lo menos posible a los cultivos. Es un producto moderadamente peligroso, clase II. Cuatro empresas aún lo comercializan en concentraciones del 96 % (CIAGRO, Fitoquim, Brometan y Dow Agros-ciencias) (CASAFE, 2003).

En los setenta, ochenta y hasta mediados de los noventa, el principal destino del glifosato era el control de malezas en barbecho en el caso de los cultivos de soja (Figura 5). La compañía que tenía el monopolio del producto (caducó en el año 2000) era Monsanto y lo ofrecía a los agricultores como herbicida de presembrado para el “control definitivo del Sorgo de Alepo”.

**Figura 5**  
Promoción comercial del herbicida Roundup (Glifosato) de la Compañía Monsanto en la Argentina (1986)

**EN PRESIEMBRA, ROUNDUP, UN CHEQUE AL PRODUCTOR.**

Invierta en Roundup® para cosechar ganancias en ésta y en las próximas campañas. Roundup en presembrado un avance tecnológico que elimina definitivamente, al sorgo de Alepo.

Para que la soja venga limpia desde el inicio, asegurando el rinde de su cosecha. Invierta en Roundup.

Efectividad probada y reconocida por miles de productores. En presembrado, Roundup, un cheque al productor.

**Monsanto**  
© Marca Registrada de Monsanto Co.  
MONSANTO ARGENTINA S.A.I.C. - Av. E. Madari 1020 - 1106 Buenos Aires - Tel. 313-3429

**EN PRESIEMBRA SOJA LIMPIA DESDE EL INICIO.**



Hasta la llegada de los cultivos transgénicos resistentes al glifosato, una batería de herbicidas era utilizada en el campo en la Argentina para alcanzar estos controles, que pasaban desde herbicidas de presembrado, pre-emergencia, postemergencia temprana, postemergencia tardía, y llegaron a rondar más de 40 % de los costos totales de producción.

La llegada de los cultivos transgénicos RG cambió el escenario, enfocándose sólo en el tratamiento con glifosato, una importante disminución de los costos y un primer control más efectivo pero que duró poco tiempo, como veremos más adelante.

Con la soja transgénica el glifosato (o Roundup marca comercial de la empresa Monsanto) pasó a ocupar el centro de la escena en el control, pasando de Roundup en muy diferentes dosis, con distintos coadyuvantes incorporados, diferentes estados de presentación y ofreciendo “nuevos controles” hasta ajustes por efectos “climáticos” o “extensivos” (Figura 6).

Resumiendo, los sistemas de manejo presentes en la Argentina, especialmente “antes” de la llegada de los cultivos RG, proponían las siguientes prácticas:

- Rotación de cultivos.
- Trabajo y laboreo mecánico.
- Aplicación de herbicidas con distintos sitios de acción y grupos.

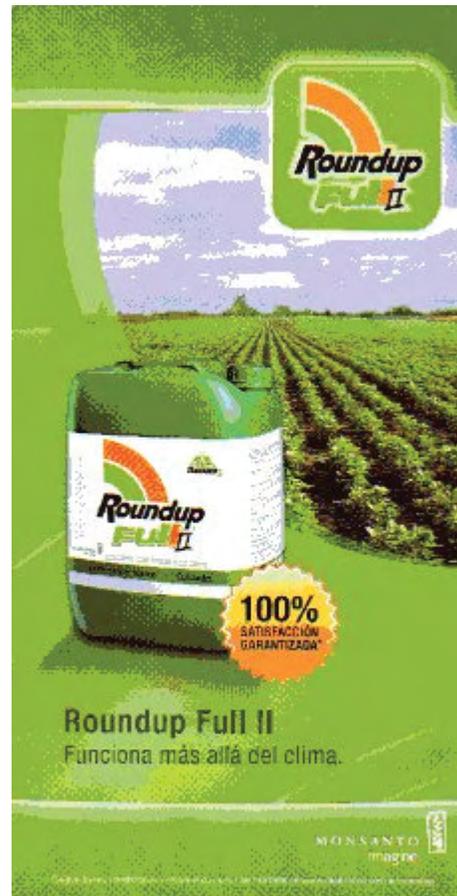
Los objetivos básicos de este manejo se circunscribían a:

- Reducir la infestación actual de la maleza.
- Reducir los procesos de reinfestación.
- Reducir la incidencia de la maleza en la producción anual.

Las estrategias generales sostenían que, había que:

- Eliminar los rizomas presentes, superficiales y profundos.
- Impedir la formación de nuevos rizomas.
- Destruir la dotación de semillas presentes.
- Brotar al sorgo y acelerar su control mecánico o químico.

**Figura 6**  
**Promoción comercial del herbicida Roundup Full II (Glifosato) de la Compañía Monsanto en la Argentina (2007)**



### Efectos de la maquinaria

Una de las primeras manifestaciones que se ha tenido respecto de una forma de limitar la expansión del Sorgo de Alepo está relacionada con el flujo de la maquinaria entre distintos lotes y regiones, y también en aquellas áreas de borde, donde le es posible reproducirse a la semilla y no ser adecuadamente controlada.

Las evaluaciones realizadas permiten afirmar que la cosechadora es un importante medio de difusión de las semillas de Sorgo de Alepo (INTA Pergamino, 1978) y con base en ello, realizar las recomendaciones para intentar disminuir este proceso de difusión. Tanto en los años setenta como actualmente, la maquinaria agrícola es un importante agente de dispersión. Inclusive en el caso actual del SARG, el uso de grandes cosechadoras con alta capacidad de trabajo y posibilidad de recorrer rápidamente grandes distancias junto a la llegada de un



nuevo actor rural como “el contratista”, que trabaja sobre grandes territorios, es una situación novedosa a considerar seriamente. El capital del contratista es su parque de maquinarias, generalmente de alta capacidad de trabajo, lo que le permite “alquilar” los diferentes servicios como siembra, pulverizaciones, cosecha, especialmente a los agricultores, que en el caso de los pequeños o medianos, no cuentan con la escala para adquirir y hacer rentable maquinarias de tan alto valor.

Existen recomendaciones importantes a seguir en el proceso de cosecha:

- Entrar al potrero con la cosechadora lavada y limpiada en el galpón. Antes de ingresar, ubicar la máquina en una playa, camino o lugar aislado, abrir todas las ventanas y aberturas y hacerla funcionar en vacío.
- Limpiar especialmente el fondo de la caja del sinfín y demás partes del equipo.
- Controlar el funcionamiento del cernedor.
- Evitar el paso de la maquinaria por encima de manchones desarrollados y sembrando de sorgo de Alepo.

Históricamente, el manejo del Alepo ha tenido en cuenta este proceso posible de expansión de la maquinaria, que nuevamente en el norte argentino con la aparición del SARG vuelve a ser considerado con especial énfasis (*La Gaceta Rural*, 2007).

Si los estándares de calidad de semillas fiscalizadas fueran efectivos y se cumplieran las normas, ninguna semilla debería tener presente a la maleza, de manera que el principal factor de dispersión emergente podría considerarse que es la cosechadora y el equipo complementario. Dado que los sistemas de clasificación y limpieza de la cosechadora maximizan la limpieza del grano que va a la tolva, los restos vegetales que se derivan por la cola incluyen semillas de la maleza cuando se trillan lotes infestados. Por otra parte, muchas de ellas pueden quedar alojadas en los sistemas internos de la máquina y viajar largas distancias; también puede ocurrir por la vía de sinfines, volquetes, carros, tolvas, vehículos, los que pueden alojar semillas hasta en la banda de rodamiento de los neumáticos.

Entonces, los dos factores a tener en cuenta en la difusión por la cosechadora, a mayor o menor distancia, son:

- Restos vegetales que salen por la cola de la maquinaria (distribución cercana o en potrero).
- Semillas “transportadas” dentro del equipo de la cosechadora (distribución lejana, a otros potreros, incluso regiones).

También es importante evitar que herramientas de labranza (rastra de discos, rastra de dientes) desarraigadoras y demás, lleven rizomas o semillas de sorgo de Alepo de campos infestados a campos limpios (Mitidieri, 1978).

### Efectos de las rotaciones agrícolas

La recurrencia en la siembra de cultivos estivales como la soja o el maíz, en muchos casos de manera casi exclusiva, es decir, prácticamente como monoculturas, tan sólo facilita la expansión y permanencia del Sorgo de Alepo en los lotes infestados.

Por otro lado, las rotaciones agrícolas, especialmente con cultivos invernales, pueden colaborar, como un control por competencia, con la expansión del Sorgo en los campos.

En lotes de alta fertilidad natural, la implantación de cereales invernales, por ejemplo el trigo, pueden ser considerados una alternativa de aprovechamiento productivo y de control. El fuerte macollaje del trigo y su cobertura permite realizar un eficaz control por competencia, ya que este cultivo desarrolla una amplia área foliar que se traduce en una ocupación del suelo y el espacio, reduciendo sustancialmente la capacidad de brotación y crecimiento inicial del Sorgo de Alepo, que en muchas regiones también permanece latente o dormido.

El efecto competitivo de los cereales de invierno, implantados en campos infestados y sin control previo del Sorgo de Alepo, comparados con maíz, muestran la importancia que con el manejo pueden lograrse en los campos (INTA Pergamino, 1978). No sólo el trigo, sino la implementación de rotaciones con pasturas o verdes invernales como avena o avena y ray grass muestran un efecto competitivo importante en contra del desarrollo de la maleza.

En el caso de campos infestados, pero de baja fertilidad, debido a un intenso uso agrícola y donde su capaci-



dad productiva se ve disminuida, la utilización de leguminosas anuales puede ser una alternativa. En la pampa ondulada, la vicia (*Vicia sativa*), es una de las leguminosas que mayor competencia ejerce sobre el Sorgo de Alepo. La utilización de la vicia, puede ser recomendada en campos de alta infestación, debido a que de todas las leguminosas invernales anuales, es la que desarrolla la mayor cobertura sobre la maleza.

Otras leguminosas, como la arveja o la lenteja, pueden implantarse respectivamente en lotes de menor infestación debido a la menor ocupación del suelo y del espacio de las mismas.

Por el contrario, en el ambiente de cultivos estivales, una vez que las plántulas de Alepo se instalan, comienzan a producir rizomas, los que no se diferencian de los rizomas originados por plantas de origen asexual. La magnitud de este proceso está fuertemente influenciada por la densidad de plantas adultas iniciales y de las condiciones presentes en el medio ambiente del cultivo en cuanto a cobertura del canopeo y expansión radicular. Un cultivo estival importante a considerar para lograr una rápida cobertura del suelo es la moha (*Setaria italica*), que puede implantarse luego de un verdeo invernal permitiendo su rápido aprovechamiento y destinarse a la producción de fardos. Asimismo, su manejo en momentos de corte, coincide con un control mecánico de la planta de Alepo.

Otros cultivos estivales de granos, como la soja, el girasol o el maíz, necesitan más allá de posibles controles mecánicos o sistemas de siembra directa, de un uso importante de agroquímicos para el control.

Finalmente, la transformación de campos agrícolas a campos mixtos, con alta densidad de pasturas, pastoreo intensivo y manejo puede significar un control en aquellos lotes donde la infestación no ha sido demasiado grave.

En tierras de alta productividad como son muchas de las que se encuentran en la ecoregión pampeana, es importante considerar que históricamente el control del Sorgo de Alepo constituye sólo uno de los elementos para la utilización eficiente de las tierras. Esto es que su control debe formar parte de una acción integrada y de largo plazo, donde la planificación de las rotaciones no sólo implique una decisión coyuntural sino más bien, un proceso de trabajo que tenga en cuenta la sustentabilidad

en el uso de todos los recursos naturales involucrados, especialmente el suelo y el agua.

Bajo esta perspectiva, la planificación y el ordenamiento territorial, junto con la consiguiente delimitación de los usos del suelo bajo ejes espaciales y temporales, contribuirían a asegurar la sostenibilidad.

### Efectos de los agroquímicos

A mediados de los años setenta, una serie de herbicidas como los ya mencionados, MSMA o Trifluralina (residual de presiembra), fueron introducidos en el mercado argentino y las técnicas de control mecánico o por rotaciones se ampliaron al control químico. A finales de la misma década (1977) como respuesta a los fuertes impactos de la maleza sobre los cultivos se implementó el llamado “Plan Piloto Salto” por parte del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Su principal objetivo era la progresiva recuperación de los campos infestados a través de la implementación de técnicas de manejo, sustentadas en el manejo integrado, las rotaciones, el control mecánico y la implantación del control químico. Una serie de ensayos de campo fueron conducidos para evaluar la eficiencia de estas técnicas acompañados con un incremento en el desarrollo del conocimiento vinculado con la biología de las poblaciones de la maleza y sus biotipos.

El problema del manejo del Alepo fue una seria cuestión que no se pudo controlar incluso en los campos “tipo” y siguió expandiéndose a pesar de todos los esfuerzos y alternativas presentadas.

Ya en los años ochenta y principios de los años noventa, la batería de herbicidas diseñados y ofrecidos para el control del Sorgo en la Argentina, superaban más de 40. En esos tiempos, los herbicidas pasaban a componer una porción importante de la ecuación de costos para cualquier producción agropecuaria y la complejidad en los mecanismos distintos para el trabajo con las malezas, ameritaba una participación permanente de un técnico agrónomo proveniente tanto del sector oficial (INTA) como del creciente y expansivo sector privado.

La incidencia de los herbicidas en la matriz de consumo de agroquímicos en la Argentina ha sido siempre creciente. Tal es así, que tanto en volumen comercializa-



do como en los dólares involucrados, su consumo representó prácticamente el 60 % o más de todos los gastos erogados por los productores (Figura 7).

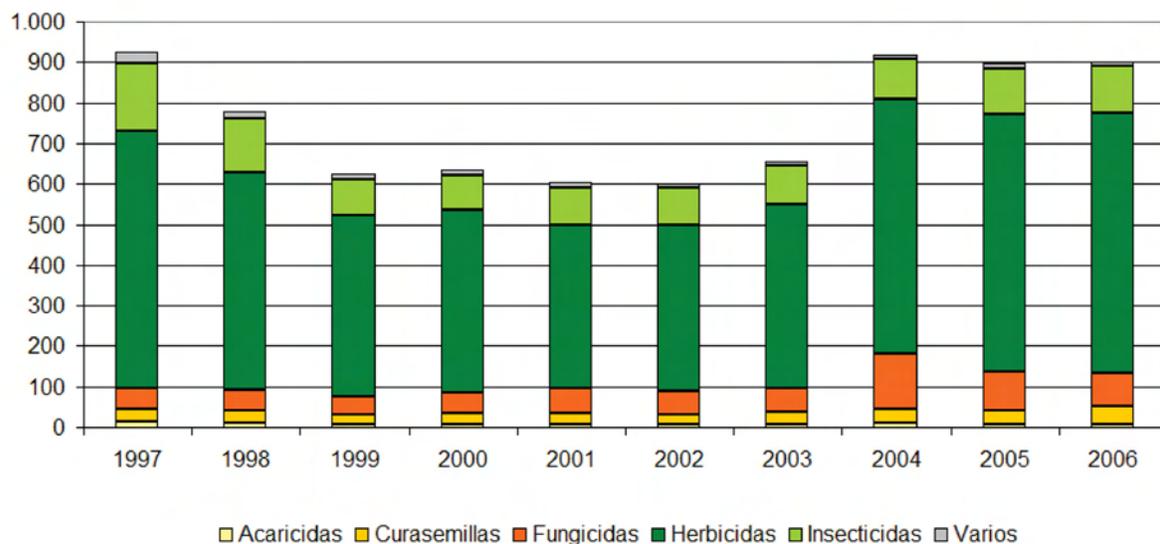
Entre los años ochenta y noventa, se perfila un nuevo escenario en el control químico, éste se refiere a los siguientes aspectos:

- Una intensificación importante en el uso de agroquímicos, especialmente herbicidas.
- Un profundo cambio de patrón de uso de los herbicidas, generalmente aquellos de base glifosato.

glifosato, si bien más del 80 % del negocio, sigue concentrado en manos de las compañías Monsanto y Atanor.

- Ambas compañías definen el precio del herbicida en el mercado argentino, operando como un cartel, o en un oligopolio del estilo líder seguidora.
- El trabajo del agrónomo experto en malezas y la investigación en este sentido, recibe una cada vez menor atención y recursos, al considerarse “resuelto” el problema del control del Sorgo de Alepo, especialmente en el planteo de siembra directa, con soja RG y glifosato.

**Figura 7**  
**Evolución del Mercado Fitosanitario Argentino**



Con la llegada de la soja transgénica en los noventa se producen varios efectos interesantes en el campo de los herbicidas:

- Se produce un fuerte desplazamiento y concentración del negocio en un único herbicida: el glifosato. Hay otros (imidazolinonas, glufosinato, dicamba) pero ninguno con la trascendencia comercial ni territorial del primero.
- Se produce un desincentivo económico y tecnológico que implica el retiro del mercado de muchos de los herbicidas existentes. Incluso varias compañías de agroquímicos, especialmente nacionales, se retiran o buscan reacomodarse en vinculaciones con el herbicida glifosato en distintas concentraciones.
- Aparecen, especialmente después del año 2000, cuando expira la patente de Monsanto del glifosato, más de veinte compañías distintas que comercializan

- Comienza a manifestarse, aún aisladamente, cierta preocupación de algunos investigadores respecto de la aparición de malezas tolerantes vinculadas directamente con los nuevos eventos transgénicos (Martínez-Ghersa y otros, 2003; Pengue, 2005).

### Cuestiones ecológicas en el medio ambiente de los cultivos

Hasta los años ochenta y principios de los años noventa, los volúmenes de agroquímicos consumidos en Argentina, incluso en la Región Pampeana, podían considerarse bajos si se los comparaba con aquellos aplicados en países de similar base agrícola como EE.UU. o la Unión Europea (por ejemplo, Francia). Mientras los consumos promedio en estos países, en insecticidas o fungicidas rondaban los 1.000 gramos de principio activo en



EE.UU. y 3.000 gramos en Francia, en Argentina los guarismos alcanzaban sólo los 250 gramos. Algo similar sucedía con los herbicidas, donde en Francia se consumían poco más de 2.000 gramos de p.a., en EE.UU. 800 gramos, mientras en la Argentina llegaba a menos de los 250 gramos.

Argentina fertilizó con sus nutrientes naturales el crecimiento de su producción agrícola. En los ochenta, el país prácticamente no aplicaba fertilizantes sintéticos mientras EE.UU. estaba en un promedio de 100 kg/ha/año y Francia rondaba los 300 kg/ha/año.

Sin embargo, a partir de los años noventa, se comienza a producir una fuerte intensificación en el campo, especialmente en la agricultura, que involucra un creciente uso de los factores externos. Es en ese momento, cuando comienza un nuevo proceso de utilización y consumo de agroquímicos, fertilizantes y energía que muestra cambios sorprendentes, especialmente en la Región Pampeana.

El consumo de energía fósil aparece asociado al nivel de intensificación de las actividades agropecuarias. Puede considerarse también como un factor causal de degradación ambiental, ya que tiene una vinculación con episodios de contaminación agroquímica y producción de gases de efecto invernadero. De esta manera, un aumento progresivo en el consumo de energía fósil es un indicador de un mayor grado de intensificación productiva y un riesgo creciente sobre el medio ambiente. En los años noventa, un nuevo tipo de maquinaria ingresa al mercado argentino: el de las sembradoras de Siembra Directa. Se vendieron anualmente, 1140, 1860, 2280, 2290, 2500 y 2800 nuevas sembradoras para los años 1992, 1993, 1994, 1995, 1996 y 1997 respectivamente.

El riesgo relativo de contaminación por plaguicidas, resume tres efectos principales que se vienen dando en las regiones agrícolas:

- La reducción de la calidad de suelo y el agua por presencia de residuos de pesticidas.
- El deterioro de la calidad del aire por volatilización de principios activos.
- El impacto negativo sobre la biodiversidad por sus efectos sobre especies no objetivo.

Entre 1960 y el año 2000, es posible demostrar una notable expansión del riesgo relativo de contaminación (Figura 8) debido a la notoria expansión de las áreas ocupadas con cultivos anuales y la mayor intensificación tecnológica alcanzada desde la década de los noventa, especialmente en las áreas de mayor productividad agrícola. En el mapa se destacan dos aspectos importantes (Viglizzo y otros, 2002):

- Un notorio aumento del riesgo por contaminación en áreas geográficas muy extensas.
- Una irradiación espacial de este riesgo hacia otras áreas, que será importante evaluar en el futuro, en especial, el periurbano y las áreas circundantes de los pueblos y ciudades convertidas en prestadoras de servicios rurales.

Una buena parte del aumento en la intensificación del riesgo relativo en el uso de agroquímicos puede explicarse por los procesos vinculados con la agriculturización de la pampa y también de las áreas extrapampeanas y su desplazamiento hacia el cultivo de soja primero, y soja transgénica después, lo que impulsó con un efecto locomotora el consumo de todos estos productos.

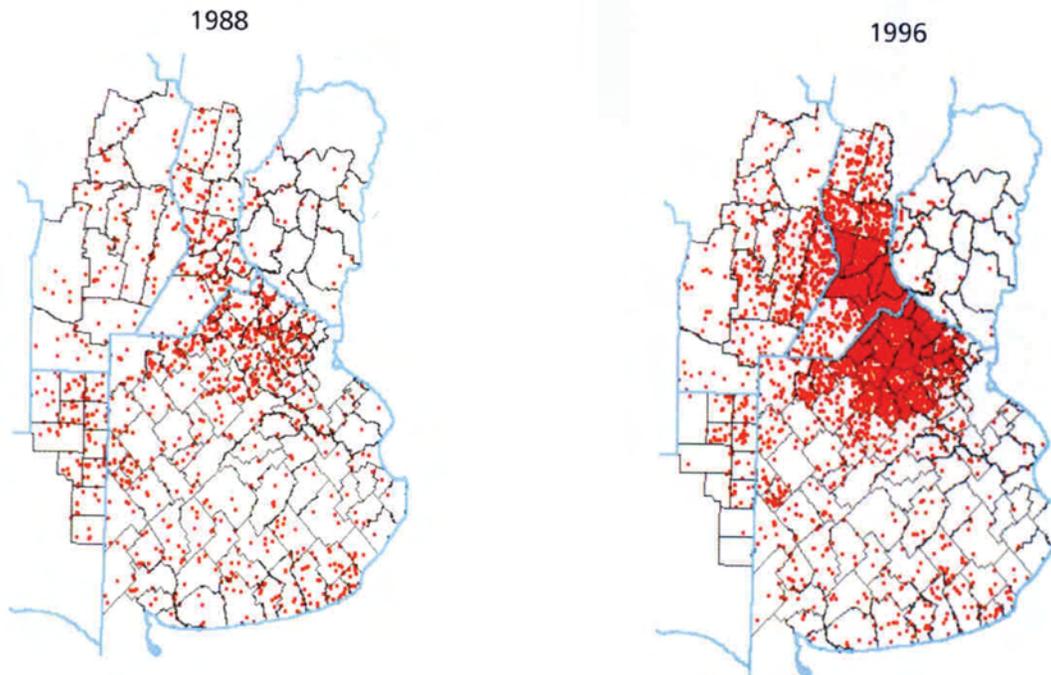
Se ha mencionado que las sojas transgénicas facilitan un aumento en el consumo de agroquímicos en general y herbicidas en particular. Se ha comentado los efectos de control y concentración en cada vez menos compañías que producen el glifosato, a pesar de la caída de su patente en el 2000. En un estudio de Charles Benbrook se estableció que en EE.UU. el consumo de agroquímicos utilizado en las labores de soja transgénica pasaron de 154 gramos a 265 gramos de principio activo por hectárea (citado en Globo Rural, Brasil, Abril 2005, N° 234.

“En 1976 el glifosato era excesivamente caro (48 US\$/l) dado que Monsanto tenía la patente. Luego los precios bajaron muchísimo” (Papa, 2007, entrevista). Otro de los motivos por los cuales el glifosato, avanzó con tanta velocidad en el campo argentino tiene que ver con su precio. Mientras en los años ochenta el costo del herbicida rondaba los US\$30.00 el litro, a principios del año 2000 su precio se había reducido a alrededor de US\$6.00, y en la actualidad ronda los US\$4.00 el litro.

Hoy en día es uno de los herbicidas más baratos del mercado, por lo que las ventas han tenido un crecimiento exponencial, asociadas directamente al paquete de los cultivos transgénicos.



**Figura 8**  
**Estimación del riesgo relativo de contaminación por plaguicidas en diferentes zonas de la pradera pampeana durante 1988-2000**



Fuente: Viglizzo y otros, 2002.

Es muy importante seguir la evolución de los herbicidas y sus posibles impactos, dado que el paquete transgénico los incluye de manera directa, y es uno de los puntos objetivo de toda la investigación sobre OGMs en la Región. Hasta antes de la llegada de los cultivos RG a la Argentina, el glifosato ya era ampliamente conocido

y utilizado por los productores agropecuarios que lo utilizaban en el sistema de siembra directa, en los períodos de barbecho, donde se lo aplicaba para el control de todo tipo de especies vegetales (se le considera un herbicida total). Pero en la actualidad, el fuerte aumento en el consumo del herbicida genera un cambio importante en

**Figura 9**  
**Consumo de Herbicidas en la Argentina y sus relaciones con el glifosato**

<b>Consumo de Herbicidas en Argentina y sus relaciones con el glifosato</b>		
	<b>Año 1999</b>	<b>Año 2000</b>
<b>Agroquímicos con glifosato</b>		
<b>En millones de dólares</b>	<b>624</b>	<b>634</b>
<b>En volumen, miles de litros</b>	<b>127</b>	<b>148</b>
<b>Precio promedio en u\$/litro</b>	<b>4,9</b>	<b>4,3</b>
<b>Agroquímicos sin glifosato</b>		
<b>En millones de dólares</b>	<b>421</b>	<b>370</b>
<b>En volumen, miles de litros</b>	<b>61</b>	<b>58</b>
<b>Precio promedio en US/litro</b>	<b>6,9</b>	<b>6,4</b>

Fuente: Salvador, 2002.



el *patrón de uso* del mismo, lo que ha facilitado la aparición de malezas tolerantes. Como ya hemos visto, el volumen aplicado del herbicida no tiene precedentes, siendo la consecuencia ambiental un aumento obligado de mayor cantidad en el consumo de este y otros productos similares o acompañantes, a medida que más y más malezas se han tolerantes o lamentablemente también resistentes.

### Cuestiones económicas

En la historia ambiental del Sorgo de Alepo en la Argentina, uno de los principales factores sobre los que se alertaba desde ese entonces, tenía directa relación con los serios perjuicios que la maleza podría llegar a tener en los campos de cultivos. En 1934 (en artículo de W. Cross, en la *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, Números 9-10) se alertaba sobre “los perjuicios que ocasiona, que son tan graves, que muchos terrenos han sido abandonados por los agricultores por esta causa, y muchos otros se pueden continuar cultivando tan sólo a costo de enormes sacrificios para combatirlo. Ha sido llamado el “terror de los agricultores” y, en efecto, la presencia de tan sólo pocos manchones de esta plaga en un terreno es suficiente para dificultar su arrendamiento o venta, y para reducir considerablemente su valor”.

En los campos, donde el Sorgo de Alepo se expandía y su control no se realizaba adecuadamente, los costos por pérdidas se graduaban desde impactos leves a graves y ya en el año 1994, el INTA manejaba la siguiente escala, con pérdidas directas en los cultivos que iban de: maíz, del 12% al 95 %, girasol del 18% al 94 %, soja, del 35% al 89 % y sorgo granífero del 19% al 99 % (INTA, 1994).

Los campos enmalezados con Sorgo de Alepo pueden llegar a una disminución prácticamente total de la producción. Números que superan el 95 % en maíz (Elverdín y otros, 1989) dan cuenta similar de una disminución en campos de soja o girasol, como los referidos por Rossi y otros (1976) y Mitidieri (1983), que siempre fueron preocupantes.

Decía William Cross (1934) en un pormenorizado informe titulado “La extirpación del Sorgo de Alepo”, que:

**Figura 10**  
**Campos “ensorgados” (Villa Ángela, Chaco). Pengue, 2007**



lo menos que se puede esperar, y que se debe exigir, es que no se permita jamás que ninguna planta de Sorgo de Alepo llegue a florecer, ni mucho menos a semillar, ni en los terrenos cultivados, ni en las praderas, ni en los cercos y caminos, ni en ninguna parte, pues si las plantas no producen semillas, la causa principal y casi única de la diseminación de la plaga desaparece y la formación continua de nuevos focos de infección cesaría. Cada agricultor, pues, debe tomar medidas en forma permanente para evitar que ninguna planta de sorgo florezca y semille en sus propiedades y debe denunciar ante las autoridades, cualquier caso que observe en otros terrenos, caminos, etc. En una propiedad en Tucumán, cada vez que los inspectores encuentran plantas de sorgo en floración, se impone al capataz encargado de la sección, una multa de cinco pesos y con esta sola medida se ha contribuido grandemente para detener el avance de la plaga en esa zona.

Los costos y consecuencias económicas derivadas de los procesos de aparición de malezas y especialmente del Sorgo de Alepo, afectan desde la economía del productor agropecuario hasta por supuesto, la economía nacional. Los efectos generales pueden ser de tres tipos:

#### *En las unidades de producción:*

- Disminución de los ingresos.
- Aumento de los costos de producción.
- Disminución del valor y la renta de la tierra.
- Emigración de productores y pérdida de pautas culturales.



### *En el contexto regional y provincial:*

- Expansión de una problemática de difícil control.
- Desvío de recursos públicos para el control de las infestaciones.
- Degradación de campos a escala regional.
- Aumento del riesgo relativo de contaminación.
- Aumento de los daños ambientales y a la salud (externalidades no incluidas en los costes de producción).
- Transferencia de responsabilidades de lo privado a lo público.
- Transferencia de costos hacia la sociedad en su conjunto.
- Dependencia relativa de la generación de nuevo conocimiento (foráneo).
- Aumento del costo social, por desplazamiento y pérdidas de trabajo y empleo..

### *En el contexto de toda la economía:*

- Disminución de la producción.
- Disminución de los excedentes exportables.
- Presión de producción sobre nuevas áreas para “mantener” la escala.
- Disminución de los ingresos fiscales.
- Problemas de control y bioseguridad en áreas transfronterizas. Aumentos de costos y nuevas responsabilidades.
- Desvío de fondos para nuevas investigaciones.
- Necesidad de creación de nuevas áreas de control.
- Problemas emigratorios.

### **Efectos sociales del “ensorgamiento” de campos**

Ya desde los primeros años de la llegada del Sorgo de Alepo a la Argentina, luego de los primeros momentos de su expansión como forrajera, los agricultores detectaron, tardíamente, los innumerables costos y daños que producían a sus propiedades y economía la presencia de esta maleza. La importancia de prevenir la introducción de Sorgo de Alepo en campos libres de la plaga y destruir en sus principios cualquier planta existente en el

lote es una acción relevante a desarrollar para evitar daños mayores.

Debe ser así, porque luego su extirpación se hace sumamente costosa, pues los medios utilizados –mecánicos o químicos– son siempre costosos. Los campos ensorgados son y han sido un verdadero problema para los productores agrícolas desde siempre (Figura 10).

Durante décadas enteras el problema del ensorgamiento de campos fue una pesadilla, especialmente para los pequeños y medianos agricultores, no sólo de Argentina sino de muchas otras regiones, que por no poder enfrentar eficientemente el problema, se veían obligados a abandonar sus potreros. “Tan es así, que muchos agricultores, tanto aquí como en otros países, han tenido que declararse vencidos en la lucha con esta plaga, y resignarse a abandonar sus terrenos o dedicarlos al pastoreo solamente. En efecto, la verdad del viejo adagio “es mejor prevenir que curar”, nunca fue mayor que en este caso” (Cross, 1934).

El informe de Cross puede considerarse como uno de los más destacados análisis para la época, pormenorizado y completo, referido a una de las más graves plagas de la agricultura argentina y mundial. Al igual que en ese entonces del siglo XX, como en la nueva situación del SARG de este principios del siglo XXI, el gobierno argentino reaccionó tardíamente, una vez que la plaga estaba prácticamente instalada hasta en los confines de la República. No obstante, en esa época, el ministro Luis Duhau inició una intensa campaña para extender a los agricultores las recomendaciones del doctor Cross. Se ordenó la impresión de diez mil ejemplares del documento y una cartilla de divulgación de 25.000 ejemplares para distribuir entre los agricultores y ganaderos de las zonas infestadas. Al igual que en 2007, se creaba en esos tiempos (1934) una Comisión Nacional de Lucha contra el Sorgo de Alepo. Asimismo, el Gobierno, además de la distribución de las publicaciones, propaganda por la prensa y por radiotelefonía, por afiches, volantes, proyecciones “luminosas”, cintas cinematográficas, evacuación de consultas, solicitó la cooperación de todo el personal del Ministerio, inclusive los agrónomos regionales, los empleados de la Defensa Agrícola y Sanidad Vegetal, las escuelas de agricultura, las chacras experimentales, los viveros y el personal de Estadística y Economía Rural.



Decía en una carta dirigida a William Cross (1934) el Ministro de Agricultura, Luis Duhau:

Es de esperar que los agricultores cooperarán lealmente con las autoridades en esta lucha contra la temible plaga que es el Sorgo de Alepo o pasto ruso, haciendo todo lo posible para evitar la propagación de la plaga y tomando las medidas necesarias para extirparla en sus terrenos, de acuerdo con las instrucciones divulgadas por el Ministerio. La eliminación del pasto ruso de los terrenos de esta Provincia, aumentaría el valor de las tierras y reduciría el costo de producción de las cosechas en grado tan grande que fuera de toda duda recompensará con creces todos los esfuerzos que puedan hacer los agricultores para destruirlo.



## CAPÍTULO III

### La modernización de la agricultura argentina

En la última década del siglo pasado, la agricultura argentina comenzó a tener transformaciones muy importantes que cambiaron profundamente su perfil y profundizaron una intensificación que, aún hoy en día, permanece y continúa incrementándose.

Este proceso se produjo por factores tanto endógenos como exógenos, pero que en conjunto propendieron a un notable incremento de las exportaciones de los commodities agrícolas, especialmente la soja y el maíz, en detrimento de otros productos de menor valor en los mercados internacionales aunque igualmente necesarios para el consumo interno.

Entre los factores internos que facilitaron esta expansión es posible identificar un cambio importante en el modelo productivo, que pasó de una escala de nivel medio o bajo de su agricultura hacia uno mucho más intensivo (Viglizzo y otros, 2002). El factor más importante fue el fuerte cambio tecnológico impulsado por el sistema de siembra directa junto a la llegada de los primeros cultivos transgénicos, especialmente el de la soja resistente a glifosato. Desde el punto de vista económico, la siembra directa permitía al productor agropecuario la posibilidad de realizar tres cosechas en dos años, generalmente trigo-soja de segunda, seguido de soja al año siguiente, que mejoraba las condiciones financieras de este tipo de agricultores. Asimismo, nuevos actores sociales como los *pooles* de siembra, los capitales provenientes de otros sectores financieros (bancos, fideicomisos, sectores urbanos) y especialmente una nueva tipología de construcción de un nuevo actor social, un “nuevo” agricultor pampeano están produciendo fuertes presiones de cambio, especialmente en cuanto a cambios tecnológicos, productivos y conformación de cadenas agroindustriales. Este tipo de productor pampeano, según muchas de las encuestas desarrolladas por las propias empresas privadas, sería un individuo de un promedio de 40 años de edad, con fuertes conocimientos técnicos, profesional de la agricultura, con grado terciario o universitario y que ya no vive en el campo, sino en ciudades de nivel medio o grande. Por cierto, estos cambios afectan tanto al agricultor convencional, como a su familia y a la base de conformación de la familia rural.

Un factor interno muy importante en la difusión y expansión del nuevo modelo rural ha encontrado también a los organismos, tanto privados como públicos, de difusión técnica como un elemento crucial del cambio. El permanente proceso de extensión llevado adelante por organizaciones como AAPRESID (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa), AACREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola) y organismos del Estado como el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) acerca de la incorporación de la siembra directa y los nuevos cultivos transgénicos ha tenido una crucial incidencia. Otros actores como la prensa escrita (medios nacionales como los suplementos rurales de diarios como *Clarín* o *La Nación*) o canales de televisión como Canal Rural que llegan a todo el país y países vecinos (Bolivia, Uruguay, Paraguay) cumplen un rol de formación y de extensión sobre los temas del campo, muy seguidos por los nuevos agricultores. Estos medios representan los intereses corporativos de las empresas y han sido factores importantes a la hora de apoyar el cambio que el campo argentino está teniendo. La mayoría de las grandes organizaciones de productores están identificadas con la aceptación de los cultivos transgénicos, destacando especialmente los singulares resultados económicos logrados con la incorporación del cultivo de soja resistente al glifosato. El productor argentino se encuentra altamente predispuesto a asimilar y adaptar nuevos procesos tecnológicos, especialmente desde la revolución verde donde la alta carga de información ha creado en él una base de conocimientos y un esquema predeterminado, desde el cuál se le presenta como más necesaria la adopción de una nueva tecnología. “La adopción masiva de los productores argentinos de todos los “paquetes” tecnológicos, desarrollados por el INTA y otras instituciones y empresas, se debe a que la ecuación financiera resulta rentable. Los buenos resultados obtenidos crearon una “cultura de adopción” de la innovación por parte del productor. El productor “cree” en la tecnología que le proponen las empresas semilleras y el INTA” (Hopp, 2001). No obstante, existe un conjunto de motivos, muy estudiados y confirmados por las empresas, que facilitaron la fuerte adopción del nuevo modelo tecnológico y de las sojas transgénicas en la Argentina, encontrándose entre ellos la simplificación en el control de las malezas, la reducción de los costos de los herbicidas y los menores costos de laboreo (Figura 11).



**Figura 11**  
**Motivos por los que los productores agropecuarios adoptan la tecnología transgénica**

<b>Mejor control de malezas</b>	<b>58 %</b>
<b>Menor gasto en herbicidas</b>	<b>48 %</b>
<b>Amplio espectro de control de malezas</b>	<b>41%</b>
<b>Menores gastos de laboreo</b>	<b>28%</b>
<b>Menor costo de aplicación del producto</b>	<b>20%</b>
<b>Menor gasto en maquinaria</b>	<b>17%</b>
<b>Rendimientos más altos</b>	<b>17%</b>

Fuente: Pengue, 2000 y White, 1997.

Desde lo interno, el cambio agronómico en el manejo de los cultivos, que aparece a mediados de los años noventa, con la llegada de las sojas transgénicas y el modelo de siembra directa, logra por un lado, reducir los costos de producción con estas nuevas sojas y, por otro, obtener una mayor rentabilidad por los precios del grano en el mercado internacional. La soja transgénica involucró menores costos en el consumo de herbicidas (el glifosato era un herbicida cuyo costo es crecientemente bajo) el menor costo general en el manejo del cultivo, junto a la siembra directa, que al demandar una menor cantidad de combustibles (se necesitan menos pasadas de maquinaria) reduce por esa parte la demanda de los mismos.

Los factores externos más importantes, especialmente desde los últimos cinco años y que impulsaron esta transformación, han sido los precios favorables, especialmente de la soja, que hicieron que prácticamente una buena proporción de las tierras del país se volcaran hacia la producción del cultivo, tanto en la zona núcleo identificada como Región Pampeana como en las otras ecoregiones del país, especialmente las nuevas zonas abiertas de la frontera agropecuaria, como el noroeste y el noreste argentino.

A pesar de los debates mediáticos o los Foros anti-transgénicos, los resultados en el mercado europeo o asiático indican que los granos transgénicos de soja argentina no han tenido restricciones de ingreso debido a las características del transgen y a que se destinan casi en su totalidad, a la elaboración de piensos para el consumo animal o, más recientemente, a la elaboración de agrocombustibles. Si, por el contrario, se denuncian algunas barreras para arancelarias en esos destinos derivados de

las presiones de las industrias locales, que pretenden recibir granos pero no harinas o aceites, con el único fin de agregar valor en destino. Esta situación afecta y es motivo de demandas de la industria moltradora argentina.

### **Principales aspectos del nuevo modelo productivo**

El centro del modelo agrícola regional se centra en los cultivos transgénicos (especialmente soja y maíz) junto a sus herbicidas asociados. Luego de once años, desde su comercialización (1996), el primer evento transgénico extensivo liberado en América Latina, la soja transgénica resistente al herbicida glifosato (Soja RG), muestra los cambios que ha generado en el perfil productivo, social y ambiental, tanto de la República Argentina y de los otros países de la Región, especialmente Brasil y Paraguay, que también la han adoptado extensivamente.

La llegada de estas nuevas tecnologías y su veloz difusión y aceptación, está generando cambios importantes también en los procesos de producción e industrialización de las materias primas de origen agropecuario. El proceso actual supera el de la Revolución Verde, adoptando las innovaciones con una celeridad que esta gravitando tanto en la estructura productiva como en los niveles de competitividad específica de esta parte del sector agropecuario latinoamericano.

No obstante, es interesante tener en cuenta que en el mapa global, los eventos transgénicos de llegada comercial se han instalado en poco más de una docena y media de países, donde el interés de las compañías comercializadoras aparenta residir en la implantación de cultivos extensivos en amplios espacios territoriales (EE.UU., Argentina, Canadá, China, Brasil, Australia, México, Sudáfrica, Ucrania) donde la principal asociación viene acompañada por eventos que son resistentes a herbicidas, implicando un aumento creciente en el consumo global de estos productos.

La superficie mundial cultivada con transgénicos se circunscribe a cultivos como la soja, maíz, algodón, colza y papa, ocupando los dos primeros más del 80 por ciento



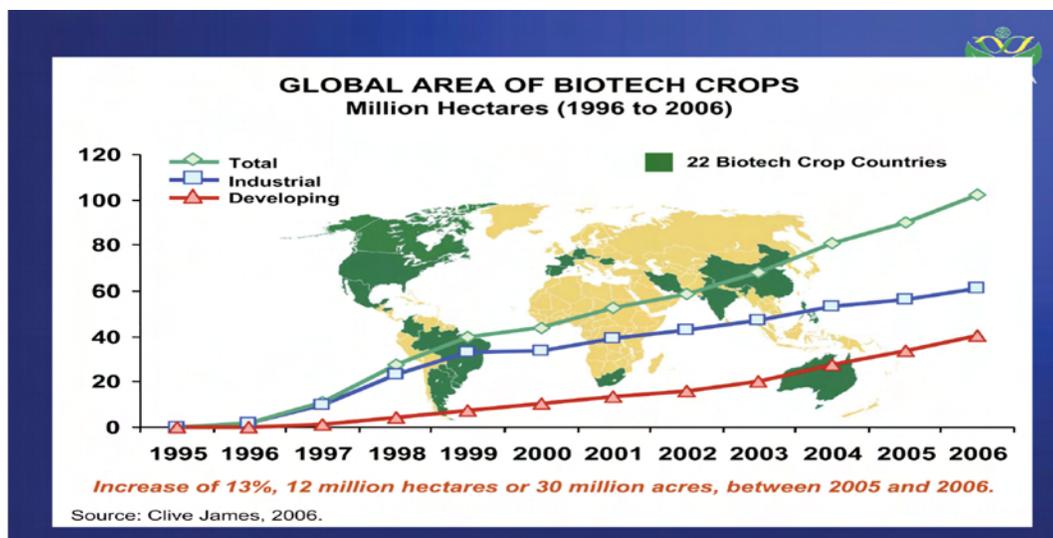
del total de la superficie implantada, con características específicas como la resistencia a herbicidas (69 %) y resistencia a insectos (20 %). El continente americano concentra el 90 % de la superficie global, dedicada a cultivos transgénicos, liderados por EE.UU. (55.000.000 de ha sembradas), Argentina (18 millones de ha), Canadá (6,1 millones de ha) y Brasil (11,5 millones de ha). Si a estos valores se suma la superficie implantada en China (3,5 millones de ha) y la India (3,8 millones de ha), agregados a otros países, con superficies menores a las 50.000 ha, se llega a los 102.000.000 de ha implantadas con cultivos transgénicos, su mayor porcentaje como he dicho, con características de resistencia a herbicidas (Figura 12) (James, 2006).

Si bien, como veremos más adelante, los grandes productores agropecuarios lograron reducciones en sus costos de producción de granos y los consumidores ac-

Estas características les dan a estas empresas una posición privilegiada respecto del conjunto de agentes que intervienen en el proceso de producción, transformación, transporte, comercialización y hasta en las pautas de consumo futuro de la población.

El mercado mundial de semillas está cada vez más concentrado. En 2006, las diez compañías más grandes controlaban el 57 % del mercado de semillas comerciales. Monsanto, Dupont, Syngenta y Groupe Limagrain lideran el negocio. En el mismo año, la concentración sobre el mercado de semillas patentadas era aún mayor, llegándose al 66 %. Según el grupo ETC (anteriormente RAFI), Monsanto, la empresa de semillas más grande del mundo tiene el 23 % del mercado mundial de semillas con patente y entre tres compañías (Monsanto, Dupont y Syngenta) logran controlar el 46 % de este mercado.

**Figura 12**  
Evolución de la expansión de los cultivos transgénicos en el mundo (James, 2006)



ceden a alimentos, en algunos casos, más baratos, son las empresas biotecnológicas las que han podido capturar completamente los beneficios de la innovación biotecnológica, excluyendo a terceros de su uso, gracias a que las semillas que producen son estériles o pierden sus características, o bien puede ejercerse protección de la propiedad intelectual respaldada por la institucionalidad. La demanda de estas compañías, de que lo que era patrimonio común se convierta en una mercancía, y que los beneficios generados por esta transformación sean considerados derechos de propiedad, está teniendo unas implicancias políticas y económicas muy graves para los agricultores y agricultoras del Tercer Mundo (Shiva, 2001).

Pero el crecimiento del paradigma biotecnológico no se desarrolló sólo por el interés comercial o la imposición tecnológica, sino que tuvo aristas que lo potenciaron desde distintos sectores sociales y situaciones globales que, por otra parte, facilitaron la implementación de estos desarrollos al mejorar la ecuación económica de ciertos productores, empresas y países y, con ello, una posición de poder sectorial en el rubro de la alimentación sin precedentes.

Un caso paradigmático es el de Argentina, donde estos cambios se han visto facilitados por estructuras de poder empresarial junto a la incorporación intensa de



tecnologías insumo dependientes, una corporación científica institucional acrítica, medios masivos de comunicación y difusores del modelo transgénico, la coyuntura internacional beneficiaria en precios a los granos y una paridad cambiaria favorable en momentos clave y el Estado virtualmente ausente, que actúa como facilitador de los mecanismos de cambio. Así se permitió la siembra y difusión de la soja transgénica, favorecida por el modelo de producción conocido como Siembra Directa (promovido por organizaciones empresariales del sector) en un amplio espacio de ese país.

El mercado sojero está dominado por una moderna industria semillera, con importante representación institucional a través de la Asociación de Semilleros Argentinos (ASA), donde en el caso de las sojas transgénicas, Nidera, una corporación de capitales holandeses y argentinos, maneja más del setenta por ciento del negocio.

La estrategia de ventas de todas las empresas biotecnológicas se ha focalizado hacia la oferta, es decir, hacia los productores agropecuarios, y hacia ellos apuntaron sus políticas de seducción.

Merced a todo este proceso, la agricultura argentina ha llegado en la campaña 2006/2007 a una producción récord de 95.000.000 toneladas y seguramente con la tendencia actual, alcanzaría el objetivo gubernamental de una cosecha de 100 millones de toneladas en la campaña 2007/2008. Sin embargo, para 2009/2010, se espera una reducción de unos 20 millones de toneladas, como resultado combinado de la sequía y el conflicto serio gobierno-campo.

El proceso es la confirmación de una tendencia iniciada en la década anterior con la soja transgénica, que pasó de 26 millones de ha a 32,5 millones de ha (es decir, más de 6 millones de ha en diez años). En la última campaña, la soja representó más del 50 % de los cultivos producidos, aportó 47 millones de toneladas y casi 12.000 millones de dólares, lo que representa el 20 % de las exportaciones totales.

Existe y continuará, según las expectativas de los actores públicos y privados una ampliación de la frontera agropecuaria, que incluye además de la soja y el maíz, junto a nuevos cultivos “energéticos” y la aplicación de tecnologías de punta (transgénicos, riego, fertilizantes) lo que se refleja en cientos de miles de hectáreas nue-

vas provenientes de áreas donde antes no se cultivaba en esas dimensiones, como Santiago del Estero, Chaco o Salta. Estas nuevas ecoregiones son agroecológicamente similares a las áreas donde el Sorgo de Alepo encontró y encuentra mejores condiciones naturales para su disseminación.

Tanto el trigo (cultivo propio hasta hace una década de las Pampas) como el girasol (de la zona pampeana semiárida) resignan espacios a los cultivos oleaginosos y el ganado que se agrupan ahora también en el noreste argentino, las regiones semiáridas y los establecimientos estabulados (“feedlot”).

Las proyecciones no se detienen aquí para la Argentina. Varias entidades privadas pronostican que en poco menos de ocho años, las siembras alcanzarán los 37 millones de hectáreas con una producción que superaría los 122 millones de toneladas de granos, es decir, casi un 30 % por encima de la cosecha de 2007.

Mientras, como se indicaba, algunos cultivos avanzaron fuertemente, otros tantos redujeron su superficie de manera notable. La soja pasó de 7,2 millones de ha a 16,5 millones de ha entre 1997 y 2007. En el mismo período, el maíz, se mantuvo en la misma superficie, 3,7 millones de ha, el trigo pasó de 5,9 millones de ha a 5,5 millones de ha, el girasol se redujo de 3,5 millones de ha a 2,6 millones de ha, el algodón perdió prácticamente 900.000 ha pasando de 1,1 millones de ha en 1997 a menos de 400.000 ha, mientras que el poroto pasó de 300.000 ha a 200.000 ha. La soja ha desplazado cultivos pero también ha facilitado un fuerte proceso de desmonte.

Otro cambio importante, consecuencia del modelo agrícola, es el que se observa en el planteo ganadero. En los últimos catorce años, cedió 11 millones de hectáreas, concentrándose en menores superficies, pero manteniendo el stock de 54 millones de cabezas. En la Región Pampeana, la ganadería contaba con el 63 % del *stock* bovino y ahora tiene sólo el 56 %. El crecimiento de los *feedlots* (animales estabulados) es una característica notable de estos tiempos, existiendo más de 300 establecimientos que engordan a cerca de 2 millones de vacunos, sobre una faena de 13 millones. Los animales de *feedlot*, son consumidos en el mercado interno (supermercados), mientras que los vacunos “alimentados a pasto”, certificados, son exportados al mercado externo.



La lechería también perdió terreno de la mano de la soja. En la última década, la cantidad de tambos cayó de 20.000 a 14.000, ya que los márgenes de la lechería no siempre pudieron competir con los de la oleaginosa.

El cultivo también avanzó sobre otras producciones tradicionales, que no tuvieron estímulos de precios; por ejemplo, los casos de los productores de papa, porotos, lentejas y otros productos hortícolas.

La industria apícola no está exenta de cambios. Los productores de miel se ven afectados directamente por la producción sojera. Disponen de menor floración y, por otro lado, las abejas se ven afectadas por los agroquímicos utilizados. En el último año, Argentina perdió el 35 % de sus colmenas. Los productores mieleros, debieron salir de la región pampeana y desplazarse a las ecoregiones aledañas, siguiendo de alguna manera a la producción pecuaria, que dispone pasturas, alfalfa y sombra con floración.

La última tendencia muestra que la expansión de la soja y el maíz seguirán creciendo, potenciadas por la demanda, no sólo para alimentos sino también para biocombustibles, donde la agroindustria vinculada con el sector energético plantea inversiones por más de 800 millones de dólares en plantas de transformación de granos y para la producción de biodiesel y bioetanol provenientes de soja y maíz, respectivamente.

Por otra parte, por primera vez están cambiando con mucha intensidad las posibilidades de usos y demandas alternativas de los productos provenientes de lo que antes eran solamente destinados a los alimentos. Por ejemplo, el caso del maíz, que tiene prácticamente ya más de cuatro mil usos distintos, desde plásticos hasta resinas para cubrir los CD de la industria discográfica. En el caso del trigo, existe desde ya una demanda creciente entre la industria farmacéutica y la alimenticia por algunas variedades, impulsando también los precios del grano hacia la suba. Por ejemplo, una de las fábricas más importantes de la industria de sillones de EE.UU. recurre a un relleno de espuma de soja para evitar la utilización del nylon, que no se degrada. En estos tiempos, la empresa Dupont, que inventó el nylon, llegó a un acuerdo con Cargill, hoy día en manos de Monsanto, para el desarrollo de una fibra especial con semilla de soja para reemplazarlo. DeKalb, otra empresa de Monsanto en Argentina, impulsa

sus nuevas semillas tolerantes a glifosato y a lepidópteros para la campaña 2008, con el fin de destinarlos luego hacia los mercados de agrocombustibles y productos derivados del maíz. Todo ello confirma que los granos ya no tienen un único destino, y esta tendencia puede producir efectos importantes en los mercados. Los agrocombustibles son la punta del iceberg de una industria que ya compite por los distintos destinos de las materias primas y genera crecientes presiones sobre los precios. La demanda industrial de cereales y oleaginosas creció un 27 % en el último quinquenio y la competencia deja entrever precios sostenidos para estos productos, pero los alimentos cada día son más caros.

### La llegada de la soja transgénica

La soja transgénica resistente al herbicida glifosato se instaló en la Argentina totalmente en poco menos de una década, como se presentó en el apartado anterior. Pero su historia tiene por detrás muchos años de investigación privada, desarrollada en EE.UU. y luego “adaptada” a las condiciones agroecológicas argentinas.

Hace quince años en EE.UU., se pudo transferir por primera vez a una célula vegetal superior resistencia a los antibióticos, incorporando el plásmido de *Escherichia coli*, utilizando al *Agrobacterium* como vector. En 1984 se logra detectar y clonar de la planta de Petunia el gen que determina la acción de la enzima EPSPS (enol piruvil shinkimato fosfato sintetasa) y un año más tarde el clon que genera resistencia al herbicida glifosato.

En 1986, se obtienen las primeras plantas tolerantes al glifosato y son ensayadas en test de campo. Luego de muchos intentos, utilizando mutagénesis y otras técnicas de experimentación, la tolerancia era considerada aún inadecuada. En 1989, se detecta un gen altamente eficiente en cuanto a su tolerancia al glifosato que es hallado en una fuente bacteriana comúnmente encontrada en el suelo (*Agrobacterium* sp. cepa CP4-EPSPS) (Verma y Shoemaker, 1996). El gen fue clonado e introducido en *Escherichia coli* y en varias otras células de cultivos, a partir de las que fue posible la reconstitución de la planta entera para su evaluación. La presencia de CP4-EPSPS permite a la soja continuar con la producción de EPSPS aún en presencia del glifosato, por la vía alternativa del gen bacteriano incorporado.



Una vez incorporado y estabilizado el nuevo gen, se seleccionan las líneas parentales y el germoplasma de élite en el año 1991. En total, sumaron 316 las líneas transgénicas de soja que se lograron en ese período, por la introducción de distintos plásmidos que actuaban como vectores de genes bacterianos de tolerancia al glifosato. Entre ellos se encuentra el *gen Aro-A*, proveniente de *Salmonella tiphimurium*, que codifica la síntesis de una enzima que confiere alta tolerancia a glifosato, pero cuya ubicación final en la célula vegetal no se logró establecer en el cloroplasto. El gen *CP4-EPSP* de *Agrobacterium* fue diseñado para su expresión en plantas, mediante la unión del gen propiamente dicho con una secuencia codificadora del péptido de tránsito al cloroplasto (CTP), tomada de la EPSPS de *Petunia*, que en laboratorio había demostrado una excelente conducción de la CP4-EPSPS de *Agrobacterium*. Ese péptido ya había sido detectado previamente por transportar las EPSPS bacterianas (tolerantes) hasta los cloroplastos de células vegetales superiores, que es hacia donde la EPSPS debe dirigirse para catalizar la síntesis de aminoácidos. Ya se había demostrado que resultaba fundamental orientar a esas EPSPS bacterianas a los cloroplastos, si se quería lograr una elevada tolerancia a glifosato en planta.

Cuando el péptido llega al cloroplasto, es degradado y deja la CP4-EPSPS “madura”, retenida en él.

En el caso particular de la soja, la célula receptora que se utilizó por primera vez para introducirle el gen de tolerancia, se extrajo de un meristema embrional de la variedad *A-5403*, de *Asgrow*.

Lo que se constituyó para esa introducción fue, un plásmido que recibió la denominación *PVGMGT04*, con lo que obtuvieron 14 líneas que se evaluaron en invernáculo. De todas ellas, sólo una terminó siendo la más tolerante: 40 - 3 - 2

Un año después Monsanto lo instala y comienza a probar en variedades precomerciales. El plásmido que se diseñó para la obtención de las líneas de soja tolerantes derivó de otro *Escherichia coli* y contenía, entre varias secuencias genéticas adicionales, tres genes bacterianos conducidos como promotores vegetales: dos codificadores de EPSPS provenientes de *Agrobacterium sp. cepa CP4* y otro gen codificador de la Beta-Glucoronidasa (GUS) proveniente de *E. coli*, que se utilizó solamente

como marcador.

El plásmido completo se intentó introducir en una célula receptora de soja por medio del sistema de la pistola genética. Tan sólo una porción de la secuencia quedó inserta en la línea de soja transformada 40-3-2, derivada de la A-5403, ya que se registró una fragmentación del plásmido cuando se utilizó el método “balístico” para introducirlo en un cromosoma de la célula de soja.

Finalmente, la línea de soja 40-3-2 contiene en su estructura genética:

- Una porción (solamente) del promotor del virus “mosaico del coliflor” que se denominó P-E35 S, con una sección duplicada para mayor actividad (el promotor regula la expresión del gen en el contexto genético original).
- La secuencia codificadora del péptido de tránsito de la EPSPS bacteriana (tolerante) al cloroplasto de la célula vegetal, proveniente del gen de la EPSPS de *Petunia* híbrida.
- El gen CP4-EPSPS de cuya expresión en *Agrobacterium* cepa CP4 se obtuvo la enzima EPSPS tolerante.
- Una porción del gen de síntesis de la nopalina (NOS 3), que actúa como “terminador” de la señal genética.

Al ser único y dominante, el gen de tolerancia a glifosato puede ser usado en forma eficiente en los programas de mejoramiento, para lograr nuevas variedades de soja resistente (Pengue, 2000, 2005).

Después de la transformación exitosa de estas células en plantas de soja, se obtuvieron plantas R2 que mostraron una gran tolerancia al glifosato y la ausencia del gen GUS (que se había utilizado como marcador), perdido por segregación. Estudios de la herencia de las líneas “RR” (resistente al *Roundup Ready*) y líneas “No RR” (No resistente al *Roundup Ready*), demostraron que el inserto simple es dominante y segrega en forma mendeliana.

La variedad A-5403 y su derivada tolerante al herbicida llamada 40-3-2, presentan características similares. No aparecen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a su rendimiento



En 1994, se obtiene la aprobación de la *Food and Drug Administration* (FDA) y del *United States Department of Agriculture* (USDA), y en 1995 la Agencia Ambiental de ese país (*Environmental Protection Agency*) da su aprobación, con lo cual la soja transgénica resistente al glifosato de Monsanto puede ser comercializada en el ámbito mundial desde 1996.

En 1997, en EE. UU., la compañía dio su licencia del gen *Roundup Ready* a las empresas de semillas para que las mismas realicen sus propios programas de mejora e incorporación del mismo a variedades propias *Roundup Ready*. Las mismas compañías deciden, de hecho, qué líneas llevarán resistencia, su precio y los estándares de rendimiento (que generalmente se encuentran en un 97 % o más de aquellas variedades comerciales comparables en el mismo grupo de madurez).

En el caso de Argentina (lo mismo está sucediendo en los otros países que la están adoptando) la variedad original A-5403 y su derivada transgénica 40-3-2 no tenían una buena adaptación a las condiciones agroecológicas, por lo que se implementó un programa de cruza y retrocruza para la incorporación del gen, con el uso del sistema de estación-contraestación, utilizando puntos de reproducción de materiales de la compañía en distintas regiones del globo, que luego eran adaptados en las distintas zonas ecológicas de la Argentina.

Desde aquí, es donde se puede decir que se desarrolló el trabajo de adaptación agroecológica a las condiciones agroclimáticas de Argentina. Este país no desarrolló la tecnología sino que la importó, tanto para el caso de la soja, como en el de todos los demás eventos transgénicos que le están siguiendo, con salida al mercado argentino en distintas etapas de aprobación.

Hasta ahora son más de 250 las variedades comerciales ofrecidas al mercado argentino, adaptadas a las más disímiles condiciones y ecoregiones del país, pero todas conteniendo el mismo evento transgénico, cedido en el caso de la Argentina por Monsanto, y sin pedido inicial por parte de la compañía del pago de regalías por su evento, lo que ha generado posteriormente (2006) demandas en los estrados internacionales de la compa-

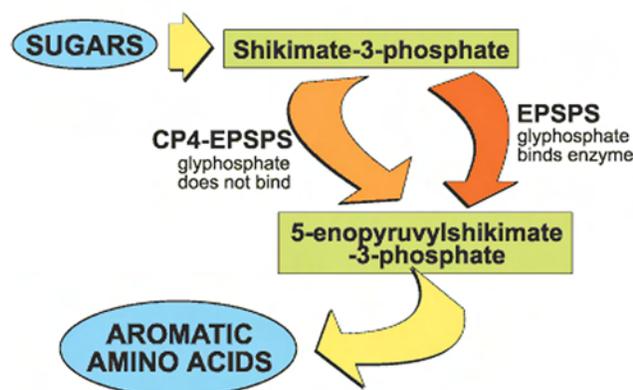
ñía Monsanto contra el Estado Argentino y la Federación Agraria Argentina, que ha perdido recientemente (2007).

Lo que pretende todo este proceso de inserción genética es encontrar en la planta transgénica resistente al herbicida glifosato, un camino paralelo para la continuidad en la producción de la EPSFS, inhibida en su funcionamiento por el glifosato, y lo ha logrado a través del camino de la CP4-EPSFS (Figura 13).

### El sistema de siembra directa

La siembra directa es una propuesta de manejo agronómica, cuya "filosofía" reside en la no remoción del suelo para la labranza, abrir una pequeña hilera labrada para la

**Figura 13**  
El mecanismo de producción de CP4-EPSFS en la soja transgénica



implantación de la semilla y dejar en superficie el rastrojo del cultivo anterior cosechado con varios objetivos:

- Proteger el suelo del impacto de la gota de lluvia (erosión hídrica) y de la erosión del viento.
- Ofrecer material vegetal para la actividad microbiana y facilitar el manejo de la MO del suelo.
- Disminuir los gastos en combustibles (al disminuir las pasadas de maquinaria de labranza).
- Acelerar los ciclos de utilización del suelo.
- Facilitar la agricultura continua.

La siembra directa ha prendido en la Argentina como



en ninguna otra parte del mundo (Figura 14). Desde el punto de vista agronómico, la tecnología se centra en una disminución al nivel más reducido de las labranzas y por tanto, una no remoción del perfil estructural del suelo. Asimismo, propende a dejar en superficie los rastros del cultivo anterior, con el fin de cubrir el suelo del impacto de la gota de lluvia o los efectos del viento, produciendo una reducción de la erosión.

Si bien conocido desde los años setenta, es a partir de los años noventa, en las rotaciones trigo-soja y luego soja RG, cuando el sistema se instala definitivamente en el país.

Desde el punto de vista económico, la siembra directa

**Figura 14**

**Siembra Directa. Soja Transgénica resistente al glifosato sobre rastros del cultivo de trigo (la soja que sigue al trigo sembrado inmediatamente luego de la cosecha de éste, recibe el nombre de “soja de segunda”).**  
(Pengue, 2000)



ha permitido aumentar la circulación monetaria al acceder a un planteo de producción que acelera los ciclos del cultivo, facilitando, por ejemplo, la siembra de tres cultivos en dos años, acompañados con una sustancial reducción de costos operativos. Por otra parte, con la siembra directa se reducen la demanda de mano de obra y por otro lado, el ahorro de combustibles al disminuir las demandas del mismo, por hacerse una menor cantidad de pasadas de la maquinaria.

Al lograr reducir la erosión hídrica y eólica, la siembra directa promueve otros efectos económicos como una recategorización de los suelos, que en muchos casos pueden llegar a mejorar su valoración económica

y su capacidad de uso. En Anta, Salta, una antigua región forestal, fuertemente degradada, la siembra directa tuvo un papel de recuperación ambiental notoria. Áreas con grandes cárcavas en las provincias de Santa Fe y Córdoba, se recuperaron luego de seguir proyectos de producción de forma conservacionista aplicando siembra directa. Asimismo, los residuos en superficie disminuyen la temperatura del suelo y la evaporación con el consiguiente ahorro y mejor aprovechamiento del agua. Hay un menor escurrimiento de las precipitaciones y una mayor independencia del riego complementario. Se incrementa la materia orgánica, se favorece el desarrollo de insectos benéficos, pero por otro lado, también la llegada de otras plagas y enfermedades.

La técnica bien aplicada podría permitir la disminución del uso de insecticidas de amplio espectro y en su reemplazo, la incorporación de productos más selectivos y el desarrollo exitoso del control biológico de las plagas de la soja en el contexto del control integrado. El hecho que no se produzca una remoción importante del suelo con paja en superficie, hace que los predadores y parasitoides de las plagas puedan completar sus ciclos en el agroecosistema. Por otra parte, hoy en día, la intensificación en el uso de agroquímicos es una amenaza de otro tipo para esta posible estabilidad.

La siembra directa, integrada en rotaciones, podría tener una cierta sinergia si se aplicaran también otras técnicas de control cultural, mínimas dosis de agroquímicos y toda aquella tecnología que pudiese permitir que los insectos benéficos se mantengan en niveles poblacionales adecuados, aprovechando todo el potencial del control biológico de plagas y enfermedades.

Con la siembra directa se producen cambios en las propiedades químicas de los suelos, especialmente en cuanto a la disposición del nitrógeno a la siembra. En muchos casos, este proceso promueve o genera una mayor demanda por fertilizantes.

También con la siembra directa se produce un aumento de la porosidad total y de la compactación del suelo, más



localizada. Se produce un cambio en la composición florística, con una reducción de las malezas anuales de hoja ancha y un aumento de las gramíneas anuales. También se producen cambios en cuanto a la incidencia de enfermedades y plagas.

En líneas generales, los cultivos de soja y particularmente el de soja de segunda (aquella que, por ejemplo, es sembrada inmediatamente luego de la cosecha del trigo) y el maíz son los que muestran mayor respuesta a la siembra directa. La combinación de sistemas de labranza, implantación del trigo con remoción del suelo y de soja y maíz en siembra directa ha resultado hasta el presente en los más altos niveles de rendimiento y bajos niveles de degradación física y química del suelo, en la región húmeda pampeana (Satorre, 1998).

### Los herbicidas. Características generales del glifosato

En el rubro agroquímicos en general, la participación de la industria nacional es de sólo el 16,6 %, mientras que el otro 43,6 % son productos provenientes del extranjero y el 39,8 % restante se formula en el país con elementos importados. La soja transgénica es el principal responsable del crecimiento del consumo de agroquímicos en Argentina. El cultivo demanda alrededor del 46 % del total de pesticidas.

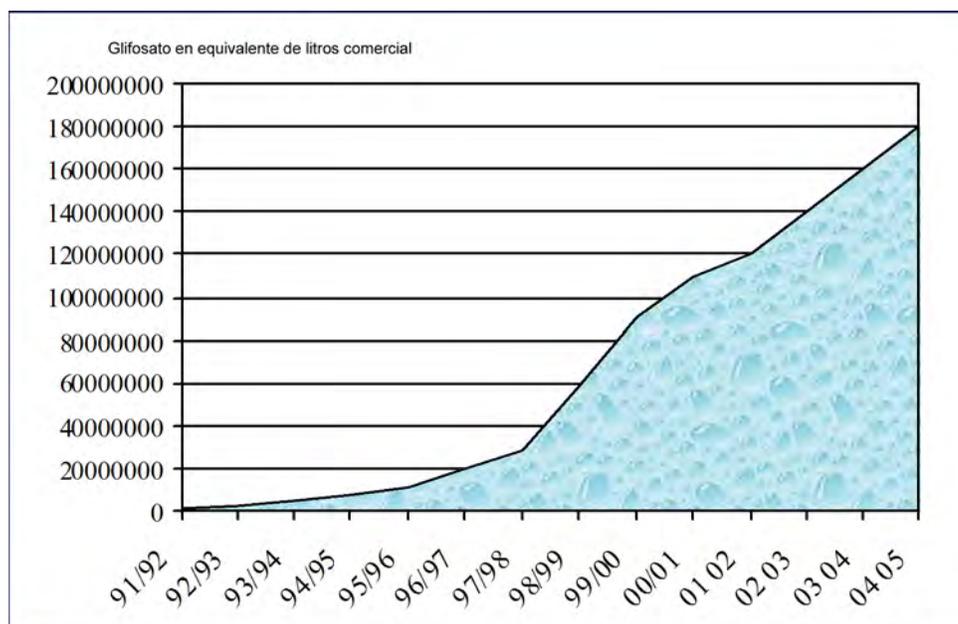
El glifosato –claramente asociado al complejo siembra directa y sojas resistentes al herbicida– representa más del sesenta por ciento de las ventas de todos los agroquímicos del país, siguiendo una progresión geométrica que ha hecho que en el 2006 se llegasen a consumir casi 180 millones de equivalente litros comercial, sumando todas sus distintas formulaciones (Figura 15). El consumo relativo respecto de los herbicidas que le siguen es sumamente notable.

Monsanto ocupa casi el 50 % del mercado de glifosato, seguida por Atanor, Dow Química, Nidera y otras empresas, éstas con una mucho menor participación en el mercado.

Desde la creación del 2,4 D en los años cuarenta, ninguna otra innovación tecnológica tuvo tanto impacto en el manejo de malezas como el de los cultivos resistentes al glifosato. “Los cultivos resistentes al glifosato dan a los agricultores un programa de control de malezas tan efectivo, que algunos abandonaron otras tecnologías de control de malezas” (Green, 2007).

Durante la primera etapa del proceso de venta comercial, la empresa líder realizó progresivas reducciones en el precio de su herbicida, el cual en el 2001 se vendía en

**Figura 15**  
**Expansión de la demanda de glifosato en la Argentina**





alrededor de US\$ 2,67, la mitad de su valor en 1996. En 2007, los precios por litro vuelven a mostrarse crecientes, junto con prácticamente todos los insumos comercializados que rondaban un promedio de US\$4.50 por litro (Octubre, 2007) y en 2008, ascendieron rápidamente a más de US\$7.00. En 2009 bajaron nuevamente.

La soja transgénica demanda alrededor del 46 % del total de plaguicidas utilizados por los agricultores, seguida por el maíz con el 10 %, el girasol con otro 10 % y el algodón con alrededor del 7 %. Actualmente, las ventas más importantes del sector químico han sido las de glifosato, con casi 700 millones de dólares al año y se descuenta que por el ya mencionado “efecto locomotora” de la siembra directa y las sojas transgénicas, esa demanda seguirá creciendo sostenidamente.

Es evidente que el consumo de herbicidas ha tenido un ritmo alto, que posiblemente se acelerará, como dije, aún más en los próximos años. De todos los rubros de la industria de agroquímicos, el de los herbicidas ha sido el más importante, llegando al 62 % del total de fitosanitarios. El glifosato, junto con el 2,4 D y la atrazina, son generalmente los productos más comercializados por su volumen. Dada la tolerancia manifiesta de cada vez más malezas, el crecimiento del 2,4 D es también muy notable. Vuelve a la escena un herbicida que también era considerado ya, algo abandonado, como el paraquat.

Los coadyuvantes y surfactantes son compuestos orgánicos que se usan para mejorar la eficacia de los productos fitosanitarios. Al utilizar el coadyuvante en mezcla de tanque con los productos agroquímicos se logra disminuir la tensión superficial de los mismos, facilitando un mejor mojado del cultivo. Los coadyuvantes son compuestos orgánicos de variada composición y de acuerdo a las condiciones de uso pueden o no ser tóxicos para abejas, peces o fauna silvestre. No son inocuos, y pueden llegar a ser mucho más tóxicos que el propio compuesto activo.

Los aceites minerales coadyuvantes (hidrocarburos parafínicos derivados del petróleo) se utilizan para incrementar la eficiencia del herbicida, permiten facilitar la penetración en la superficie tratada, desacelerar la evaporación de la gota pulverizada y aumentar su adherencia. En algunas situaciones, los llamados inertes o coadyuvantes, agregados o incluidos en las formulaciones de herbicidas pueden resultar muy tóxicos. Por

ejemplo, algunas de las formulaciones más comunes de glifosato, contienen coadyuvantes tóxicos para el desarrollo de peces y otros organismos acuáticos (Goldburg y otros, 1990), o pueden producir daños severos en otras especies.

La forma química más conocida del glifosato contendría en algunas de sus presentaciones un surfactante, POEA (polioxietileno-amina) ácidos orgánicos de glifosato relacionados, isopropilamina y agua. Los surfactantes más utilizados como el POEA, pertenecen a la familia de los compuestos amino etilados, cuyos componentes son mucho más tóxicos que el propio glifosato. El POEA tiene una toxicidad aguda de tres a cinco veces mayor que la del herbicida, solo puede provocar problemas respiratorios, destrucción de glóbulos rojos en humanos, daños gastrointestinales, lesiones dérmicas y úlceras oculares. Más complejo aún es el caso que también pueden hallarse estos herbicidas contaminados con dioxano (no dioxinas) (*Pesticides News*, 1996) productos de los que se sospecha pudieran ser carcinogénicos.

En la actualidad se han desarrollado nuevos surfactantes que no presentarían estos graves efectos tóxicos, si bien, en zonas alejadas, poco controladas, y sobre territorios tan extensos, es imposible asegurar los tipos de productos que se estuvieran utilizando y sus compuestos acompañantes.

Otros productos surfactantes que pueden acompañar al herbicida y presentar efectos adversos, según las pruebas toxicológicas a altas dosis, son el sulfato de amonio, benzisotiazodona, isobutano, ácido pelargónico, hidróxido de potasio, sulfito sódico, ácido sórbico e isopropilamina, por ejemplo.

La presencia y el incremento de los contenidos de trazas de glifosato en alimentos (que pasaron sus límites permitidos de 0,1mg/kg a 20 mg/kg.) responden al interés de las compañías en lograr una aprobación y presencia de mayores concentraciones de glifosato en los alimentos derivados de aquellos cultivos que son tolerantes al herbicida. Las trazas de glifosato o sus metabolitos también pueden encontrarse en alimentos preparados sobre la base de esta leguminosa: “Los análisis de residuos de glifosato son complejos y costosos, por eso no son realizados rutinariamente por el gobierno de EE.UU. (y nunca realizados en la Argentina)” (Kaczewer, 2002).



En el más convencional planteo en Argentina, trigo-soja de segunda, el uso del glifosato para el secado del grano de trigo y control de malezas en presiembra de la soja, el contenido de trazas de herbicida se presenta en cantidades significativas y en el afrecho/paja puede llegar a concentraciones de 2 a 4 veces mayores incluso en el propio grano (Kaczewer, 2002).

En resumen, el consumo de agroquímicos es alto. No sólo de herbicidas, sino de coadyuvantes. El consumo de aceites minerales, fertilizantes, insecticidas y fungicidas protectivos o defensivos está aumentando.

Los riesgos asociados con estos productos, en algunos casos por su constante exposición, pueden también ir aumentando.

Argentina con el maíz en los años treinta, hoy en día es posible afirmar que en la Argentina, la monocultura que se expande e instala con fuerza es la sojera. El cultivo de soja ha desplazado asimismo a otros cultivos, algunos de ellos, vinculados con la demanda nacional de alimentos y, por ende, mucho más relacionados con la soberanía alimentaria de los argentinos

(Figura 16). Cerrando la campaña 2008 (Mayo/Junio), la producción sojera alcanzó las 49.000.000 toneladas. Ya representa casi el 55 % de toda la superficie dedicada agricultora en la Argentina. En el acumulado, la soja alcanzó a desplazar ya a alrededor de 5.000.000 ha dedicadas a otras producciones (maíz, girasol, fruticultura, horticultura y pasturas para ganadería).

**Figura 16**  
**Argentina: Superficie cosechada de cereales y oleaginosas (en porcentajes)**

	Arroz	Maíz	Girasol	Trigo	Trigo Candeal	Soja	Otros+*	Totales*
1980/81	0,5%	21,5%	8,1%	31,8%	0,6%	11,9%	25,6%	100,0%
1990/91	0,5%	11,1%	13,4%	33,8%	0,1%	27,9%	13,2%	100,0%
1996/97	1,0%	15,5%	13,7%	32,4%	0,4%	29,1%	7,9%	100,0%
1997/98	1,0%	14,8%	15,5%	26,5%	0,4%	32,3%	9,6%	100,0%
1998/99	1,3%	11,3%	18,3%	24,2%	0,3%	36,7%	7,9%	100,0%
1999/00	0,8%	13,2%	14,9%	26,4%	0,3%	37,0%	7,4%	100,0%
2000/01	0,6%	12,0%	8,1%	27,4%	0,3%	44,4%	7,1%	100,0%
2001/02	0,5%	9,9%	8,3%	28,1%	0,2%	46,8%	6,2%	100,0%
2002/03	0,5%	9,4%	9,4%	24,5%	0,2%	50,4%	5,6%	100,0%

\* Año 90/91 sin Colza y sin Cartamo; año 96/97 sin Colza

"OTROS" incluye SORGO, ALPISTE, AVENA, CEBADA CERVEZERA, LINO, MANI, CARTAMO, COLZA, CENTENO, CEBADA FORRAJERA, MIJO

Fuente: Estimación Dirección de Coordinación de Delegaciones. (SAGPyA)

Fuente: Estimación Dirección de Coordinación de Delegaciones (SAGPyA).

Sería necesario disponer de mayor cantidad de estudios locales y regionales. A pesar de la importancia de la soja para la economía argentina, los estudios disponibles son incompletos y parciales. Incluso la misma Auditoría General de la Nación consultó y destacó a autoridades directamente responsables de la generación de este conocimiento, la necesidad de impulsar análisis completos sobre todos los aspectos involucrados y no sólo el económico productivo.

### Monocultivos

Al igual que sucediera en la historia ambiental rural ar-

Los precios internacionales siguen presionando e impulsando cambios productivos, como los que suceden en los grandes territorios del sur americano.

La soja es una mercancía en el negocio mundial, cuyo flujo en el mismo tiene centurias de historia. Llega recientemente a la Argentina y América Latina, utilizando un espacio territorial que le permite producir a menores costos agronómicos y aprovechar la calidad, riqueza de suelos, disponibilidad de agua, temperaturas adecuadas, insolación y fotoperíodos adecuados.

La especie es una planta cultivada, que no puede sobrevivir sin la intervención del hombre y que se ha mo-



vido en el comercio por siglos, siendo China desde sus albores uno de los principales países productores y exportadores de la antigüedad.

En la época colonial la soja se exportaba a Europa y EE.UU. Luego de este período y a partir de 1949, se suspenden las partidas de soja china a los países de Occidente.

Pero ya desde la Primera Guerra Mundial, la política norteamericana venía viendo en la soja un factor para alcanzar la autonomía en el suministro de proteínas baratas, subvencionando su cultivo, favoreciendo el uso de la torta de soja como forraje, integrando a los agricultores a la cadena de la industria elaboradora y promoviendo el consumo de proteínas animales, primero en su país y luego en los mercados mundiales.

Rápidamente, comienzan a generarse importantes excedentes que son utilizados como ayuda alimentaria hacia los países de economías amigas, contribuyendo a la transformación (también podría leerse como un quiebre) de sus propios sistemas productivos y el inicio de una debilidad y dependencia alimentaria, al desaparecer en muchos casos, una base productiva muy diversa. Empieza de esta forma un proceso de “macdonalización” de los alimentos en la mayoría de las economías de occidente.

La década de los años setenta, con la crisis petrolera, impide en parte la exportación de soja de EE.UU., momento en que las industrias elaboradoras de Europa y Japón, buscan oferentes alternativos en los productores brasileños, donde el cultivo se expandió rápidamente. Luego, a partir de la década siguiente llegará a Argentina sin demasiado éxito, hasta el período de los años noventa, en el que se dan las condiciones económicas y estructurales para favorecerla definitivamente.

El complejo mundial de la soja está liderado por EE.UU., Brasil y Argentina, teniendo el primero y sus corporaciones un peso relativo importante, pero que ya enfrentan los otros dos países, en términos comerciales y competitivos. Por otro lado, la Unión Europea como demandante de insumos proteicos baratos, para a su vez sostener sus industrias molturadoras, el ineficiente sistema agroproductivo y ofrecer alimentos baratos a sus consumidores, es el otro pilar que ha favorecido la

monoproducción sojera y su expansión, especialmente en los países de base agrícola extensiva y exportadora como Argentina. Las demandas de China e India hacen crecer aún más esta tendencia.

El crecimiento absoluto y relativo de estos intercambios intraregionales se ha debido a estrategias de los países superdesarrollados (especialmente la tríada integrada por EE.UU., UE y Asia Oriental).

La soja forma parte de este nuevo modelo mundial y división de funciones globales, donde la asignación es la producción y exportación de materias primas, en lo posible con poco valor agregado. En el caso del modelo sojero latinoamericano, éste pasa por la incorporación de sojas MGs como cambio agronómico importante, sumado a una mejora de la logística, sistema portuario, transporte, bancario y el incremento de los consumos de productos asociados (agroquímicos en general).

Los cultivos transgénicos, en el tipo y forma en que se proponen y difunden en la actualidad, responden exclusivamente a esta lógica y son el instrumento por el cual la soja resistente al glifosato se ha convertido en una vedette mundial.

## Producción en la Región Pampeana

La Pampa es el escenario más importante de la producción rural de Argentina y sus indicadores esenciales son: una superficie de 70 millones de ha, 29 millones de habitantes y una densidad de 26 personas/km<sup>2</sup> (INTA, 2005). El rasgo socioambiental más significativo es el de la concentración de la tierra, con una disminución del 29 % del número de las explotaciones entre 1998 y 2002 en la región pampeana, frente a un 21 % de disminución, como promedio, de todo el ámbito rural argentino. El aumento de la superficie media de los predios en idéntico período fue de 35 % en La Pampa y 25 % en todo el país. Hoy en día, la unidad económica está por encima de las 538 hectáreas. Las cinco provincias pampeanas tienen un producto bruto geográfico de más del 60 % del PBI nacional. El sector agrícola es más del 70 % del equivalente nacional. Del producto bruto agropecuario el 65 % corresponde a productos primarios sin ninguna elaboración (INTA, 2005).

Un indicador sensible de la condición “central” de la



ecoregión de la Pampa, en cuanto a agroproducción, es que en cuatro de las cinco provincias (en la de Buenos Aires los porcentajes son menores) que la componen, más del 85 % de sus exportaciones corresponden a manufacturas de origen agropecuario.

Desde el punto de vista agroindustrial, el polo de molinero de granos más importante del mundo está ubicado en el Gran Rosario, con una capacidad de molinero de más de 100.000 ton/día, las que en el 2009 podrán haberse incrementado en casi un 40 % (INTA, 2005).

Es también en la ecoregión Pampa donde se sienten más algunas de las consecuencias de un descomunal crecimiento no planificado y sin participación activa del Estado. Por ejemplo, las huelgas y amagos de huelga del verano-otoño del 2007 del transporte camionero, pone en evidencia lo obvio: que si se mantiene por mucho tiempo la situación de que el 85 % de los granos viajan a molinero y a puerto por tierra en camión y sólo un 15 % por el sistema ferroviario, la eficiencia del sistema de transporte de granos muestra su fragilidad y casi de inmediato puede entrar en colapso. Por otro lado, además de ser costoso en términos económicos, lo es aun más en términos energéticos y en el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Esta síntesis de la Pampa como territorio agroproductor y agroexportador “central” explica, entre otras cosas, por qué fue inevitable que desde los años ochenta se intensificara lo que hemos llamado el proceso de pampeanización de las ecoregiones del Chaco, las Yungas y la Selva Paranaense (Pengue, 2005, Morello y otros, 2006) y sobre todo, el significado que se da a un área “marginal” en la cultura rural argentina.

Si se hiciera un poco de historia, se podría ver que a partir de la Segunda Guerra Mundial, el primer gran cambio tecnológico en Las Pampas es el reemplazo de la tracción a sangre por el tractor, seguido por la introducción del maíz y el uso de herbicidas selectivos como el 2,4 D. Al mismo tiempo, es cuando se produce un aumento significativo en el área dedicada a la agricultura y en los rendimientos de los principales cultivos y una disminución gradual y progresiva en la superficie ganadera.

En 1970, época de inicio de la expansión del área cul-

tivada con soja, se produjo un nuevo “avance tecnológico” y se comienza a difundir la primera idea de alcanzar tres cultivos cada dos años (básicamente la rotación trigo-soja). A principios de esa década los cultivos dominantes eran el maíz y el trigo, existiendo también una superficie menor, diversificada con áreas asignadas a lino, cebada, avena, arvejas, porotos, lentejas, mijo, sorgo, girasol. El doble cultivo (trigo-mijo o trigo-girasol) ya era conocido y se practicaban desde hacía alrededor de dos décadas, aunque circunscripta únicamente a las áreas de alta fertilidad (es decir, lotes con poca historia agrícola) (Lattanzi, 1983). Menos del 20 % de la superficie consistía en praderas permanentes de duración variable (de dos a más de diez años). A pesar de esta aparente heterogeneidad en el uso de la tierra, se pueden aceptar dos modelos generales de rotaciones practicadas antes de la introducción de la soja.

Es muy interesante observar cómo las diferentes coberturas generaban una transformación muy característica del paisaje agrícola regional y del manejo del suelo. Los modelos incluyen una secuencia característica de labores diferentes para trigo y maíz. La coexistencia de estos modelos distintos de sistemas agrícolas en las distintas localidades de la pampa ondulada generaba un mosaico con patrones espaciales y temporales, determinados por las variaciones del área foliar del cultivo. Así, en las áreas con mayor historia agrícola pudieron encontrarse, por ejemplo, pulsos de cobertura foliar entre julio y noviembre, mientras que en cambio, en las áreas donde las rotaciones agrícola-ganaderas daban lugar a la presencia del maíz, se generaba una ampliación de la cobertura del suelo hasta el mes de marzo. La otra área se mostraría con cobertura permanente, ocupada por pasturas como base alimenticia del ganado lechero y cárnico.

El sistema de unidades de producción de carne y granos que Argentina siguió hasta los años setenta, en un planteo de rotaciones, nació en Europa a finales de la Edad Media, reemplaza al modelo alternativo de dos o tres tipos diferentes de unidades y se mantuvo exitosamente durante más de 400 años, aunque inicialmente provocó desmontes masivos (como en Escocia, Alemania, Francia, Italia o España) modelo que fuera importado a América, y por cierto a la Argentina.

La llegada a Las Pampas respondió básicamente a un sistema agroexportador que satisfacía a las demandas del mercado inglés y luego se diversificó más ampliamente

a Europa y otros mercados, abasteciendo además parte de la también creciente demanda interna y dominó hasta fines de la década de los setenta, como ya he mencionado. Este modelo diverso de prácticas agrícolas, cultivos y pecuario garantizó durante más de ochenta años la sustentabilidad en el uso de los recursos. En las últimas décadas, sin embargo, el modelo pampeano derivó hacia la agricultura continua primero, e intensiva y la monocultura de granos, especialmente soja (sojización) después. Este cambio, sin embargo, no fue percibido por todos de la misma manera. Lamentablemente, el sistema productivo pampeano es considerado, tanto por los economis-

tas, como por los ecólogos, como un “sistema sustentable” porque es: “conservador de fertilidad, que asegura moderados crecimientos de productividad y no requiere mayores insumos” (Calcagno, 1985). El reciclado de nutrientes por las excretas de los herbívoros mantiene la fertilidad natural de los suelos, y la baja densidad animal –producción extensiva– protege de la compactación por pisoteo. El desplazamiento de la ganadería hacia zonas marginales, la intensificación en los cultivos agrícolas y el claro desplazamiento hacia soja en la última década, son la nueva realidad de la región.

**Figura 17**  
**Evolución del sistema de producción en la Zona Núcleo (Región Pampeana)**  
**Principales tendencias y uso más frecuente**

	Década del '60	Década del '70	Década del '80	Década del '90	Primera Década del Siglo XXI
Tipos de Producción	<b>Diversidad Productiva</b>	<b>Diversidad Productiva</b>	<b>Diversidad Productiva</b>	Tendencia hacia la Monoproducción	<b>Monoproducción - Reprimarización</b>
Actividad Ocupación del Espacio	<b>Agricultura y Ganadería</b>	<b>Agricultura y Ganadería</b>	<b>Agricultura y Ganadería</b>	Más Agricultura – Desplazamiento de la Ganadería	<b>Agricultura</b>
Cultivos Extensivos	Maíz/Trigo/Girasol	Maíz/Trigo/Girasol	Soja de 1°. Doble cultivo Trigo/Soja	Soja Transgénica Trigo/Soja	<b>Cultivos Transgénicos.</b>
Ganadería	Extensiva	Extensiva	Extensiva	Extensiva/Intensiva	Intensiva (feed lot, especialmente para el mercado interno, para Europa se produce en forma extensiva, según demanda)
Tipo Tecnología	<b>Insumos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Insumos</b>
Objetivo	<b>Productividad</b>	<b>Productividad</b>	<b>Productividad</b>	<b>Productividad/ Sustentabilidad</b>	<b>Productividad</b>
Sistema de Producción Erosión Hídrica Rotaciones	Convencional Grave Agrícola/Ganadera	Convencional Severa Agrícola/Ganadera	Convencional/ Conservacionista Severa + Agricultura - Ganadería	Conservacionista Siembra directa Moderada/Leve Agricultura	Siembra directa Leve/Moderada Agricultura Continua
Tracción	Tracción Animal Tractorización	Tractores Potencia 80-100 CV	Potencia Media 100-120 CV	Mayores de 130 CV	100 a 150 CV
Roturación	Arado de rejas	Arado de rejas	Cinzel – Rastra – Siembra Directa	Cinzel – Siembra Directa	Siembra Directa
Refinación	Rastra liviana - Balanzón	Rastra liviana - Balanzón /R.dient.	Rastra liviana - Rastra dientes	rastra liv-dientes - Ninguna	Ninguna
Control de Malezas	Mecánico (carpidor - aporcador)	Mecánico (carpidor - aporcador)	Mecánico - Químico	Químico – Transgénicos	Químico - Transgénicos
Control de Insectos	Control Químico	Control Químico	Control Químico	Control Químico - Transgénicos	Control Químico - Transgénicos
Control de Enfermedades	Rotaciones / Químico	Rotaciones / Químico	Variedades Resistentes / Quím.	Variedades Resistentes / Quím.	Control Químico - Biotecnología
Siembra	Sembradora tradicional	Sembradora tradicional	Sembradora de Precisión	Sembradora Directa (GIS, GPS)	Sembradora Directa (GIS, GPS)
Cosecha	Primeras Cosechadoras. Sistemas Mecánicas	Cosechadora autopropulsada. Sistema mecánico/hidrául.	Cosechadora autopropulsada. Sistema mecánico/hidrául.	Cosechadora con GPS. Desparramador.1°s mapas de rendimiento.	Cosechadora con GPS. Desparramador. Mapas de Rendimiento.
Movilidad Vivienda	Chata, Sulky, Moto Rural	Camioneta F100 Rural	Camioneta F110 Rural/Periurbano	Camioneta 4x4 Rural/Periurbano	Camioneta 4x4 Periurbano/ Urbano

Fuente: Modificado sobre información desde Pengue, 2000, 2005.



Desde 1975, ciertas áreas pampeanas han estado teniendo un profundo cambio en sus sistemas de producción dominantes, apareciendo un proceso de agriculturización del Núcleo Maicero, que fue cambiando actores y procesos hasta nuestros días (Figura 17).

El boom oleaginoso, con un increíble aumento de la superficie sembrada, implicó una fuerte carga de labores mecanizadas y uso de agroquímicos sobre la misma tierra, la misma napa subterránea, el paisaje y su biodiversidad, tanto en la década de los setenta y ochenta como en los siguientes años noventa, de la mano de la soja de segunda (es decir, aquella sembrada inmediatamente después de la siembra del cultivo invernal, en general, trigo). Simultáneamente, otros ecosistemas de todos los márgenes subhúmedos de la Pampa Húmeda, son desmontados y destinados a un proceso de ganaderización (Morello y Solbrig, 1997) durante los años setenta y ochenta, que en los años noventa se reconvierte en algunos sitios hacia agricultura, de la mano de nuevas variedades de alta respuesta, adaptadas a los ambientes más sensibles.

La soja transgénica ha producido una enorme simplificación de las tareas del campo en el rubro herbicidas, que aparentemente continuaría con los nuevos maíces transgénicos, también resistentes al mismo herbicida: el glifosato. La recurrencia y permanencia del herbicida en el medio ambiente es permanente, facilitándose una fuerte presión de selección y, por otra parte, un cambio de patrón de uso del herbicida (Figura 18).

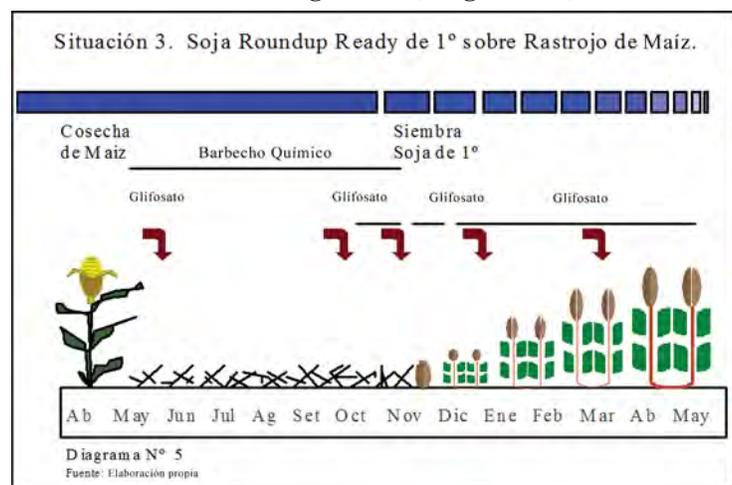
La explosión de la producción de oleaginosas, el proceso de agriculturización pampeanos y las formas de avanzar sobre la frontera agropecuaria, fueron los motores del proceso de desbosque más traumático que sufrió el país y que afectó los ecosistemas con algunos de los recursos fitogenéticos forestales que han sido más valorizados por las ciencias forestales recientemente: varias especies del género *Prosopis* (algarrobos).

No sólo se produce soja en la región pampeana, sino que la demanda por nuevas tierras en las áreas de borde agropecuario es enorme. Se puede estimar que el 50 % de los bosques de algarrobo y de otros tipos forestales con participación del *Prosopis* como especie subordina-

da, que quedaban en el país en 1960, fueron desmontados entre 1970 y 1985 en la Mesopotamia, en el Chaco y en el espinal puntano-pampeano. Además, en ese período, la madera de los algarrobos se valorizó por sus características tecnológicas únicas (entre ellas las de poder ser trabajado en verde) y por su diversidad de usos potenciales (Morello y Matteucci, 2000).

En el marco general de la agricultura, la década de los noventa podrá ser recordada en el caso argentino como la “década del insumo”, pues se ha marcado claramente la explosión en el consumo de insumos que facilitaron el fenomenal incremento de la producción primaria. En el mismo período se inicia un fuerte proceso de transformación y reacomodamiento de la industria agropecuaria y agroindustrial: Entre 1990 y 1998, el total de fusiones y adquisiciones de empresas alcanza un valor de 10 mil millones de dólares, la mayoría extranjeras. La cifra no incluye los insumos en el sector productor primario, comprendiendo en todos los casos a empresas de producción de insumos y procesamiento y distribución de alimentos (Chudnovsky y otros 1999).

**Figura 18**  
**Rotaciones agrícolas de maíz, barbecho y soja bajo el control de malezas con glifosato (Pengue, 2000)**



El sector agropecuario junto con el de manufacturas derivadas representa un 12 % del PBI (5 y 7 % respectivamente), siendo el complejo oleaginoso, especialmente soja y girasol, un importante componente de un sistema que representó un 48 % de las exportaciones agroalimentarias en el período 2006/2007.

## Efectos de la intensificación en las zonas extrapampeanas

La expansión territorial de la agricultura argentina muestra una proyección de crecimiento que ya no sólo alcanza directamente a la ecoregión pampeana, sino que penetra sin permiso en áreas de borde de otras ecoregiones, sobre todo las subtropicales ya mencionadas, y lo hace de una manera y a una velocidad inédita, transformando paisajes y hasta estructuras urbanas de manera irreversible. La pampeanización como proceso de importación del modelo pampeano sobre ecoregiones como el Chaco, que tienen otras funciones y servicios ambientales, productivas y otras características ecológicas y sociodemográficas muy diferentes, es un cambio productivo insostenible (Pengue, 2005) que sólo puede producirse de la mano de la incorporación de nuevas tecnologías, formas de manejo, capital y demanda externa, sostenido por el precio de la materia prima, implantado sobre muchas áreas que previamente eran ricas en biodiversidad. Argentina alojaba en el año 1981, 9.000

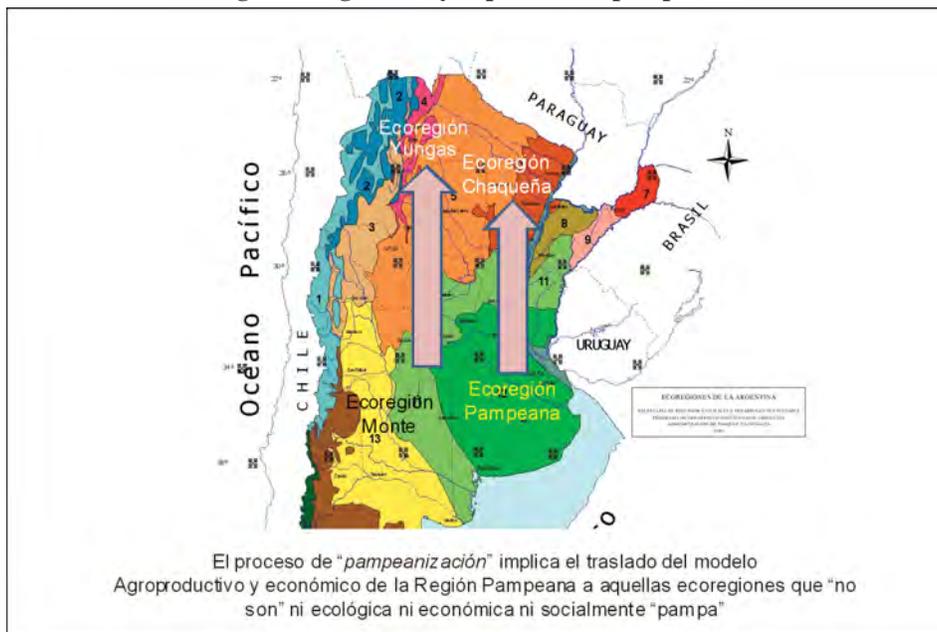
De los cuatro principales cultivos extensivos (maíz, trigo, soja y girasol) son estos dos últimos los que han tenido el mayor incremento en superficie sembrada, no sólo en las zonas núcleo, sino que avanzan sobre otros sistemas productivos, como se analizó en este libro y sobre la frontera agrícola, alcanzando áreas más marginales, justamente accesibles ahora por el uso de nuevos eventos biotecnológicos y sistemas de manejo que han favorecido su implantación.

Los incrementos demostrados en superficie y producción no son meramente estadísticas, sino que demuestran la tendencia y sobre qué temas se definen las agendas políticas que catapultan al país a producir y exportar hasta ya superar los 100 millones de toneladas y 1 millón de toneladas de carnes. Dice *Clarín Rural* (Buenos Aires) del 2 de Julio de 2005:

Política Agropecuaria. ¡115 millones de toneladas!. Un estudio de la Fundación Producir Conservando sostiene que en el 2015 se podría alcanzar una producción de 115 millones de toneladas. Ello implicaría un crecimiento de más del 60 % con respecto al promedio de las tres últimas campañas. Tomando como punto de partida las 27,6 millones de hectáreas sembradas en el promedio del trienio 2001/2002 a 2003/2004. La superficie crecería a casi 37 millones de hectáreas en el 2015, lo que implica un incremento del 32 %.

Tal como muestran las tendencias actuales, donde se produce un fuerte desplazamiento de los granos gruesos, especialmente maíz, en lugar de incrementarse un 45 % disminuiría casi un 10 %, mientras que la superficie sembrada con soja crecería un 70 %".

**Figura 19**  
Ecoregiones argentinas y el proceso de pampeanización



Pengue, 2005

especies de plantas superiores conocidas, de las que más del 25 % son endémicas (Boelcke, citado en Bertonatti y Corcuera, 2005 ) y 4.446 animales de los que 259 son endémicos.

En cuanto al consumo de fertilizantes, el trabajo proyecta un consumo total de 6,3 millones de toneladas de fertilizantes en el 2015, frente a los casi tres millones actuales. Mucho de este consumo se producirá ya, de manera más que importante en las ecoregiones extrapampeanas.



De los territorios extra pampeanos, que están sometidos a extrema presión de ocupación agroproductiva, el más importante está ubicado en el “umbral del Chaco”, los Pedemontes Húmedos, el Chaco Semiárido y el Chaco Aluvional (INTA, 1993) es decir, una enorme superficie plana y las últimas estribaciones de las sierras Pampeanas y Subandinas orientales de la ecoregión del Chaco, que incluye las porciones orientales de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca y prácticamente todo Santiago del Estero (Figura 19).

Sus rasgos esenciales, muestran una superficie de 50 millones de hectáreas, con dominancia de minifundistas en tierras fiscales, donde muchos de ellos no han resuelto su problema de tenencia de la tierra. Hasta el 2007 se sigue produciendo el 85 % del poroto nacional, mientras que por otro lado, se aloja el 40 % de los bosques nativos del país y sus ecosistemas naturales son refugio de germoplasma de parientes de especies cultivadas de gran importancia económica como *Erythroxylon*, *Capsicum*, *Phaseolus*, *Carica*, *Paseolum*, *Solanum* e *Ipomoea*.

El desmonte pre-agrícola afecta profundamente al Chaco, que es la tercera ecoregión del país en cuanto a biodiversidad específica después de la de Las Yungas y La Selva Paranaense.

La compleja relación de complementación productiva chaco-pampeana incluye no sólo la instalación de semilleros-criaderos en el norte para producir más rápidamente, por tener un termoclima de inviernos muy cortos de variedades mejoradas en algunos casos, a ser utilizadas en la Pampa, sino que desde la década del 70 la ecoregión del Chaco ha venido acogiendo el desplazamiento de la ganadería pampeana por el fenómeno de la sojización (INTA, 2005). Este proceso de ganaderización ha sido menos drástico en la forma de producir el desmonte que los que le siguieron, de agriculturización y pampeanización, ya que la sombra para la rumiación y ventilación de los animales en verano, demandaban la conservación de franjas entre las fajas de pastizales implantados y la conservación de isletas de monte eran prácticas generalizadas.

Este proceso de ganaderización y sus consecuencias ambientales está esperando un análisis sistémico. Hubo por ejemplo, enfoques pampeanos que apotreraron los campos, después de haber hecho tala rasa y luego debieron “reconstruir” sombra para mejorar el aumento

de peso del ganado. Otros, que no supieron calcular el gasto energético diario para acceder a las aguadas, ni la influencia de los insectos hematófagos en la tasa de engorde, ni la modalidad de limpieza del soto bosque, la altura de los tocones o los arranques remanentes de la explotación del monte para facilitar el libre vagabundo vacuno sin riesgo de quebraduras. Tampoco revisaron previamente las formas de dar sombra a las aguadas, ni de diseño de potreros en “campo natural” y el tipo de alambrado a utilizar en relieves, donde el agua se mueve lentamente sobre los esteros y cada alambrado de siete hilos funciona como dique, reteniendo hojarasca y biomasa traída por las crecientes, ni la modalidad de uso del alambrado eléctrico, en sabana arbolada y bosque nativo. Un error tras otro, en un modelo tecnológico de imposición que incluso por el mal manejo agronómico, ha tenido consecuencias importantes.

En cuanto a los pobladores del Chaco, es muy frecuente la tenencia precaria, que es sinónimo de imposibilidad de acceso al crédito e imposibilidad de incorporar tecnología de altos insumos o tecnologías híbridas o aun peor, el poder justificar la tenencia de una tierra en la que han vivido por decenas de años, y que hoy se ven amenazados por grupos económicos poderosos interesados en el acceso a los mismos territorios para la producción agropecuaria intensiva.

Que la frontera agropecuaria subtropical esté ubicada en el Chaco subhúmedo-semiárido significa, desde los años 1950–1960, que inevitablemente la entrada de la agricultura requiere desmonte, ya que todos los pastizales disponibles para cultivar fueron ocupados hace varias décadas (Morello y otros, 2005).

Por otro lado, una enorme ventaja de la ocupación agrícola (domesticación del paisaje) de tierras marginales tipo Chaco, radica en que es posible hacerlo de manera “dispersa” o “extendida”, a diferencia de las tierras marginales de la ecoregión del Monte de Catamarca, La Rioja, Mendoza y San Juan, donde las precipitaciones inferiores a los 200 mm hacen imposible la agricultura generalizada de secano y se cultiva bajo riego de manera “concentrada”, es decir, en oasis. Entrarle al Chaco es entonces más sencillo, menos costoso e incluso más asequible en términos logísticos.

Prácticamente en el Chaco la marginalidad ecológica (ciclos pluviométricos de lluvias por debajo de la media,



baja materia orgánica en el suelo, manchones de suelos salino-alcálinos, balance hídrico negativo más de la mitad del año en el Chaco semiárido, etc.) hacía que las formas de producción fuesen en general menos extensivas y dispersas. La llegada de nuevas tecnologías está cambiando estos procesos e intensificando otros. Pero por otro lado, se está generando otro tipo de marginalidad que se hace mucho más difícil asimilar o mitigar. Es el referido a las consecuencias socioeconómicas y ambientales de la expansión de la agricultura industrial.

Ese tipo de marginalidad exige tener en cuenta las consecuencias del cambio sobre la producción y sobre la idiosincrasia del productor tradicional, y el poblador de bajos ingresos tanto urbano como rural.

En ese sentido, Argentina adolece y tampoco ha favorecido estudios regionales o por cultivos importantes, que abordan de manera integrada y ampliada los efectos de: La transformación en sojero, de quien fue por generaciones productor porotero-garbanero en las zonas de Rosario de la Frontera-Metán en Salta, de algodónero a triguero-sojero en el Dorsal Agrícola de la provincia del Chaco, o de ganadero de monte a desmontador para implantar pasturas o granos en el Chaco subhúmedo de las provincias de Chaco y Formosa.

La llegada de nuevas tecnologías que para casi todas las tareas requiere mayor superficie de unidad productiva, mayor inversión en insumos, cambio de maquinaria agrícola, nuevas tecnologías y sobre todo capacitación previa o formación técnica mucho mayor que aquellos de niveles elementales de alfabetización, hace inevitable el desplazamiento de miles de puesteros, pueblos aborígenes, obreros forestales, cosecheros de algodón y pequeños y medianos agricultores. Todos ellos requieren un gran esfuerzo en capacitación y su nueva reasignación (cuando ésta se logra) productiva, junto a la vez, por una obligatoria necesidad de respeto por sus formas productivas y espacios de vida. Este proceso no sólo impacta sobre la sostenibilidad social del sector rural, sino que involucra a los ejidos urbanos de los pueblos y ciudades que discurren en la planicie chacopampeana. No se puede imaginar una mutación rápida de un centro de servicios para la actividad forestal y de ganadería extensiva, transformado en pocos meses en un centro de servicios para la agricultura industrial.

Por otro lado, sectores rurales que logran incorporarse a la agricultura industrial compran y ponen en produc-

ción nuevas tierras en áreas marginales, y reinvierten partes de sus ganancias en el negocio inmobiliario en ciudades importantes, como, Sáenz Peña, J.J. Castelli, Villa Ángela, Joaquín V. González, Metán, Formosa, Las Lomitas, Resistencia, Santa Fe, Reconquista o Rosario, que crecen también de manera insostenible y no planificada.

Es sumamente llamativo que a pesar de ser la soja el principal cultivo de Argentina, con resultados favorables en términos económicos y agronómicos, pero efectos mucho menos estudiados y unos cuantos negativos, en cuanto a su integración a un modelo de desarrollo de país, efectos sociales, culturales, económicos de largo plazo, impactos ecológicos y demás, no se haya tenido en cuenta ni previsto y mucho menos intentado revisar y analizar ex ante y de forma metadisciplinaria sus impactos. Incluso, algunos organismos del Estado manifiestan su preocupación al no haberse impulsado adecuadamente estos estudios integrados desde los organismos de la investigación pública (AGN, 2006). Los cambios que se estarán produciendo con nuevos cultivos y las formas de producción (maíz, nuevas sojas mejoradas, colza, agroenergéticos) ameritan que no se permita que se comenten los mismos errores y que desde el Estado se analicen muy anticipadamente, sin compromisos y con investigación amplia, los efectos integradores por venir, tomando las decisiones necesarias que, por supuesto, no pueden ser meramente economicistas ni coyunturales.

Entre los bienes más preciados del patrimonio natural están los bosques. Las tres provincias totalmente chaqueñas están perdiendo aceleradamente fracciones importantes de sus superficies de bosque nativo que alcanzaba aún hacia el año 2000 en el Chaco, unas 5.450.000 ha, Formosa, 5.666.670 y Santiago del Estero 8.748.000 (Bertonatti y Corcuera, 2000).

La demanda de urgencia en investigación y gestión, se apoya en la necesidad de ordenar un territorio, que apunte a su sostenibilidad productiva. Muy por el contrario, a poco que se mire algún caso, se concluirá en lo que es un grotesco generalizado: en Santiago del Estero la Cámara de Diputados aprobó la adjudicación para agricultura primero, de 50.000 ha en el Depto. Copo (al lado de un Parque Nacional) que incluía masas de bosque nativo con pueblos enteros adentro. También acaba de conseguirse por ahora, para otra adjudicación de 90.000 ha en los departamentos Alberdi y Guasayan, y en este último también se englobaba el pueblo de Guampacha con



1.000 habitantes. En Salta, frente a la posibilidad cierta de que se aprobara la ley de protección de bosque nativo (aprobada finalmente en diciembre de 2007) se adjudicaron velozmente 160.000 ha de bosque para desmontar y cultivar, prácticamente una tasa de 53.000 ha/mes. Si consideramos que en el Chaco salteño está la mitad de los bosques de la provincia que ocupan 8.900.000 ha, a esa tasa de desmonte la provincia se quedará sin bosques chaqueños en algo menos de treinta años.

Los costos, leídos como externalidades (deforestación, quemado de la biomasa acumulada, decapitación de suelos y pérdidas de estructura junto a cambios en el funcionamiento de los ciclos de los elementos, “valor” de la biodiversidad, servicios ambientales en la regulación de las aguas) no se incluyen en las cuentas de ganancias ni de pérdidas.

Un porcentaje de los productores con “cultura pampeana” siempre fue muy dinámico, desarrollando y sumando nueva tecnología y se adaptó rápidamente a condicionantes ecológicas del subtrópico de la Selva Misionera, Las Yungas y el Chaco, incorporando sólo parcialmente elementos de la agricultura conservacionista. Hoy día, estos grandes productores y los grupos técnicos que les asesoran están llevando este conocimiento por imposición hacia los espacios donde van. Casi ninguno adoptó el manejo sustentable de fragmentos de bosque nativo como desafío ecotecnológico y mucho menos respetó y estimuló el mantenimiento del saber empírico y la cultura de las etnias locales. Tampoco cuentan con conocimientos de manejo agroforestal, agrosilvopastoril u agroecológico, propios de las áreas de manejo sostenible del monte, sino que están imponiendo con celeridad y fuerza el modelo tecnológico y financiero de las Pampas.

### Aparición de Sorgo de Alepo Resistente a Glifosato (SARG)

Hoy en día, el norte argentino es una de las áreas de mayor movilidad agrícola. El cambio en los usos del suelo, la acelerada deforestación y la transformación de unidades medianas en grandes extensiones de producción agrícola es un hecho incontestable. El Noroeste Argentino (NOA) ya tiene, como hemos venido viendo, una dilatada historia de lucha agronómica con flagelos como plagas y malezas. El caso del Sorgo de Alepo común ha sido ya acabadamente explicitado en cuanto a su historia, dinamismo y mecanismos de lucha.

La intensificación de este modelo agrícola encontró ya varias respuestas ambientales a esta presión, que redundaron en la aparición de malezas tolerantes, que se expresaron como malezas “exitosas” en algún momento reciente. Es así, que los casos de aparición de malezas incontrolables como el “ataco” (*Amaranthus lividus*) (1995), “Santa Lucía” (*Commelina virginica*) (2000), “cebadilla criolla” (*Bromus unioloides*) (2002), se mostraron como un alerta hacia la comunidad rural.

En esos tiempos, en recorridos hechos en 2002 y 2003 por la zona NOA, existían algunas sospechas de productores sobre la posible imposibilidad de control adecuado de ciertos Sorgos de Alepo bajo condiciones de manejo convencional (con glifosato).

Hasta ese momento, el paquete tecnológico integrado por las sojas transgénicas resistentes al herbicida y el glifosato conformaron una situación de producción implementada por prácticamente el total del conjunto de agricultores de la región. Y aún hoy día, por supuesto, se le sigue utilizando.

Muestras de estas plantas habían sido colectadas por técnicos de Monsanto y llevadas a EE.UU. para su análisis en el año 2003. No obstante, no se informó al gobierno a través de sus organismos de control sobre el caso. Tampoco los organismos técnicos como el INTA o el SENASA venían siguiendo la situación de posible aparición de malezas tolerantes o resistentes, a pesar de las sucesivas denuncias realizadas por investigadores independientes. Menos aún CONABIA, la entidad responsable de las autorizaciones, estaba en el seguimiento del tema. No se tiene conocimiento sobre los protocolos de bioseguridad, seguidos para la salida de este material genético fuera de las fronteras de Argentina ni tampoco sobre la forma en que este fue llevado a laboratorios de Costa Rica para también ser estudiados.

Recién en el año 2005 y por una fortuita participación en una reunión en diciembre de ese año, en un taller de FAO sobre resistencia de malezas en el Uruguay, SENASA toma conocimiento formal de la aparición del problema de resistencia en el Sorgo de Alepo.

De ahí en más, en el mismo año, la Universidad Nacional de Tucumán confirmaba la aparición en la provincia.



Al contrario de lo que podía pensarse, los técnicos argentinos estaban tan profundamente consustanciados en la certidumbre de la imposibilidad total de existencia de resistencia en malezas al glifosato, que ha costado mucho y cuesta aún convencerse de la situación. Este hecho retarda aún más tiempos de reacción y deja el escenario de acción a la discrecionalidad de los entes privados en el abordaje y la resolución del conflicto a su mejor parecer y entender.



## CAPÍTULO IV

### El Sorgo de Alepo Resistente a Glifosato (SARG)

En el mundo ya se han reportado ocho malezas resistentes al glifosato, tres de los casos directamente asociados con el uso de cultivos resistentes a herbicidas.

Un caso interesante ha sido el reportado en Australia de resistencia de *Lolium rigidum* al glifosato, en campos donde se venía implementando desde hacía más de una década el modelo de siembra directa y en un planteo muy similar al argentino.

En el caso argentino, la aparición de biotipos de Sorgo de Alepo que no respondían al control convencional se reportó con preocupación en el norte del país. Fueron varios los técnicos, especialmente del sector privado, que se encontraron en sus lotes con la imposibilidad de controlar con glifosato al Sorgo de Alepo.

Mundialmente, el caso fue reportado por un técnico de la compañía Monsanto, Julio Delucchi (Delucchi, 2007).

De ahí, la aparición primero en las provincias de Salta y Tucumán de plantas o matas aisladas que presentaban una resistencia al agroquímico y, por tanto, ameritaban ser controladas con otros mecanismos como el deshierbe manual o el uso de otros agroquímicos alternativos. El primer año (2006) de fuerte infestación se dio en Coronel Cornejo y sus alrededores, en la provincia de Salta, donde los lotes se encontraron totalmente invadidos, si bien se asume que “el resto del país todavía se encuentra en la etapa inicial de infestación” (*Gacetilla Agroindustrial*, 2007). “...constituye un riesgo potencial al sistema productivo y a la comercialización. Pudiendo comprometer el manejo actual del cultivo de soja, con siembra directa y semilla modificada genéticamente, adoptado en el 99 % de la superficie sembrada” (Passalacqua, 2007).

En las explotaciones donde se ha hecho presente el SARG, hasta ahora se ha localizado en manchones, los que se hacen evidentes por su altura respecto de las soja y por el diámetro de las matas. Desde estas matas se produce la colonización en ciclos sucesivos de todo el lote.

### Sitios geográficos y proyecciones en el modelo de expansión

Los primeros casos aparecidos en Argentina, de manera más o menos extensiva, se dieron en la provincia de Salta, en el norte del país. Pero ya en el año 2007, el sorgo de Alepo se encontraba en muchas de las áreas agroproductivas de la Argentina, no sólo en el norte sino en las regiones centrales y entrando a la región pampeana.

Las estimaciones oficiales, que en rigor de la verdad, responden a un relevamiento llevado en una sola campaña, indican coberturas con SARG de alrededor de 10.000 ha (Passalacqua, 2007), pero se especula que existiría un área de más de 100.000 ha ya infestadas. La figura indica los casos sólo confirmados oficialmente y algunos más de fuentes privadas, hasta hoy hallados sobre el territorio argentino.

No obstante, si bien la información debería ser obligatoria y ser plasmada en una página web de la Secretaría de Agricultura de Argentina, es muy claro que en muchos casos, por el motivo que fuera, tanto los agricultores como los técnicos prefieren intentar soluciones directas de control, antes de poner sus campos en tela de juicio, con costos económicos, visitas permanentes y demás, que no desean enfrentar.

Tampoco el Estado, a través de sus organismos, ha demostrado una verdadera capacidad de contralor en el territorio, ya sea por falta de recursos o interés en aplicarlos a esta cuestión, dejando en muchos casos en manos de los organismos privados el seguimiento de los casos y hasta la promoción de los mecanismos de control propuestos.

En campos de localidades como Cornejo, Ballivian, Embarcación, Tartagal, Las Lajitas, Pichanal, Puesto del Medio, Estación Aráoz, Bandera, Piquillín, Las Rosas, El Trébol, Empedrado, Buena Vista, Puesto del Medio y Misiones se han confirmado la existencia desde rodales aislados de Sorgo de Alepo Resistente hasta potreros totalmente infestados (Figura 20). Hay potreros también en estudio, vinculados con la citricultura con monouso de *Roundup*.

No obstante, incluso los organismos técnicos mixtos involucrados (Estación Experimental Obispo Colombres, 2007, *Gacetilla Agroindustrial*), aluden en sus

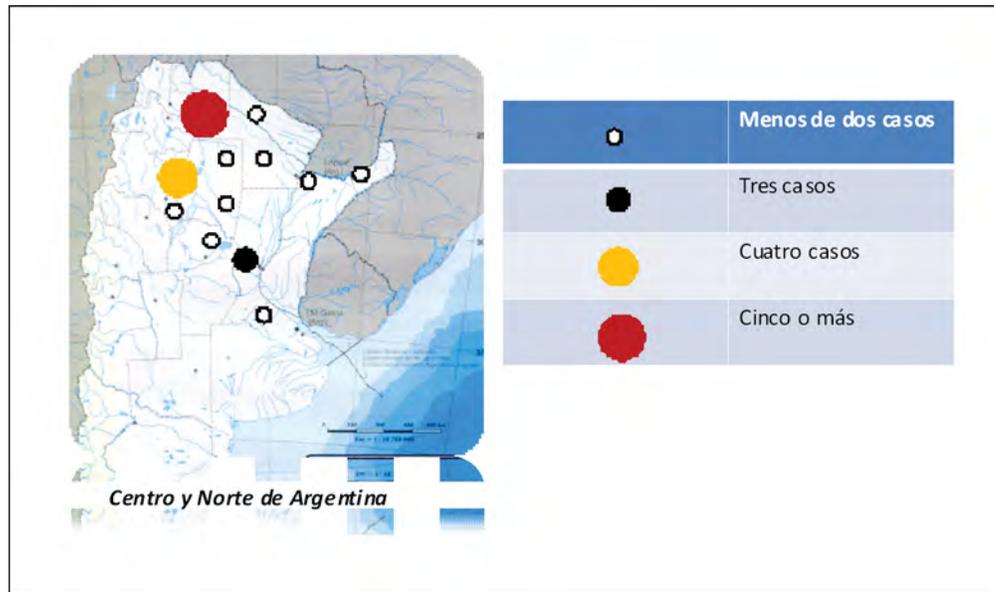


análisis que nos encontramos en la etapa inicial de la infestación. Es dable inferir, que el proceso expansivo de la maleza en las próximas campañas agrícolas puede ser mucho más importante. “El problema que tenemos es que se ha disparado esto. El año pasado estaba circunscripto al NOA, pero ahora esto se ha disparado a nivel nacional”. (Teran, 2007, entrevista personal).

### El modelo agrícola del norte argentino

El modelo en el NOA, se expande sobre áreas biodiversas muy sensibles (Figura 21). La seguridad en el control del Sorgo de Alepo, apoyada hoy en día en modelos sostenidos en el control agroquímico y nuevos eventos transgénicos, replica nuevamente una suerte de certidumbre en el éxito, basado en la lógica de la “buena tecnología” del plan agronómico implementado. Ya en pleno proceso de inicio de la lucha contra la expansión de la maleza, se manifestaba cierta seguridad en la posibilidad de llevar adelante el control sin inconvenientes. Decía Enrique Schultz (1932) que “la extirpación del *Sorghum halepense* no

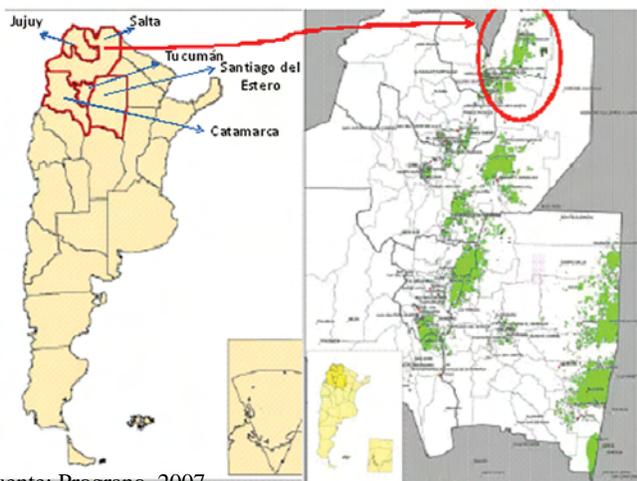
**Figura 20**  
Puntos principales donde se ha detectado y confirmado la existencia de Sorgo de Alepo Resistente al Glifosato (SARG) en el territorio argentino



presenta mayores inconvenientes si se prepara un plan fijo para combatirlo y si se cumple estrictamente este plan. En caso contrario, se puede tirar el dinero a la calle con igual provecho.” De igual manera, en nuestros días, Ignacio Olea, de la misma Agencia, plantea la necesidad y posibilidad de controlar el nuevo SARG, si le diesen las herramientas adecuadas (Olea, 2007).

Esta no es una posición personal o aislada, sino una visión estratégica basada en el modelo de producción dominante y una lógica de control agronómico efectista que aún sigue promoviendo que a cada problema, una única solución, y esa solución será un nuevo transgénico asociado a su herbicida.

**Figura 21**  
Áreas donde más se ha expandido el SARG en el NOA



Fuente: Prograno, 2007.

Sin embargo, no se tienen muy en cuenta que las condiciones agroecológicas del NOA y NEA (noroeste argentino) son totalmente distintas a la pampeana y que aquí a su vez, existen varios biociclos de la maleza, que asociadas a la práctica recurrente de aplicación casi permanente de un único herbicida, puede acelerar los ciclos de aparición de biotipos resistentes. Los mecanismos de dispersión de la semilla en el NOA (semilla, corona o rizomas) pueden facilitar aún más la diseminación del problema.



Además, el Sorgo ingresa al Norte, sólo a los campos transformados a la agricultura o ganadería. No así, a los sistemas naturales. Dice Roberto Neumann, en entrevista personal (2007):

Soy un privilegiado en el sentido que he visto todo el desarrollo, tanto positivo como negativo, que ha tenido el sector agropecuario en Salta y en Jujuy. Todos esos campos que han visto sembrados en el departamento de San Martín, yo los he conocido con monte. Pero ni un centímetro cuadrado desmontado. Nada. La ruta era polvo. Un colchón así de polvo, de limo. Era espantoso circular por ahí. Le estoy hablando del año 1956. Sólo existía el ferrocarril, porque hubo explotación petrolera a pequeña escala y bueno, aprovechamiento de madera, pero de agricultura, nada. No existía el Sorgo de Alepo en absoluto. El Sorgo de Alepo entra, digamos, con semillas de cultivos como cuerpo extraño. Prácticamente podemos decir que el Sorgo, en el departamento de San Martín empieza en 1980. No antes. Porque antes no había agricultura...

El paquete tecnológico de la siembra directa y las sojas transgénicas, llegados en los años noventa, lograron abrir la frontera norte a la producción agrícola (Figura 22). Sin estos dos elementos, hubiera sido imposible entrar en la ecoregion bajo el planteo productivo intensivo, dado que hubiera sido inviable. Dice Johnny (Juan Carlos) Rodríguez (2007, entrevista) al respecto:

Todo lo que es soja, es siembra directa. Todo. Lo que es poroto, tiene llamémosle una labranza vertical y siembra directa. Nosotros por las temperaturas que tenemos acá, por las altas temperaturas, el manejo sin cobertura de suelo, es inviable. Con un esquema de discos, rastras no existe, no se puede hacer agricultura. Justamente el avance de la agricultura en la zona es desde que empieza la siembra directa. Es siembra directa y entonces, lo que antes era algo muy errático se estabiliza el ambiente, y realmente se empieza a producir con muy buenos rendimientos y sin trabajo. Realmente acá, sin siembra directa, no se siembra... soja.

**Figura 22**  
**Campo deforestado en el Norte Argentino, preparado para la siembra de soja RR, Las Lajitas (Penguin, 2006)**



### Carga de agroquímicos

En el Norte, el cultivo que más agroquímicos ha consumido durante el año 2006/2007 es la soja, que representa un 38 % del valor total de fitosanitarios, a la que si sumamos el barbecho químico, alcanza una cifra del 53 %. El maíz consume el 11 %, el trigo un 7 % y el girasol 6 %. El conjunto de cultivos pampeanos consume más de 75 % de todos los productos del mercado, a lo que debemos sumar la situación de creciente demanda por parte de las regiones extrapampeñas, que requieren de una mayor carga de agroquímicos.

El costo de “dominar al ambiente” en estas ecoregiones, implica un uso recurrente mayor de los agroquímicos tradicionales y, por otra parte, la combinación en nuevos cócteles de productos para intentar frenar la presión del ambiente, en términos de plagas, malezas y enfermedades.

Es en esta zona, donde también crecen más los consumos de coadyuvantes, aceites minerales y otros tensioactivos, productos que a veces pueden ser más tóxicos que los propios herbicidas.



## El consumo de glifosato

Cuando en mayo de 1970, John E. Franz, un investigador de la división de productos agrícolas de Monsanto durante casi 40 años (1955-1994) sintetizó el glifosato, posiblemente no podría imaginar el inmenso éxito que tendría su herbicida.

Si bien el efecto sobre las plantas es el mismo –es un “matayuyos” total– las formas de manejo y objetivos de control fueron cambiando con el tiempo.

El glifosato es un herbicida de amplio espectro, no selectivo y de acción sistémica, altamente efectivo para matar cualquier tipo de planta, que es absorbido principalmente por las partes verdes de los tejidos vegetales. Una vez ingresado en la planta inhibe la acción del ácido shikímico, paso obligado hacia la síntesis de tres aminoácidos esenciales, presentes en las plantas superiores y ciertos microorganismos, pero no en animales.

Existen docenas de marcas comerciales en todo el mundo, que lo incluyen en sus productos sobre la base de tres formulaciones bajo el nombre de glifosato: glifosato isopropilamina y glifosato sesquisódico, cuyas patentes pertenecen a Monsanto y glifosato trimesium patentado por Zeneca en su momento (*Pesticides News*, 1996).

En Argentina existen actualmente cuatro empresas con el equipamiento como para producir glifosato ácido (dos de ellas son norteamericanas y las otras dos, argentinas). Existen además 14 empresas con equipamiento como para realizar formulaciones de glifosato, partiendo de cualquiera de las formas en que ingresa dicho producto básico en el mercado. De éstas, tres son norteamericanas y 11 argentinas.

Según la Organización Mundial de la Salud, la toxicidad aguda del glifosato es baja, con una DL50 en ratas de 4,230 mg/kg. Esta baja toxicidad –que en la actualidad comienza a ser revisada por los órganos de control– podría ser atribuida al mecanismo de acción del herbicida en plantas, que no se encuentra en animales. Sin embargo, el glifosato podría también afectar funciones enzimáticas en animales (*Pesticide News, op. cit.*) y otros efectos que demandan una revisión más exhaustiva de sus impactos derivados.

Las relaciones existentes entre el herbicida y los eventos transgénicos tolerantes al mismo, dan cuenta de una utilización creciente del insumo derivada de la alta disponibilidad, bajo precio relativo, comodidad y control en el manejo, además de una incipiente recurrencia en la aplicación, al notarse que el producto, en situaciones de campo, no alcanza a controlar totalmente las malas hierbas, y de ahí estamos a un paso de los problemas de tolerancia o resistencia.

Respecto del cultivo, es posible que se haya determinado algún quemado o efectos del bronceado sobre el mismo, o incluso deformación de brotes, pero al no haberse desarrollado estudios sistemáticos sobre los mismos, se los podría atribuir tanto a los efectos del herbicida, del coadyuvante o surfactante o alguna otra consideración ambiental no determinada. Si bien puede haber algún efecto en el estado vegetativo, los guarismos no revelan diferencias significativas en el rendimiento, siendo los niveles de daño muy bajos. No se determina ningún efecto sobre la biomasa, ni sobre la floración o fructificación en estudios realizados por el INTA (Papa, 1997). Trabajos posteriores informan sobre la necesidad de fortalecer este tipo de estudios vinculados con los efectos en los estados vegetativos y reproductivos de las sojas RG (Nodari y Guerra, 2001).

Argentina no escapa al interés y el modelo global, donde los principales productos transgénicos tienen una fuerte vinculación con eventos que los hacen resistentes a distintos tipos de herbicidas. Los registros de CONABIA, una comisión ad hoc que fomenta estas actividades en la Secretaría de Agricultura nacional, indican que la mayoría de los productos inscriptos en los principales cultivos, responden a estas características de asociación entre el herbicida que se venderá y su tolerancia específica al mismo.

Sin embargo, los usuarios de los eventos transgénicos desconocen las formas de contralor y las evaluaciones técnico ambientales que se hacen sobre los productos que utilizan. En un reciente informe (*Clarín Rural*, 2003), se comunica que:

resulta significativo el alto porcentaje de respuestas de los productores (41 %) que señalan desconocer a las instituciones responsables por la aprobación de transgénicos en la Argentina. Este segmento podría verse incrementado, ya que del 59 % que respondió conocerlas, un 27 %



no supo contestar qué grado de confianza le merecían las mismas. En cuanto al grado de confianza que les despertan estas instituciones, la amplia mayoría de los agricultores evidenciaba un nivel medio a bajo de confianza, dado que la mejor opción sólo fue elegida por el 5% de quienes manifestaron conocerlas, mientras que el 68% eligió la opción media y la peor opción (poco confiable).

Sin embargo, a pesar de ellos, los productores han tomado al glifosato como su “herbicida estrella”. El salto de demanda argentino es sólo una muestra. En poco menos de quince años, el consumo de glifosato se multiplicó 180 veces.

### Mecanismos de la resistencia. Inferencias

Luego de varias reuniones con especialistas, no es posible concluir aún sobre la existencia determinada del mecanismo de resistencia del Sorgo de Alepo y, por tanto, más complejo entonces diseñar una estrategia de largo plazo para su control, si éste fuera posible.

Esto es en forma directa, porque los investigadores de las instituciones nacionales (Universidad Nacional de Tucumán, INTA, Estación Experimental Obispo Colombes) si bien ya han hecho propuestas concretas de proyectos, en algunos casos integrados, de investigación y seguimiento y propuestas de resolución al problema, no han sido atendidos adecuadamente hasta la fecha, con el apoyo de recursos e institucional adecuado.

En estudios preliminares sobre la filogeografía del Sorgo de Alepo se ha considerado que la dispersión de la resistencia en las plantas analizadas (Hopp, 2007) provenientes de Salta, Tucumán y Santiago del Estero, se produjo a través de semillas y no de rizomas, ya que los mismos presentan diferencias genéticas entre sí.

Aún no se ha encontrado ni diagnosticado la mutación responsable en el germoplasma o el mecanismo genético de esta resistencia. Por ello, hasta ahora no fue posible disponer de un *fingerprint* de las plantas resistentes debido a que existe mucha diversidad entre los sorgos resistentes de diversas procedencias geográficas. Es decir, las plantas resistentes no conforman un conjunto genéticamente relacionado, totalmente separado del de las susceptibles. Hay plantas resistentes que son más diferentes entre sí que con las plantas susceptibles, vecinas de la

misma región. Los resultados del estudio preliminar no apoyan un efecto de deriva genética o efecto fundador (relación negativa fuerte de todas las susceptibles y sobrevivencia de pocos individuos resistentes que se volvieron predominantes). Las plantas muestreadas parecen agruparse por su origen geográfico (Tucumán o Salta), lo que podría ser un indicio de la existencia de ecotipos, pero dado lo limitado del ensayo, es necesario obtener más muestras para confirmarlo.

Las plantas de SARG provenientes de Salta y Tucumán tendrían fondos genéticos distintos. La hipótesis de que las resistentes se movieron desde Salta (el supuesto origen de la mutación) hacia Tucumán no tendría consistencia con los resultados obtenidos por los trabajos preliminares de Hopp.

Sí se encontraron diferencias en varias posiciones en la secuencia de aminoácidos de la EPSPS, cuya función no está clara o al menos nunca había sido reportada como importante en cuanto a la resistencia a glifosato. No se cuenta con los datos referidos a los análisis de funcionalidad de las secuencias detectadas, por lo que aún no se podría inferir si el mecanismo de resistencia está relacionado con un cambio mutacional de la EPSPS. Según Hopp (2007), al menos en un caso (el de las plantas resistentes en Salta que fueron analizados) no habría cambios en las posiciones 101-106, que es donde se localizan los nucleótidos que otorgan tolerancia a glifosato, caracterizada en la literatura para otras especies, por lo que no se sabe si éste es candidato a ser el gen de resistencia.

Por otro lado, desde el punto del fenotipo del biotipo resistente en Tucumán, indicarían, según algunos especialistas (Roncaglia, comunicación personal) características de rusticidad y de formación de rizomas muy destacadas.

No obstante, en el ámbito argentino no se han podido confirmar estudios sobre las características genéticas de la especie.

Asimismo, es sabido que parte del material genético de los biotipos resistentes detectados ha sido llevado para experimentación a EE.UU. y Costa Rica (Valverde, 2006), como se ha indicado previamente.



## Características de la invasión. Invasibilidad

Pero además de los mecanismos y biotipos resistentes “distintos”, hay otras inferencias que tampoco deben ser desatendidas.

Una de las consideraciones más tenidas en cuenta hasta ahora por los expertos, es que la primera gran diseminación de la resistencia se pudo haber producido a través de cosechadoras o maquinaria infestada con semillas o propágulos provenientes de una “mata 0” de resistencia.

Muchas evidencias indicarían que las máquinas cosechadoras podrían jugar un importante rol en la diseminación de las semillas del SARG dentro del lote, como también entre lotes cercanos o incluso a escala regional. “Si las panojas del Sorgo de Alepo con semillas maduras son recolectadas por las trilladoras junto con la soja, una parte de ellas se distribuirá en el sentido del avance durante la limpieza del grano y otra permanecerá dentro de diferentes partes de la máquina” (*La Gaceta Rural*, 2007).

La siembra directa limita la diseminación de los rizomas del sorgo de Alepo dentro del lote, mientras que las semillas que caen naturalmente alrededor de la planta madre no se alejan demasiado, salvo que de allí pueden ser diseminadas por el agua de lluvia o por diversas maquinarias.

Si las panojas de Sorgo de Alepo fueran cosechadas con las semillas maduras de soja, una parte de ellas pueden redistribuirse en el sentido de avance de la maquinaria por efecto de la corriente de aire para la limpieza del grano, como intentan demostrar sobre los primeros lotes infestados (*Gacetilla Agroindustrial*, 2007).



## CAPÍTULO V

### Factores generales que facilitaron la aparición y expansión del proceso

Es posible que el factor principal que ha facilitado la aparición y la expansión de un proceso como el de esta bioinvasión de Sorgo resistente, haya tenido que ver directamente con:

- La “creencia” en la perfectibilidad del modelo tecnológico.
- La presión tecnológica sobre ambientes sólo parcialmente conocidos.
- La presión externa por la preparación de nuevas tierras.
- La falta de estudios integrados para la generación del conocimiento apropiado.
- La pérdida de capacidades, especialmente en el Estado, de expertos en malezas que conozcan el sistema de manera integrada y no sólo parcial.
- La falta de apoyo permanente a los institutos de investigación, no sólo desde el Estado sino desde y especialmente el sector privado, en términos monetarios y no de demandas solamente.
- La promoción desde el sector privado de resoluciones mágicas a problemas complejos.
- La escasa reacción inicial y el tiempo perdido ante la aparición del primer foco.
- La lentitud en la reacción siguiente.

### Políticas públicas

Increíblemente, a pesar de las superficies involucradas, de los volúmenes producidos de soja y de la importancia económica y movilidad de recursos generados por esta agroindustria, y la producción de oleaginosas que genera en Argentina, es posible afirmar enfáticamente que el país no estaba preparado ni diseñó planes de contingencia adecuadas para primero, detectar inmediatamente a campo, circunscribir las áreas infestadas, contener el lugar y estudiar en profundidad el caso.

Ello da cuenta directa de la fragilidad del sistema apical de control, de su capacidad de control territorial real, su falta de señales de alerta temprano y demás.

Todo este proceso implica una importante derivación de recursos económicos, técnicos y de logística que hasta el 2007 (tres años después de la primera infestación) ni siquiera estaban presupuestados y adecuadamente dispuesta la organización y gestión.

Los organismos que promovieron la liberación de sojas transgénicas resistentes a glifosato, como la CONABIA, no previeron ni analizaron en profundidad una situación que a la luz de la expansión pronto debió haberse revisado, como el caso de la resistencia en malezas de importancia para el país (Sorgo de Alepo, ryegrass, chamico). Los documentos presentados a este organismo (en 1995) y los registros y actuaciones del mismo al respecto en ese momento, retienen solamente informes técnicos parciales, que sólo aluden livianamente la problemática de las “supermalezas”, pero más vinculado con algunos informes muy generalistas, aludiendo más al flujo de genes entre especies emparentadas, que al obligado mecanismo de resistencia en malezas, derivado del cambio profundo del patrón de uso del herbicida que debió ser estudiado.

El caso del SARG se muestra como un ejemplo importante y muy costoso, lamentablemente, de lo que sucede cuando un ente público de control y recomendación de liberaciones puede producir, cuando en su forma de analizar cada evento, en lugar de llevar adelante un análisis holístico, integrado y completo, sólo produce un protocolo limitado, que cierra justamente la posibilidad de revisar a priori estos efectos potenciales, al igual que muchos de los otros efectos indirectos que tampoco se consideran en ese país, como cuestiones ecológicas más amplias, sociales y hasta económicas. Por ejemplo, no existe ningún documento publicado por CONABIA que analice los impactos económicos derivados de la “neutralización” del paquete Sojas RR + herbicida, por aparición de resistencia en malezas.

Los otros organismos públicos vinculados con la protección de los cultivos y control de plagas y enfermedades (SENASA y SINAVIMO) responsables ahora del seguimiento del SARG, están planteando medidas reactivas, en general coyunturales, que “acompañan” el proceso de producción.

Los tres organismos (CONABIA, SENASA, SINAVIMO) dependen de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación, que a su vez, depende del Ministerio de Economía.



No hay otros organismos de la esfera pública (Secretarías de Medio Ambiente, Salud, Consumidor) que hayan sido consultados o tengan contacto directo o indirecto con el tema, e incluso se ha constatado, que en la mayoría de los casos, los responsables de áreas ni siquiera sabían o habían sido informados de la existencia del SARG.

En resumen, desde el sector público y tampoco de hecho, desde los promotores del paquete agrícola industrial privado:

- No existían planes de contingencia para enfrentar la posibilidad de aparición de una maleza resistente. Menos aún, que esa maleza pudiera ser el Sorgo de Alepo, la más dañina y gravosa de todas.
- Los organismos públicos (CONABIA, SENASA, SINAVIMO) realizan una gestión parcial de la problemática, abordando las consecuencias, pero no las causas del problema de la resistencia en malezas.
- No se han desarrollado las capacidades y estructuras institucionales para poder realizar un análisis holístico sobre los eventos transgénicos y los efectos asociados desde el punto de vista agroecológico completo.
- Existe una pobre ocupación territorial efectiva de los organismos públicos nacionales.
- No se presupuestan recursos, acorde con la importancia de la dimensión y acción anterior.
- No existe un mecanismo de monitoreo y alerta temprano respecto del tema malezas resistentes.
- Se adolece de masa crítica de expertos que analicen integradamente el problema de plagas y malezas o bien los técnicos disponibles debieran dedicar esfuerzos e investigaciones bajo protocolos que capten las causas de los problemas involucrados.
- Es necesario captar y mantener recursos humanos en las unidades de investigación gubernamentales (INTA, Obispo Colombes, CONICET, Universidades Públicas).
- Los organismos públicos no pueden ni deben dejar en manos de las empresas privadas la iniciativa para diseñar las estrategias de control y resolución de los problemas con malezas, en tanto, se enfrenta un directo y claro conflicto de intereses.

## Demanda externa y concentración de la producción

La sobreexplotación de recursos naturales en la Región es muy notable y las externalidades que le acompañan, en el caso del modelo rural, son la respuesta a esta intensificación. El caso de Sud América y la producción sojera es un ejemplo interesante de los cambios producidos en el mercado mundial de la última década. Tanto en Argentina, como Brasil, Paraguay y Bolivia, el sólido crecimiento que viene experimentando la producción generó cambios en las participaciones de los principales productores, reubicando el crecimiento de la producción de Norte a Sur América.

Sumando a ello, las principales características de la producción primaria y su industria vinculada, tanto en la Región Centro (pampeana) de Argentina como en la Región Centro-Oeste de Brasil, y los efectos de la utilización de la Hidrovía Paraná-Paraguay como medio de transporte más intensivo, queda en evidencia que el complejo sojero constituye el punto de partida para una fuerte aceleración del proceso de finalización y respuesta a las demandas de la agroindustria internacional en pro de la facilitación y el incremento del transporte multimodal.

Las proyecciones del USDA, que muchas veces intentan marcar ciertas tendencias, indican que la soja es el grano que presentará los mayores incrementos en el volumen producido. Se espera que la oferta mundial de esta oleaginosa crezca a una tasa anual promedio del 3,16 % durante los próximos diez años, hasta alcanzar los 230 millones de toneladas en 2011.

Argentina provee el 42% de las exportaciones de harina de soja y el 46% de las exportaciones de aceite de soja, a pesar de no ser el principal productor de la materia prima.

EE. UU., que ha sido tradicionalmente el principal productor de la oleaginosa, continúa ocupando este lugar.

Sin embargo, el sostenido avance que viene experimentando el Cono Sur y el amesetamiento del área sembrada estadounidense han permitido que la producción combinada de los países sudamericanos superara a la de EE.UU., con una clara tendencia creciente, indicando que este cambio se instaló para quedarse, si Argentina



y Brasil explotan aún más sus bajos costos de producción.

Esta posición de supremacía de los dos países sudamericanos se ha logrado no sólo expandiendo el área, sino también superando los rendimientos promedio de los norteamericanos.

La soja es el principal complejo dentro de las exportaciones agroindustriales. En 2003, se observa un aumento en la participación de este complejo en detrimento de los demás (pasando del 39% en 2002 al 45,1% en 2003). Le siguen en importancia el complejo del maíz con una participación del 7,8 %, el trigo (6,9 %), las frutas (6 %), los productos pesqueros (5,6 %), las pieles y los cueros (5%), las carnes (4,5%) y el girasol (4,4%). La producción se concentra en el complejo agroindustrial de exportación sojero. Argentina se ha consolidado como el tercer exportador de oleaginosos, lo que expresa su posicionamiento en cuanto a capacidad de molienda, siendo los principales operadores: Cargill, Bunge, Dreyfus, Aceitera General Deheza, Vicentin, Molinos-Pecom, Toepfer y Glencore-Moreno.

Una de las principales diferencias que puede existir entre los distintos países productores, es la obtención de la cosecha en diferentes momentos del año, lo cual se denomina contraestacionalidad de los cultivos.

El espacio temporal que ocupa la soja en Sud América, generalmente se ubica desde los meses de octubre en adelante para la siembra (soja de primera o mucho más tardíamente la de segunda, generalmente sembrada inmediatamente luego de un trigo) hasta los meses de abril a junio, momento de la cosecha.

En la actualidad, en el cultivo convencional (casos de Brasil, Paraguay, Uruguay y Bolivia) se recurre a soja sobre soja o sobre maíz, generalmente orientados fuertemente a la agricultura continua, mientras que en el caso de Argentina, ya totalmente transgénica, se hace soja sobre soja, en un proceso conocido como “sojización”, y menos comúnmente siguiendo a un maíz, girasol o eventualmente en una rotación

Este patrón de contraestación provee ciertas ventajas a los exportadores del hemisferio sur, donde se destacan la Región Pampeana de Argentina y la Centro-Oeste de

Brasil. No obstante, EE. UU. ha sido tradicionalmente uno de las principales agentes formadores de precios internacionales en cuanto al cultivo de soja.

Los valores en EE. UU. y los precios internacionales, generalmente alcanzan sus niveles más bajos en el período de cosecha estadounidense, cuando aumenta la oferta. Luego, los precios van gradualmente incrementándose a medida que la demanda se va acumulando.

Los productores de Argentina y Brasil pueden beneficiarse de esta recuperación de los precios que coincide con el período de cosecha en estos países, lo que les otorga mayor posibilidad de convertirse en un mercado de referencia mundial.

No obstante, el mercado está más dominado por la demanda que por la oferta, al producirse un fuerte efecto oligopsonico del mercado chino, que durante las últimas campañas y especialmente en esta, está señalando una tendencia y presión hacia la baja de la soja importada, efecto que pretende ser fuertemente contrastado directamente por los *traders* que concentran sus compras desde compañías que operan en EE.UU., Brasil y Argentina.

Dada la pronunciada tendencia al monocultivo de soja, los efectos de la demanda global no sólo de grano de soja, sino de aceites y harinas, sólo empujan sobre el actual proceso de producción, tanto en la región pampeana como en el norte argentino, por ejemplo. La tendencia que muestra a Argentina liderando los mercados mundiales de aceites (51,9 % del comercio global) y harinas con el 43,1 % no parece que se reviertan en el corto plazo. Por el contrario, el aceite de soja es la materia prima para la producción de biodiesel, cuyo corte tanto en Argentina como en Europa son objetivos de política gubernamental.

Por otra parte, es interesante observar el manejo que hace el mercado chino hacia los granos oleaginosos. Presiona sobre la demanda de granos (ejemplo, soja) pero no de sus derivados (aceite, harina) lo que ha generado reclamos institucionales de los exportadores respecto de que China no abre su mercado a los productos de valor agregado argentino, ciñéndose a la importación de granos. Y ello es paradójico frente a lo que importa Argentina desde China, dado que entre los principales productos se encuentra el glifosato (Arelovich, 2007).



## Los sistemas de extensión y el SARG

En general, se ha podido identificar que la respuesta a la problemática de la emergencia de la resistencia fue tomada, tanto por la esfera privada (que lo informó tardíamente) como la pública, de forma incompleta.

Solamente en ocasiones relativamente aisladas, y desde hacía un tiempo atrás existieron algunas voces, documentos y libros, que pusieron alguna alerta, respecto del potencial o posible aparición de resistencias en malezas en las regiones donde el modelo agrícola intensivo crecía debido a dos características especiales:

- El cambio profundo en el patrón de uso de un herbicida que, como el glifosato venía siendo utilizado y conocido, pero sólo en períodos de descanso (barbecho) para pasar a un proceso de implementación prácticamente permanente y cultivo tras cultivo y campaña.
- Un aumento en la intensidad en el uso del paquete agroquímico en general y la concentración en cada vez menos cultivos, eliminando rotaciones (de herbicidas y de cultivos).

Inclusive los mismos expertos en malezas que formaron parte de la CONABIA, en ningún momento hicieron pública o extendida su opinión respecto de los riesgos de resistencia en el Sorgo de Alepo, ni tampoco se planteó con firmeza preguntas importantes sobre efectos y necesidad de más estudios para las aprobaciones definitivas de los eventos transgénicos.

Algunos expertos en malezas argumentan que lo de la resistencia era “una cuestión de tiempo” (Tuesca, 2007) y que el problema es consecuencia de los errores que se cometen en el marco de los nuevos modelos productivos. Haciendo referencia a la escasa variedad de herbicidas que se usan en soja, se destaca que éste ha sido uno de los principales motivos de la aparición del problema.

En la región pampeana es sabido que, prácticamente, el único herbicida utilizado es éste, mientras que en áreas más extensas y especialmente en el norte, se suman la atrazina, el 2,4 D y el metsulfurón.

Los extensionistas plantean su manejo realizando un seguimiento de las malezas, muchas veces vinculadas con los sistemas de labranza. Por un lado, bajan las la-

tifoliadas anuales (malezas de “hoja ancha”) pero por otro, aumentan las resistentes o tolerantes al glifosato. Asimismo, planteado el modelo en siembra directa, el consumo de glifosato alcanza en soja al 94 % de lo consumido en Argentina. Es de considerar que aún se recomienda una utilización muy importante del herbicida en los períodos de barbecho, es decir, los períodos de descanso entre cultivos. En el barbecho se consume alrededor del 52% del glifosato y el restante 48% se consume durante el cultivo de la soja RG.

Con la aparición de manchones de resistencia al herbicida, los extensionistas más conocidos en el Norte recomiendan seguir utilizando el glifosato, porque permite “exponer” al Sorgo de Alepo resistente, y luego proceder a su tratamiento con herbicidas como el MSMA.

Al contrario, de las más estructuradas recomendaciones de manejo que se presentaran en este mismo informe, en el mismo Norte cuando apareció el Sorgo de Alepo, procediendo a rotaciones de cultivos, cultivos en cobertura, abonos verdes, lo expuesto en el proceso de recomendaciones para el SARG, por ahora, muestran solamente el recomendar seguir produciendo soja o pasarse al maíz, con control con glifosato o tratamientos con MSMA o dalapón.

Los casos del maíz y la caña de azúcar, con eventos transgénicos resistentes al glifosato implican un riesgo cierto para el agroecosistema en las condiciones actuales, con presencia del SARG. No obstante ello, para la campaña (2007/2008) se pudo constatar que algunas compañías están promoviendo estos materiales.

## La coyuntura económica

La coyuntura económica sigue siendo muy favorable en el mediano plazo hacia la intensificación en la producción del cultivo de soja en todas las ecoregiones del país, a pesar de un importante aumento en dólares en los precios de los principales insumos (gasoil, agroquímicos y fertilizantes).

En la provincia de Tucumán, la superficie sembrada con soja en la campaña 2006 (EEAOC, 2006) fue de 280.980 ha, con un incremento del 9,3 % respecto de la campaña anterior. El departamento más representativo fue Burruyacú, seguido por Leales, Cruz Alta, La Cocha y Graneros.



En general, la tendencia favorable a la soja respecto de otros cultivos de granos es muy notoria, tanto referida a los menores costos de producción de la soja (de primera o de segunda) que otros como el maíz, el sorgo o el girasol. Por otro lado, los precios internacionales favorecen nuevamente a la primera por encima de los segundos. También la tecnología de labranza (convencional o directa) presenta una favorable tendencia en la reducción de los costos en labores hacia la siembra directa. Finalmente, los costos de flete por tonelada en valor transportado, nuevamente favorecen a la soja por encima del maíz o el sorgo granífero, por ejemplo.

- Menores costos directos totales de implantación y manejo.
- Menores costos en labores agrícolas, especialmente labranzas.
- Menores costos de flete por valor de tonelada transportada.

Un análisis comparativo de los costos de producción de granos, bajo distintos planteos tecnológicos favorece la elección de la soja en detrimento de los demás cultivos. (Figuras 23 y 24).

**Figura 23**  
**Labores y Estructura del Coste Directo de producción total para distintas alternativas**

Labores y Número de Pasadas	Maíz en Siembra Directa	Soja de Primera en Siembra Directa	Soja de Segunda en Siembra Directa	Sorgo Granífero Siembra Convencional	Girasol Siembra Convencional
Arado de cincel	No	No	No	1 pasada	1 pasada
Rastra de Doble Acción	No	No	No	2 pasadas	2 pasadas
Rastra de Dientes	No	No	No	1 pasada	1 pasada
Sembradora de Grano Grueso	No	No	No	1 pasada	1 pasada
Sembradora de Grano Grueso para Siembra Directa	1 pasada	1 pasada	1 pasada	—	—
Escardillo	No				
Fertilización	1 pasada	No	No	No	No
Pulverizadora terrestre	Tres pasadas	Cuatro pasadas	Tres pasadas	1 pasada	1 pasada
Pulverización Aérea	No	1 pasada	1 pasada	1 pasada	1 pasada
Semilla (en kg/ha)	20 kg/ha	80 kg/ha	90 kg/ha	8 kg/ha	5 kg/ha
Herbicidas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Insecticidas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Fertilizantes	Si	Sí	No	No	No

En resumen, la conyuntura económica en el norte favorece más la producción de granos de soja por encima de los demás granos, por los siguientes factores directos:

- Muy buenos precios del grano y subproductos en el mercado internacional.

### Costos de producción

La soja transgénica está llegando al NOA en demanda de nuevas tierras, especialmente cuando la tierra disponible para producción está prácticamente ocupada. Si bien los valores de la tierra en el NOA son totalmente diferentes



**Figura 24**  
**Costo Directo Total promedio por hectárea de implantación y uso de agroquímicos en u\$/ha**

Labores y Productos	Maíz en Siembra Directa	Soja de Primera en Siembra Directa	Soja de Segunda en Siembra Directa	Sorgo Granífero Siembra Convencional	Girasol Siembra Convencional
Subtotal Gastos Labores	27	30	29	60	60
Semillas	74	27	30	10	14
Herbicidas	32	32	18	8	24
Insecticidas	3	5	5	7	7
Fertilizantes	90	20	0	0	0
Subtotal Insumos	199	84	53	25	45
Costo Directo Total (u\$/ha)	<b>226</b>	<b>114</b>	<b>82</b>	<b>85</b>	<b>105</b>

a los que puedan encontrarse en la Región Pampeana, parte del bache es superado a costa de intensificación sobre el sistema y un mayor aumento en extensión del área.

Otra cuestión importante es el hecho que la soja transgénica en el NOA, por supuesto, tiene menor rendimiento y responde a ciclos más inestables de producción que aquellos que pudieran conocerse para la región pampeana.

Asimismo, el productor del noroeste argentino, comparado con aquellos productores de zonas más cercanas a las fábricas y los puertos de salida, parte con desventajas vinculadas principalmente con los fletes.

Según indican las propias agencias de extensión (Pérez y Devani, 2006) los productores rápidamente implementaron los sistemas de siembra directa y sojas transgénicas a sus planteos productivos. La economía de escala indica que es común en la región hallar explotaciones que fácilmente superan las 1.000 ha y en muchos casos las 5.000 ha.

A pesar del poco tiempo de implantación de la soja en la Región NOA, la incorporación de tecnologías de insumos es muy notable. A grandes rasgos, se puede afirmar que prácticamente la totalidad de los agricultores efectúa, por lo menos, una aplicación de glifosato con 2,4 D y una segunda aplicación de glifosato con coadyuvantes. También la mayoría de los productores realiza, por lo menos, una aplicación de piretrina, otra de insecticidas fosforados y una aplicación de piretrina más endosulfán. Actualmente, alrededor del 60% de la superficie se fertiliza con fósforo y ya más del 80% de los productores aplican un triazol más estrobilurina, o más benzimidazol para la prevención del ataque de la roya de la soja y el control de las enfermedades de fin de ciclo.

Prácticamente no se rota con maíz (sólo el 10 %) lo que implica un problema de suelos y manejo en ciernes. La reducción del área que actualmente tiene el maíz atenta contra el sistema productor de granos, y sus efectos se notarán en años de condiciones climáticas desfavorables (EEAOC, 2006).

El glifosato tiene actualmente un costo promedio de 2,45 US\$/litro y se realizan por lo menos dos aplicaciones a un promedio de 3 litros por hectárea cada vez o más. El 2,4 D ronda los 2,75 US\$/l, aplicándose 0,80 l/ha en dos pasadas, mientras que el coadyuvante cuesta 2,5 US\$/l en dos pasadas a razón de 0,03 l/ha.

#### **Evolución de los costos en el control con herbicidas**

Hasta el ciclo 1991/1992, el sistema de cultivo empleado en la producción de soja en el NOA respondía a la siembra convencional, que se diferencia de los sistemas posteriores por la realización de un laboreo importante (una, dos o más pasadas de rastra, o bien rastras combinadas con cinceles) y el empleo de diversas combinaciones de herbicidas para el control de malezas. En Salta, la siembra directa comenzó incipientemente en 1992/1993; en Tucumán, particularmente a partir de 1996, siendo su adopción generalizada a partir de 1998, campaña en la que también comenzaron a incorporarse las sojas transgénicas, cuya siembra fue general en el período 2000/2001, empleándose hoy en más del 95% de la superficie tucumana.

En la ecuación de costos es importante tener en cuenta que de la labranza convencional a la siembra directa, lo que está pasando, es el hecho de redestinar fondos u erogaciones, que en lugar de aplicarse al combustible para la labranza, se consume luego especialmente aplicado al control químico sustentado en herbicidas.



Al comparar los gastos de producción en estos diferentes esquemas de manejos del cultivo, se observan cambios en los porcentajes que abarcan los diferentes rubros. Así, por ejemplo, considerando como gastos de producción las erogaciones en agroinsumos (herbicidas, insecticidas, fungicidas, fertilizantes y semillas), labores (labores, siembra, aplicaciones de productos y cosecha) y comercialización se ve que en labranza convencional (1991/1992) un 23% de los gastos correspondía a agroinsumos, un 54% a labores y un 20% a la comercialización. En siembra directa (1996/1997) la distribución era 42% para los agroinsumos, 37% para las labores y 22% para comercialización. Al incorporar la soja resistente a glifosato al sistema (desde la campaña 2000/2001 en el NOA) esta distribución fue del 34% para agroinsumos y otro 34% para labores, y del 32% para comercialización (Pérez y Devani, 2006).

Los gastos en dólares/ha y su distribución porcentual para la campaña 2004/2005 en la provincia de Tucumán, para sistemas con arriendo y sin arriendo, destacan que en esquemas de manejo, donde se tienen en cuenta el control de malezas e insectos, la fertilización y la aplicación de fungicidas, para este planteo técnico el punto de indiferencia fue de 1,31 t/ha. Dentro de los costos, a los agroinsumos les corresponde un 34%, a las labores un 28% y los gastos de comercialización representan un 22%. Los gastos en agroquímicos se incrementaron en las últimas campañas, principalmente por la incorporación de insecticidas para el control de *Sternechus subsignatus* (picudo) y SARG y la aplicación de fungicidas para control de enfermedades de fin de ciclo. Si a las erogaciones se les agrega el costo del arriendo (alrededor de un 20% del rendimiento) el margen bruto del cultivo llega a disminuirse en un 55% para la mencionada campaña.

“Las malezas tolerantes o resistentes a herbicidas son el gran problema de la agricultura” (*El Litoral*, 2007). El tema no es menor, sobre todo para los bolsillos de los agricultores. Según las estimaciones de Ignacio Olea –antes de las últimas subas de precios– combatir un campo infestado con SARG podría costarle al productor unos US\$60 por hectárea.

Actualmente, un planteo de tecnología de punta en siembra directa y con el paquete de agroquímico coadyuvantes, demanda sólo unos US\$19/ha, de los cuales el glifosato representa alrededor de un 73%. Para la región

pampeana, los números serían un poco menores. Dice Rodolfo Rossi, Presidente de ACSoja: “Esto puede afectar la competitividad del productor para hacer soja. Los costos por hectárea se pueden incrementar en dos y tres veces. Hoy, controlar malezas cuesta entre 10 y 12 dólares con una aplicación sobre el cultivo, pero esto se iría a 32 dólares, si la maleza se difunde” (*La Nación*, 2006).

### Otras cuestiones agronómicas y de manejo

A pesar de lo que sería la lógica agronómica de rotar un cultivo, especialmente en áreas de alta incidencia y presión ambiental, lo común en el Norte durante estas últimas siete campañas agrícolas, ha sido una intensificación hacia la monocultura sojera. Un planteo agronómico convencional debería tener mínimamente en cuenta:

- Un plan de rotaciones agrícolas y en lo posible agrícola ganaderas.
- Un plan de rotación de los herbicidas e insecticidas utilizados.
- Un seguimiento permanente de especies indicadoras y plagas.

Dadas las características agroecológicas de la región NOA, el incorporar las rotaciones con otros cultivos, es una condición imprescindible para evitar riesgos y costos mayores. En general, se plantea la posibilidad de rotar a la oleaginosa con alguna gramínea anual o una pastura. En el caso de una gramínea, el maíz, tradicionalmente, ha sido la de mayor uso en el NOA, sin embargo, en los últimos años la superficie implantada con este cultivo decreció de manera significativa. Esto ocurrió porque el precio del maíz fue decreciente, sus rendimientos en el NOA son inferiores a los de la Pampa Húmeda y su costo por hectárea es mayor al de la soja. Por otro lado, el manejo del cultivo del maíz presenta más complicaciones que el de la soja.

En el último año, sin embargo, se ha liberado en Argentina un maíz que también guarda la característica de resistencia al glifosato. Este producto está siendo recomendado especialmente por algunos semilleros para ser comercializado en el NOA. No obstante, pretender distribuir un producto que nuevamente puede facilitar la aparición de resistencia o SARG, es una situación compleja a resolver y un nuevo problema de costos a enfrentar en forma inmediata.



Otro factor nuevo, que estará poniendo desde 2007 mayor presión para un desplazamiento hacia el maíz (seguramente transgénico) en el NOA, tendrá que ver con la demanda de biomasa de maíz para la producción de bioetanol.

Otras consideraciones tienen nuevamente que ver con el glifosato. El uso del producto no es privativo del cultivo de soja, si bien éste es el mayor consumidor del mismo en las provincias del NOA como Tucumán con 2.313.900 litros (65,2 % del total) en 2005. El otro 34,8 % se distribuye entre el limón (454.100 litros de glifosato), trigo (414.700), caña de azúcar (193.180 litros), maíz (125.200) y cultivos menores (50.000 litros) (EEAOC, 2006).

**Figura 25**

**Malezas frecuentes en campos del NOA y que muestran tolerancia o son de difícil control con glifosato**

Nombre Científico	Nombre Común	Ciclo
<i>Acalipha poiretii</i>	Acalifa	Anual
<i>Anoda cristata</i>	Malva	Anual
<i>Boerhavia diffusa</i>	Boeravia	Anual
<i>Borreria eryngioides</i>	Borreria	Anual
<i>Caperonia palustris</i>	Caperonia	Anual
<i>Clematis montevidensis</i>	Barba de Chivo	Perenne
<i>Commelina erecta</i>	Flor de Santa Lucía	Perenne
<i>Conyza bonariensis</i>	Rama Negra	Anual
<i>Croton lobatus</i>	Croton	Anual
<i>Cucurbitella asperata</i>	Sandía del Zorro	Perenne
<i>Cyclanthera hystrix</i>	Escupidora	Anual
<i>Digitaria insularis</i>	Plumenillo	Perenne
<i>Echinopepon racemosus</i>	Araña	Anual
<i>Euphorbia lorentzii</i>	Lecherón	Anual
<i>Euphorbia prostrata</i>	Leche-Leche	Anual
<i>Gomphrena martiana</i>	Moco-Moco	Anual
<i>Heliotropium procumbens</i>	Cachiyuyo	Anual
<i>Heliotropium veronicifolium</i>	Cachiyuyo	Perenne
<i>Ipomoea spp.</i>	Bejuco	Anual
<i>Manetia coridifolia</i>	Manetia	Anual
<i>Panicum sp.</i>	Camalote	Perenne
<i>Pappophorum pappiferum</i>	Camalote	Perenne
<i>Parietaria debilis</i>	Parietaria	Anual
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	Anual
<i>Portulaca umbraticola</i>	Verdolaga	Anual
<i>Richardia brasiliensis</i>	Richardia	Perenne
<i>Senna occidentalis</i>	Cafetillo	Perenne
<i>Senna pilifera</i>	Mamurí	Anual
<i>Sicyos odonelli</i>	Tupulo	Anual
<i>Sida rhombifolia</i>	Afata	Perenne
<i>Solanum atripicifolium</i>	Piraguaita	Anual
<i>Solanum chacoense</i>	Papa del Monte	Perenne
<i>Spharalcea bonariensis</i>	Malva	Perenne
<i>Talinum fruticosum</i>	Carne Gorda	Anual
<i>Talinum paniculatum</i>	Carne Gorda	Anual
<i>Trianthema portulacastrum</i>	Verdolaga Negra	Anual
<i>Trichloris pluriflora</i>	Tricloris	Perenne
<i>Verbena bonariensis</i>	Verbena	Anual
<i>Wedelia glauca</i>	Sunchillo	Perenn

Fuente: EEAOC, 2006.

El consumo de glifosato en la Región es un indicador del grado de adopción de las nuevas tecnologías.

Sin embargo, desde el inicio del empleo del glifosato en el NOA, se observó que algunas malezas mostraban una tolerancia “natural” al herbicida cuando se lo aplicaba a las dosis recomendadas por los marbetes.

Así también se le comenzó a mezclar con el viejo herbicida 2,4 D, hecho que se generalizó entre los agricultores para mejorar el control de una gran cantidad de malezas latifoliadas.

Actualmente se citan en el NOA unas 40 especies de malezas tolerantes (Figura 25). Algunas de ellas, en ausencia de manejos especiales, se tornaron dominantes en algunos lotes al verse favorecidos por la falta de competencia de las malezas sensibles al glifosato. También en algunos casos, es la misma siembra directa la que favorece la adaptación de las malezas cuando no se renueva el suelo.



Otro de los problemas planteados por el uso masivo del glifosato está relacionado con problemas de fitotoxicidad, ocasionados por la deriva del producto a grandes distancias del lugar donde fue aplicado (Olea y otros, 2007). Uno de los cultivos más afectados es el maíz. En varios casos, los daños producidos pueden obligar a la resiembra de la gramínea. Según la EEAOC:

Definitivamente, los años de bonanza en los que el glifosato controlaba todas las malezas con dosis relativamente bajas, han concluido. Su empleo reiterado ha motivado el incremento de las poblaciones de especies tolerantes y ha originado la aparición de la primera especie perenne resistente a dicho herbicida. Ahora transitamos por un período donde es necesario sostener al glifosato para mantener su vigencia, ya que no existen hasta el presente tecnologías para su reemplazo (Olea y otros, 2007).

## Los actores sociales y el manejo del SARG

### Las instituciones del Estado

Las Instituciones del Estado han demostrado presentar una acción reactiva a la problemática del SARG en Argentina.

La Institución que más ha venido haciendo en pro de poner siquiera en la información de los agricultores, el mínimo conocimiento para evitar la expansión del problema, ha sido la Estación Experimental Obispo Colombres, ubicada en Tucumán.

Ni bien detectado el problema, Colombres puso a funcionar los recursos disponibles para seguir e intentar monitorear y controlar la aparición del SARG. Sin embargo, para la gravedad del problema, por supuesto, que no es suficiente.

El Servicio Nacional de Sanidad y Seguridad Alimentaria (SENASA) está teniendo y liderando una tibia participación frente al problema, y sus acciones han pasado más por un conjunto de seminarios entre expertos y una parcial difusión del problema hacia la sociedad, que no deja en claro estrategias de mediano y largo plazo a ser implementadas.

Las unidades de extensión del INTA poco conocen hasta ahora al respecto y de entrevistas personales a ciertos

actores en unidades específicas, como Tucumán, Salta o incluso en la Región Pampeana, la respuesta parece ser una acción personal de ciertos expertos en malezas, casi únicos (Ignacio Olea, Juan C. Papa) sobre un problema que amerita una dedicación institucional y de recursos mucho más profunda.

No existe (según comunicaciones personales de los responsables del SENASA) una política ya definida de mediano plazo y su presupuesto específico, ni mucho menos un plan general de lucha contra esta maleza.

Solamente han ordenado una consultoría externa, encomendada a los doctores Gresel y Valverde, que presenta conclusiones generales sobre la problemática (Valverde y Gresel, 2006) y ciertas recomendaciones que han sido seguidas, sólo parcialmente.

En resumen, hasta ahora, las principales medidas desde el Estado han sido:

- Medidas reactivas.
- Descargo de responsabilidades hacia el productor o el técnico.
- Falta de estructura institucional para recorrer y controlar el territorio.
- Creación de una Comisión de lucha contra Malezas Resistentes.
- Llamado a la discusión de distintos Seminarios específicos.
- Disposición de un sistema “centralizado” vía internet para la instalación de denuncias voluntarias de aparición de SARG.

El Consejo Federal Agropecuario (CFA), a propuesta de la Comisión Federal Fitosanitaria, recomendaba a la máxima institución agropecuaria del país:

“Solicitar a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos que instruya al SENASA para que disponga de los medios necesarios en el objeto de implementar un plan de contingencia, con recomendaciones técnicas para el manejo del Sorgo de Alepo resistente al glifosato, consistente con el nivel de conocimiento actual sobre el problema y con miras a minimizar el daño que la extensión de la plaga pudiera provocar y solicitar a la SAGPyA arbitre los medios a su alcance para avanzar en la investigación acerca de los mecanismos de resistencia del Sorgo de Alepo, a fin de contar con el conocimiento necesario para controlar eficazmente los perjuicios que este tipo de eventos conlleva”.



## Creación de nuevos organismos de control e identificación

El proceso de aparición del SARG ha dado lugar a la creación de una Comisión de lucha contra malezas resistentes (Resolución SENASA 470/2007). No obstante, la creación de nuevos organismos de control no garantiza que se aplicará un plan integrado de lucha o si la instancia pasa por la consideración y propuestas de medidas de control, basadas en métodos mecánicos, biológicos, químicos o de manejo integrado. En el caso del SARG, las propuestas se están basando principalmente en mecanismos de control químico.

La CONAPRE, Comisión Nacional Asesora de Plagas Resistentes, es un organismo ad hoc que funciona desde noviembre de 2006 en el ámbito del SENASA, con la coordinación de la Dirección Nacional de Protección Vegetal, y está integrada por instituciones y organismos oficiales relacionados con la protección vegetal y con la investigación, organizaciones de productores, de semilleras, cámaras de productos fitosanitarios y cadenas de la producción.

Según informa Silvia Passalacqua (2007):

...sus funciones son asesorar al SENASA sobre monitoreo, detección y seguimiento de plagas resistentes en el ámbito nacional. Proponer normas y emitir opinión sobre medidas de manejo. Colaborar con los organismos oficiales. Crear y coordinar Comités técnicos para el tratamiento de temas específicos. Coordinar y hacer efectivos los esfuerzos para el manejo integrado de resistencia de plagas, generando recomendaciones y estrategias. Proponer líneas de investigación. Cuenta con subcomisiones de Estrategias de Manejo, Biología y Aspectos Básicos para el Control, Comunicación, Dispersión y Promoción de Investigación básica aplicada y gestión.

## Semejanza de “luchas” contra el Sorgo de Alepo

El caso del SARG rememora la situación y problemática derivada del Sorgo de Alepo convencional y los problemas acarreados históricamente. Se han mencionado en varios apartados los distintos mecanismos de lucha contra la maleza, sostenidos especialmente en el uso de productos herbicidas.

Dado el desconocimiento actual sobre los mecanismos de resistencia del SARG, los sistemas de lucha se basan directamente en un test de prueba y error. Entre las alternativas de control del SARG, que incluyen al glifosato, se le combina a éste con MSMA, 2,4 D o se utilizan para su control Cletodim o haloxifop o graminicidas postemergentes como el Nicosulfurón o Imazetapir o en aquellos campos en descanso, el uso de atrazina, paraquat, 2,4 D o metsulfuron metil.

Todos los herbicidas mencionados no cubren totalmente el amplio espectro que controlaba el glifosato, mientras que, por otro lado, se incrementan los costos de control a campo.

Asimismo, las mezclas de los herbicidas, en lugar de aletargar pueden acelerar la evolución de resistencia múltiple (Beckie, 2006).

La mayoría de los herbicidas utilizados no son moléculas “nuevas”. Son productos, incluso en algunos casos, más tóxicos que el glifosato y que justamente apuntando a una mejora de la calidad ambiental, venían siendo desestimados desde los años noventa. Incluso algunos, como el MSMA, prácticamente no tenían empresas en Argentina que lo estuvieran comercializando, cuando en la década de los años ochenta venía siendo promovido por más de 20 diferentes productos comerciales.

También se viene promoviendo como alternativa la llegada de nuevos eventos transgénicos, resistentes a otros herbicidas, que ayuden a resolver el problema del SARG. Compañías como Dupont y Nidera, han anunciado en septiembre de 2007 el glifosato y las sojas resistentes a sulfonilureas, conocidas como Finesse-STS (Ciuci, 2007). En su presentación en Argentina, el responsable de Nidera establecía que “creciendo hacia el futuro, se requiere que presentemos soluciones a los nuevos problemas, como la tolerancia o resistencia al glifosato”. Nidera es la que lidera el negocio de las sojas transgénicas resistentes a glifosato desde 1996, ocupando alrededor del 70% de este mercado de semillas. Sin embargo, los precios de los nuevos herbicidas pueden ser más costosos, o los del paquete en su conjunto. Además, Dupont ha desarrollado la tecnología conocida como GAT/HRA que combina resistencia al glifosato y ALS (incluyendo sulfonilureas e imidazolinonas) para soja o maíz como para otros cultivos (Green, 2007). La



tecnología ha sido comercializada aplicada por Pioneer Hi-Bred y Dupont en el llamado Optimum GAT carácter, con proyecciones de liberación de venta comercial hacia 2010-2012 (Pioneer, 2007).

En la competencia por lograr nuevas variedades exitosas resistentes a herbicidas, en Mayo de 2007, Monsanto y la Universidad de Nebraska también presentó la tecnología con base de resistencia en el Dicamba, como una estrategia para extender el uso del glifosato y la preservación de los sistemas de siembra directa o conservacionista. La tecnología puede aplicarse no sólo a soja, sino también al tabaco y el algodón, entre otros posibles.

El Dicamba es una auxina sintética, considerado un herbicida de baja toxicidad pero con residualidad.

No obstante, el Dicamba no es el glifosato. En un estudio conducido por Peterson y Hulting (2007), el Dicamba fue encontrado como de mayor riesgo relativo en cinco de nueve receptores ecológicos evaluados. En un estudio del riesgo relativo del ingrediente activo del herbicida realizado por Duke y Cerdeira (2005), el Dicamba fue clasificado en tener 220 veces mayor riesgo que el glifosato. *Kochia scoparia*, *Stachys arvensis* y *Galeopsis tetrahit* son malezas que ya han sido reportadas como resistentes al Dicamba (Heap, 2007). Las dos primeras ya se encuentran en Argentina.

El Dicamba es un herbicida sistémico para malezas de hoja ancha, recomendado a ser ligado con genes de resistencia al glifosato, lo que permitiría a los agricultores poder alternar con los dos herbicidas o mezclas de ambos. No obstante, el problema del SARG no se resuelve con esta propuesta.

Otra línea transgénica que viene creciendo, es aquella de cultivos como la soja o el maíz resistentes al 2,4 D, herbicidas “fop” y resistencia a insectos (*Dow AgroSciences*, 2007). Ya hay 16 plantas resistentes al 2,4 D, con registros desde 1952 (Heap, 2007). Si este es el caso, una pregunta clave que tiene pertinencia es: ¿por qué se insiste en la combinación de cultivos tolerantes + herbicidas antiguos? El riesgo ambiental y económico es alto y la respuesta en los agroecosistemas puede ser una más rápida aparición de “nuevas resistencias en malezas”. Una situación de este tipo, redundará en mayores gastos para los agricultores con “otros agroquímicos” y

aumentará el círculo de beneficios de las empresas. Los productos comerciales resistentes al maíz se esperan ser liberados para el 2012/2013 o para la soja en el 2014.

En el caso del maíz, Dow y Monsanto han presentado un maíz modificado con ocho genes (*stacked*, o *genes apilados*) que vinculan tolerancia con herbicidas y acción insecticida. Se le promociona como el “todo en uno”. Los nuevos cultivos transgénicos esperados –SmatStax– se espera que se comercialicen en EE.UU. hacia el final de la década, combinando características que combinan resistencia al glifosato y al glufosinato con protección contra el ataque de insectos.

Finalmente, existe un núcleo de investigaciones que apuntan a obtener maíces tolerantes al glifosato con más alta resistencia al herbicida. La corporación Athenix, por ejemplo, está previendo la presentación de un paquete a las autoridades reguladoras que soportarían hasta el equivalente a ocho veces la tasa actual de tolerancia al glifosato (Athenix Corp, 2007).

Es igualmente llamativo, que prácticamente las proyecciones, casi veinte años luego de la liberación comercial de los primeros eventos transgénicos, sigan teniendo dentro de sus planes futuros (hacia el 2015) los mismos objetivos y productos:

- Promoción de nuevos eventos resistentes a herbicidas e insecticidas.
- Promociones diseñadas para los cultivos globales: soja, maíz, algodón o colza.

### El papel de las organizaciones privadas y mixtas

El papel de la extensión y difusión de las nuevas tecnologías en el campo y el conocimiento asociado, ha relegado al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria a un segundo plano, en lo que se refiere a los sistemas de producción agrícola de tecnologías de más avanzada.

Desde la década de los años noventa, tanto en las regiones pampeana como extrapampeana, las entidades sectoriales privadas, han tenido un papel crucial en la difusión de información y nuevos paquetes tecnológicos.

Las principales difusoras de las nuevas tecnologías son:



- AAPRESID, Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa.
- AACREA, Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola.

Luego, se han integrado también otros organismos con más representación institucional que trabajo territorial o de campo, que representan los intereses de cadenas específicas como:

- ACSOJA, Asociación de la Cadena de la Soja Argentina.
- ASAGIR, Asociación de la Cadena del Girasol.
- Maizar, Asociación de la Cadena del Maíz.

Estas organizaciones tienen representación e incidencia importante en el Norte Argentino, a las que se deben sumar PROGRANO, que es la ONG que representa los intereses de XX y promueve las nuevas tecnologías y productos en el NOA argentino.

Respecto del caso del Sorgo de Alepo Resistente a Glifosato, es esta entidad PROGRANO, la que identificó y siguió de manera privada lo acaecido con las matas de SARG aparecidas. Incluso en colaboración con entidades mixtas, están realizando ensayos de campo para, por un sistema de prueba y error, encontrar alternativas de control a la resistencia del glifosato.

### La participación de los agricultores y los técnicos

La participación de los agricultores es sólo colateral, al igual que la de los técnicos que asisten y aguardan de las organizaciones mencionadas una solución al problema que aparece en los potreros.

En general, muchos de los técnicos que trabajan en el NOA, no lo hacen en forma aislada, sino que están vinculados con organizaciones como AAPRESID o AACREA.

A diferencia de lo que fueran históricamente las organizaciones de agricultores, que básicamente se sustentaban en la defensa de interés gremiales, del agricultor o de la familia rural, como propone la Federación Agraria Argentina (FAA), las instituciones u asociaciones de productores como AAPRESID o AACREA, están más interesadas en la promoción de tecnologías de punta y

un interés más que gremial, en sostener el crecimiento de la cadena agroindustrial.

Por otra parte, a pesar de los sostenido por algunas autoridades de gobierno (Passalacqua, 2007) no todos los agricultores conocen cabalmente el tema y en muchos casos lo desconocen, o incluso sólo colateralmente han recibido información al respecto. Además, los artículos difundidos por los medios no son suficientemente claros respecto del SARG; brindan información aún no completa, que no están completamente validadas ni socializadas científicamente.

En el NOA, donde la bioinvasión es más notoria, es posible que el efecto combinado en el uso del glifosato + 2,4 D, prácticamente desde el inicio de la implantación de las sojas RG, pudo haber “ocultado” por un buen tiempo la aparición del SARG.

Si una maleza, en muchos casos se detecta cuando su presencia alcanzó ya el 30 % del lote, en aquellos lugares donde se utilizaba glifosato, es factible que esta presencia se pudiera detectar con mayor anticipación que en aquellos donde se utilizan otras combinaciones con agroquímicos.

Estos tipos de nuevos manejos deben ser conocidos por los agricultores y técnicos, con el fin de evitar nuevos problemas o la aparición de nuevas resistencias. La búsqueda o utilización de otros productos alternativos, como los inhibidores de la ACCase y ALS, cuya propensión hacia la evolución de resistencia deben ser utilizados con mucho cuidado, especialmente en los casos de intentos de control para el SARG ya detectado.

### El SARG como emergente de un modelo intensivo agrícola

Ya se ha asumido que el Sorgo de Alepo es una de las diez malezas más importantes del mundo (Holm *et al.*, 1977). En Argentina afecta principalmente a cultivos estivales (Mitidieri, 1983) y su efecto trasciende al sólo efecto competitivo, ya que la presencia de la maleza influye directamente sobre la planificación de las secuencias de los cultivos, las rotaciones y los costes de control.

Se puede considerar que el Sorgo de Alepo es una de las especies vegetales que más dedicación ha recibido



desde la agronomía en términos de estudios, recursos y fondos involucrados para delimitar estrategias y metodologías en la producción agropecuaria que pudieran limitar su crecimiento y difusión.

El uso de productos químicos se ha incrementado en los años más recientes, especialmente en el NOA, acompañando a los cultivos de verano, como consecuencia de la generalización de la siembra directa, los cultivos transgénicos y el uso masivo del glifosato (Leguizamón, 2006).

Según reconocen los mismos expertos en malezas (Leguizamón, 2003) el mismo sistema productivo puede estar sosteniendo y hasta incrementando la presencia nuevamente de la maleza.

Si bien el sorgo de Alepo presenta una abundancia regional significativamente menor que en décadas anteriores, también es cierto que aún permanece ampliamente difundido en los ecosistemas agropecuarios con cultivos primavera-estivales, y lo que no es menos importante, con una frecuencia que tiene el carácter de estable para los últimos diez años.

A pesar de la enorme presión química del control del Sorgo de Alepo, la maleza sigue estando presente.

La llegada y presencia del SARG y las formas de manejo propuestas con una batería de agroquímicos solamente, pueden quizás colaborar en un control inicial pero no dan sin embargo cuenta, de la verdadera situación y el tamaño y cuantificación de la infestación a escala nacional: “No esperen como van a erradicarlo al SARG. Más bien, vean cuales son las herramientas que van a utilizar para convivir con él. La solución que tuvimos con el ataque, cuando llegaron las sojas transgénicas y el glifosato no se van a repetir. Que pase a la historia el Sorgo de Alepo, va a ser muy difícil” (Teran, 2007, entrevista personal).

### El efecto económico de la bioinvasión

Para los agricultores, hasta la fecha, el principal peso respecto al problema del SARG es la imposibilidad de seguir utilizando un herbicida barato como el glifosato, y verse en la obligación de recurrir a la utilización

de otros herbicidas siempre más caros. Si el problema sigue creciendo, los agricultores pueden ver incrementados sus costos de control nuevamente a los históricos 40%/50% del total de gastos.

“El herbicida glifosato constituye hoy la principal herramienta para el manejo de malezas en los sistemas de producción con siembra directa y también para otros cultivos anuales y perennes... Sin el empleo de este agroquímico, no sería posible producir con igual costo e idéntica eficiencia en el control de malezas” (EEAOC, 2007).

En áreas “marginales” como el NOA, donde por un lado los rindes son menores, los costos mayores y la escala necesaria aún mayor, es muy posible que sean varios los agricultores que puedan verse en problemas de producción, si la maleza sigue su curso de infestación.

Las tareas de control del SARG, de éste expandirse, ameritaran un costo mayor aún al deberse proceder inmediatamente a:

- La destrucción de la población de yemas existentes en rizomas del SARG.
- La destrucción completa de las matas y rodales.
- El impedir la formación de nuevos rizomas.
- Impedir por todos los medios el semillado de una nueva planta.
- Aumentar los costos de control de plantas en banquinas, cercos, alambrados y demás lugares donde no se ejerce control químico habitualmente.
- Trabajar y laborar el suelo de manera intensiva para agotar a la planta de SARG.

La situación será más compleja en la ecuación de costos:

- La de aquellos productores que por no alcanzar escala económica recurren al arrendamiento de nuevas tierras y se de el caso de algunos de ellos con SARG.
- Los medianos agricultores y pequeños que pueden hallar SARG en sus potreros.

En caso que el glifosato dejara de ser un herbicida útil en los actuales sistemas de producción agrícola, los costos directos en el consumo de agroquímicos a nivel nacional se multiplicarían por cuatro, alcanzando casi



los 2.000 millones de dólares. Por ese motivo es que, bajo las actuales condiciones, el glifosato se convirtió en un insumo estratégico para Argentina, tanto o más importante que el gasoil que mueve todo el parque de maquinarias agrícolas.

### Cuestiones ecológicas vinculadas al SARG y el medio rural

A pesar de todo lo producido sobre la ecología del Sorgo de Alepo en estos últimos setenta años, sobre el SARG no se conoce prácticamente nada.

Faltan estudios inmediatos sobre la biología del biotipo, su caracterización genotípica, fenotípica, sus relaciones con el medio, interacciones con predadores, plagas y enfermedades potenciales (Figura 26).

Incluso sobre la misma ecología del Sorgo de Alepo, los trabajos publicados y los resultados de los expertos, revisados o de naturaleza holística con el sistema, han sido hasta ahora pobres o parciales, hallándose buenos documentos de base agronómica pero parados en una lógica que debe superarse, si se desea comprender el funcionamiento integrado y complejo de la maleza en su nuevo ambiente del cultivo en Argentina.

### Cuestiones sociales y efectos sobre los pequeños y medianos productores

Si los impactos sociales sobre los pequeños y medianos productores, producidos por el Sorgo de Alepo se repetirían en esta época con la expansión del SARG, los costos sociales pueden ser sumamente graves. Decía Enrique Schultz, sobre esta plaga invasiva:

Existen en la provincia, extensiones grandes que están completamente cubiertas con “pasto ruso” o “sorgo de alepo” y, en su mayoría se encuentran abandonados estos terrenos por sus dueños o por los colonos, que se han convencido de la aparente imposibilidad de luchar contra esta temible plaga agrícola. En ocasión de un reciente viaje de inspección por el Departamento de Trancas, hemos visto centenares de hectáreas en estado de mayor o menor abandono, y en las cuales quedan solamente las casitas o ranchos abandonados, cuyos dueños han cedido ante este peligroso enemigo de la agricultura. Estas casitas semiruinadas acentúan más todavía la impresión de soledad y de miseria que caracteriza a los terrenos incultos debido a la invasión por el “pasto ruso” (Schultz, 1931).

### Los impactos de la extensión en las áreas marginales

Los impactos de la extensión del SARG sobre áreas rurales marginales pueden ser de dos tipos: *directos* e *indirectos*.

Los impactos *directos* pueden ser:

- Sobreexplotación de los recursos naturales.
- Aumento en el uso de nuevos agroquímicos, especialmente herbicidas y nuevos transgénicos.
- Pérdidas de suelo y de nutrientes.
- Aumento de la resistencia en plagas y malezas.
- Aumento en el uso de agroquímicos en general.
- Aumento de la energía aplicada al sistema para control de plagas y enfermedades.

Los impactos *indirectos* tienen relación con:

- Una desvalorización de los campos.
- Aumento de los costos de producción y de las alternativas posibles.

**Figura 26**

#### Sorgo de Alepo Resistente a Glifosato. SARG



Las Lajitas, Salta, Fotografía: Prograno, 2007.



- Desaliento y emigración.

Los cambios en el manejo de nuevos agroecosistemas pueden afectar la dinámica del reclutamiento e instalación de plántulas. Una estrategia que aparece muy dependiente de la población inicial de rizomas. Estas hipótesis respecto de la persistencia de plantas de Sorgo, se amplían a una escala significativamente mayor si se agrega el hecho de la aparición de biotipos resistentes a glifosato, que confirma el complicado panorama de resistencia que tienen diversos biotipos con resistencia, no sólo simple sino también cruzada a ciertos gramíneas.

### Desvalorización de campos y aumento de la escala productiva

Cualquier campo que detente el hecho de tener Sorgo de Alepo Resistente, es ya hoy día un área cuyo valor de mercado se reduce de manera importante.

Como sucediera antaño, el caso del SARG vuelve a poner en vigencia la cuestión de la problemática de control de una maleza que, desde que se introdujo en el país, acompañó a la producción agrícola argentina y recibió de ésta una de las mayores dedicaciones en investigación, hombres y recursos durante décadas, con resultados parciales.

La llegada de las sojas RG vinieron a ayudar a poner un poco de solución a este panorama, pero este escenario duró muy poco tiempo.

La única manera de monitorear adecuadamente lo que sucede en el territorio pasa por que las autoridades oficiales “ocupen y controlen” lo que sucede, hasta prácticamente poder llegar a la escala predial. No es posible transferir esta responsabilidad a agricultores y técnicos, cuando por otro lado, ellos consideran que puede estar en riesgo su sistema productivo o el valor de sus predios.

### Las alternativas de manejo en el caso del Sorgo de Alepo y del SARG

Las respuestas implementadas en Argentina para enfrentar el problema del Sorgo de Alepo Resistente al

Glifosato han sido más respuestas de tipo reactivo que preventivo.

A poco que se revise toda la información disponible, es posible afirmar que desde el punto de vista de la prevención:

- En Argentina no se ha desarrollado ninguna acción preventiva para detectar la posibilidad de aparición de malezas tolerantes o resistentes a herbicidas.
- No se promovió una red de alerta y detección temprana con capacidad territorial.
- No se implementó un red comunicacional para facilitar el flujo de información.
- No se implementaron ni favorecieron estudios integrados a campo.
- No se siguieron ni diseñaron estudios de simulación ni de terreno que produjeran inferencias respecto de los cambios de patrón en el uso de los herbicidas, las nuevas tecnologías o los efectos de los cultivos transgénicos.
- No se crearon ni fomentaron entre los productores ni técnicos redes de alerta temprano para identificar la problemática.
- No se presupuestó ni destinó fondo alguno para el trabajo de prevención.
- No se invirtió en mecanismos de promoción de las rotaciones tanto de cultivos como hasta de herbicidas o distintos agentes de control.
- Ni las organizaciones públicas ni privadas conformaron redes de comunicación mutua para crear planes de contingencia frente al problema.

Las medidas de control una vez aparecido el SARG:

- Utilización del glifosato para “exponer” la resistencia.
- Combinación con herbicidas como el MSMA o el 2,4 D para el control.
- Trabajo mecánico y control químico.
- Rotaciones (no recomendadas hasta ahora).
- Viejos agroquímicos con nuevos transgénicos (mediano plazo).



## Las propuestas de las entidades privadas y las empresas

Charles Darwin decía: “la historia se repite, eso es lo malo de la historia”. Nada más cercano de la realidad, referido al caso de la aparición de los nuevos biotipos resistentes de Alepo. Setenta años antes, en las recomendaciones que William Cross y sustentando en sus dichos, hacía luego el gobierno argentino (1934), los procedimientos para la lucha contra el Sorgo de Alepo guardaban mucha similitud con los que hoy día se vuelven a proponer. Pasaban desde la conversión del terrero en una pradera para el pastoreo intensivo o para corte y el mantenimiento del pasto siempre muy talado o cortado hasta labranzas intensivas superficiales del terreno solamente, con el fin fundamental que rigió estos setenta años posteriores de lucha que consistieron en la búsqueda del agotamiento y muerte de los rizomas por medio de frecuentes labranzas superficiales.

Repetidamente para el caso de “manchones”, se vislumbraban para la época los primeros controles “químicos”, utilizando clorato de sodio. Con este producto recomendaban tratar aquellos manchones relativamente pequeños, como también en la proximidad de los alambrados y los bordes de las acequias. Inclusive se sugerían dos aplicaciones y hasta una tercera aplicación. No se lo recomendaba para grandes extensiones por una cuestión de costos (\$250 por hectárea). Dos problemas principales tenía el clorato de sodio: que los suelos quedaban estériles durante meses y que por su capacidad explosiva, producía frecuentes problemas a los obreros y hasta las estructuras.

Al contrario de lo que se proponía en otras épocas (Cross, 1924, Schultz, 1929) el control del Sorgo de Alepo, mediante manejo y transformación hacia pasturas, no es alentado en esta época.

Pero la apuesta más fuerte del sector privado, es hacia “el mantenimiento del glifosato” dentro del planteo de manejo agronómico y hacia la concreción en las próximas campañas de nuevos transgénicos asociados a otros paquetes herbicidas.

Bajo una situación en el territorio, amplia y desconocida o sólo parcialmente conocida, se mantiene la cuestión del optimismo tecnológico, promovido por quienes lide-

ran el camino de estas nuevas tecnologías. Dice en una comunicación, PROGRANO (2007): “Todo indica que se han obtenido importantes avances para el manejo del Sorgo de Alepo Resistente al Glifosato, pero el trabajo no ha terminado y se deben profundizar los estudios, en las técnicas que resultaron promisorias” (*Clarín Rural*, 2007).

## Los planes de los organismos técnicos mixtos

El organismo que en el NOA está siguiendo de cerca el problema del SARG es la Estación Experimental Agropecuaria Obispo Colombres, especialmente el grupo técnico en malezas, en la provincia de Tucumán. Su alcance territorial debe incluso ser potenciado. No obstante, las acciones sobre la problemática se denotan algo tardías. En enero de 2006, personal de la EEAOC verificó a campo la existencia del SARG. A partir de abril de 2006, desde una reunión inicial en Monte Redondo, se inició formalmente una campaña sobre el tema.

A esto se sumaron las organizaciones que agrupan a los productores de granos, las empresas productoras y vendedores de agroquímicos, así como diferentes organismos de investigación y extensión agrícola y del gobierno de la provincia.

## La posición y acciones de los organismos del Estado

En las instituciones del Estado ya se ha hablado in extenso respecto de las acciones desarrolladas hasta ahora. El organismo responsable a nivel nacional es el SENASA, que concentra la información de todo el país sobre el SARG, especialmente en el monitoreo de las áreas invadidas, buscando coordinar las investigaciones nacionales y la generación de soluciones.

El SINAVIMO (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas Agrícolas) opera en el ámbito del SENASA, siendo su objetivo el de proveer información actualizada sobre la situación fitosanitaria de los principales cultivos en el país, coordinando el monitoreo nacional del SARG (EEAOC, 2007).

Otros organismos que han tenido alguna participación e investigación relacionadas con la problemática del SARG han sido:



- Universidad Nacional de Tucumán
- Universidad Nacional de Rosario
- Universidad de Buenos Aires
- INTA
- CONICET

En cada uno de estos espacios, la dedicación a la problemática ha sido parcial, y lo que se ha detectado es que no existe una interacción y trabajo conjunto entre las mismas unidades académicas. No hay una red integrada que ya esté trabajando sobre el terreno (por lo menos a enero de 2008).

### Mecanismos de manejo del SARG y propuestas alternativas

Ya he presentado los mecanismos de manejo convencionales propuestos por los distintos actores técnicos de los organismos públicos y privados de Argentina.

Todas las propuestas revisadas hasta ahora, involucran solamente medidas reactivas en un marco que sólo pretende mantener la capacidad de producción sojera. Pareciera ser que a cualquier precio, Argentina debería seguir produciendo en estos términos, así siga acumulando externalidades en su sistema rural que más tarde o más temprano pudiera hacerlo colapsar total o parcialmente o cambiar radicalmente el destino y forma de su producción.

En este sentido el caso del SARG es simplemente un emergente, que muestra un cuello de botella que debería ser superado con la llegada de otro producto químico o transgénico, que simplemente permitiese seguir produciendo de la misma manera.

En lugar de revisarse en mayor profundidad las causas o los efectos causantes de la emergencia del SARG, se trabaja directamente sobre las consecuencias del mismo, en una espiral tecnológica que parece no tener fin pero si efectos acumulativos.

Otra forma de hallar solución al problema de la bioinvasión del SARG podría pasar por:

- Estudiar y comprender todo el agroecosistema.
- Analizar el problema no como una cuestión solamente de resistencia en malezas sino como un

problema de bioseguridad vinculado con los efectos de nuevas prácticas agrícolas TRANSGENICO + HERBICIDA y TODAS sus relaciones con el sistema.

- Revisar la integración y sostenibilidad del mismo en términos de ingresos y egresos de energía y materiales.
- Mapear en forma completa el territorio, no sólo indicando puntos de aparición del SARG sino prácticas e historias de los lotes involucrados.
- Utilizar tecnología SIG y GPS.
- Identificar los genotipos del o los biotipos involucrados.
- Estudiar la integración y las prácticas de manejo y rotaciones.
- Planificar el ordenamiento del territorio en términos de su sostenibilidad y capacidad de soporte de los bienes y servicios ambientales y recursos involucrados.
- Planificar el desarrollo agropecuario local y regional sostenible.
- Ayudar a comprender si en algunos nuevos territorios ricos en bosques, el manejo adecuado sería el agroforestal o agrosilvopastoril, y no posiblemente el avance agrícola directo sobre tierras que tienen vocación forestal y de ninguna manera agrícola.



## CAPÍTULO VI

### Descripción de los escenarios globales de políticas

El económicamente exitoso modelo de agricultura industrial que hoy se expande en Argentina y América está marcando, como he estado presentando, profundos cambios sociales, económicos, ambientales y de logística, con serias restricciones a la sostenibilidad de todo el sistema rural, urbano y ambiental. La transformación de actividades, la llegada de nuevas tecnologías, el desplazamiento de cientos de miles de pequeños y medianos agricultores y su nueva reasignación productiva, no sólo impactan ya sobre la sostenibilidad social del propio sector rural, sino que involucran a los ejidos urbanos de los pueblos y ciudades que discurren en la planicie chaco-pampeana.

Los problemas crecientes de contaminación, derivados de la intensificación de esta agricultura, aumentan hoy con la llegada o sostenimiento de estos espacios urbanos en un complejo sistema rural insumo intensivo. Por otro lado, la falta de integración de estos pueblos deja muy por de lado, la verdadera colonización del espacio, que la Argentina del siglo XXI está necesitando.

Pero hoy en día a todo este panorama, que ya se enfrenta desde principios de los años noventa y que, a pesar de sus impactos, es impuesto como el camino dogmático a seguir, se suma una nueva y aun más poderosa discusión, que tiene en su centro el nuevo destino que se está planteando para una buena parte de la producción de alimentos.

La instalación en el escenario alimentario y energético mundial y regional, con precisión quirúrgica y fuerte poder económico, y un enorme lobby mediático de los biocombustibles o agroenergéticos, produce un quiebre en el destino de millones de toneladas de alimentos que se utilizarán para mantener la insostenible voracidad energética de los países hiperdesarrollados, potenciando una inequidad ya existente en buena parte de la humanidad.

No haré aquí un conspicuo análisis de datos (disponibles por doquier) respecto de la potencialidad o no de la producción de biomasa con otros destinos distintos a aquellos vinculados con la producción de alimentos. De-

cidir si inyectar la comida en los tanques de combustible de 800 millones de automóviles o hacerla más accesible para los famélicos estómagos de prácticamente 2.000 millones de seres humanos no es una cuestión menor. No es una cuestión económica. Tampoco lo es tecnológica. Es sencillamente una cuestión ética, que tanto la sociedad global, como especialmente los gobiernos no están analizando con la tranquilidad y ecuanimidad que el caso requiere.

La aparente mejora en la disminución de los efectos de los gases de efecto invernadero, al reducirse la inyección de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, no analiza con el mismo énfasis los efectos de transformación de la industria petrolera en nuevos agroquímicos, fertilizantes y expansión del modelo que, justamente, no tendrán efectos neutros sobre la sociedad y el ambiente.

Tampoco revisa que en casos específicos como el argentino, o en una buena parte de los territorios de Brasil y Paraguay, existe una sostenida demanda por nuevas tierras, que avanza directamente sobre la masa boscosa, aportando con la intensa deforestación, extracción y quemado del material vegetal una ingente masa de gases de efecto invernadero. Solamente en la zona chaqueña se están estimando incorporar en el mediano plazo alrededor de 3.000.000 de hectáreas nuevas (con maíz, soja, girasol, colza, ricino, jatropha).

La tierra agrícola es cada año más escasa. A la disponible se la sobreexplota bajo modelos de producción insostenible. La nueva tierra agregada es cada día de menor calidad, rápidamente agotable y con procesos erosivos crecientes.

Además, estos modelos agrícolas producen impactos sobre la biodiversidad. La apropiación humana de la producción primaria neta de biomasa (HANPP por sus siglas en inglés) es la cantidad de energía que los humanos se apropian de la que las plantas ponen a disposición del resto de las especies vivientes. La humanidad, según los cálculos de Vitousek (Vitousek y otros, 1986) se apoderaba del 40 % de esta producción primaria neta de los ecosistemas terrestres. Conforme más elevada sea esta apropiación, menor será la biomasa para las especies silvestres. El crecimiento de la demanda en biocombustibles y alimentos hace crecer aun más esta presión sobre los recursos naturales.



Otra cuestión tiene que ver con el precio de los alimentos. Si los precios de las materias primas siguen subiendo (maíz, soja y muchos otros) se producirá, y ya está sucediendo, una fuerte competencia por éstos (entre las propias agroindustrias de alimentos y la agroenergética) lo que redundará en la inaccesibilidad a los alimentos de una buena parte de la población.

Por otra parte, los modelos de producción agrícola intensiva acorralaron a aquellos de base agrícola familiar, que eran los que producían materias diversas y de rápido consumo local. Hemos de recordar, que prácticamente el 50% o más de los alimentos en América Latina, proviene de este tipo de producciones familiares.

Por supuesto que las energías alternativas (solar, eólica, hídrica) pueden ser un camino alternativo a la crisis energética, que no es más que una crisis de un modelo hipercentrado en el sobreconsumo de bienes. Pero esto haría imaginar una alternativa al fuerte modelo energético, controlado ahora por las corporaciones petroleras y alimenticias. El camino del bioetanol y el biodiesel, por su parte, mantiene todo el actual sistema de poder y además sirve como factor de contrapeso del precio del petróleo crudo.

La consecuencia para la población es una pérdida de la soberanía alimentaria y un aumento de los costos de los alimentos, tanto para los ricos pero especialmente para la población más desfavorecida.

En América Latina, dos tercios de la población, unos 400 millones de seres humanos, no acceden normalmente a los alimentos. Un presidente de la región prometía hace muy poco, tres platos de comida diarios para toda su población, sin siquiera saber que bajo ese precepto, no alcanzarían los alimentos disponibles en ese momento en su territorio, al haber puesto a su país apuntando sólo a la exportación de algunas materias primas. La tierra es escasa y el destino que se le asigne tendrá mucho que ver con el propio destino de nuestras propias naciones. Si en Brasil, el modelo puede expandirse aún más, con costos ambientales, por supuesto, en otros países de la región ya no sucede lo mismo.

La disyuntiva entre biocombustibles o alimentos es un hecho en Argentina. La tierra es limitada y los incrementos en la productividad de los cultivos, aún no absorben

ni hacen neutro este proceso. Existe una seria incompatibilidad entre uno y otro destino, y esto debe revisarse bajo un esquema integral y no sólo parcialmente. Asimismo, la oferta y la demanda están conduciendo los precios crecientes, no sólo de la energía sino también de los combustibles (Izzo, 2008).

En el caso local, la presión concreta sobre las tierras del NOA y el NEA así lo demuestra claramente. La respuesta ambiental inmediata, en términos de aparición de malezas tolerantes o resistentes, pérdidas de nutrientes, suelos y biodiversidad, son ya no costos ecológicos invisibles, sino que representan un incremento del costo económico que puede afectar directamente el desarrollo y la economía regional, y de no contenerse adecuadamente, hasta la nacional.

Las ecuaciones energéticas de la agricultura industrial muestran su creciente demanda energética. Producir energía para consumir más energía, no parece ser un camino ni lógico ni sostenible. Los coeficientes insumo producto de la agricultura industrial son siempre más bajos que aquellos de la agricultura sostenible

Resumiendo, si a la actual demanda de ciertos granos, como la soja o el maíz para la industria alimenticia global, se suma una demanda aún mayor para su conversión en agroenergéticos, el resultado probable será:

- Un aumento sostenido en el precio de los alimentos.
- Una mayor competencia por las materias primas.
- Una mayor presión por nuevas tierras para la producción de exportación.
- Problemas serios de deforestación y pérdidas de biodiversidad.
- Un aumento en el consumo de energía y una intensificación en el uso de nuevos insumos externos.
- Una posible respuesta ambiental negativa: Mayores plagas, enfermedades, malezas.
- Graves consecuencias alimentarias en las economías más pobres del globo.

La demanda por agrocombustibles está liderada hoy por la Unión Europea y EE.UU. Aquí, las cadenas de plusvalía pueden nuevamente estar, intencionadamente o no, transfiriendo serios costos ambientales desde al



Norte hacia el Sur, incluso tomando en consideración los buenos precios (para ciertos países como Argentina) de las materias primas producidas.

Sólo en los granos para el ciclo 2006/2007 se alcanzó la más alta demanda histórica mundial de 2.380 millones de toneladas. Por otro lado, si transformáramos la demanda de petróleo en toneladas equivalentes, estamos alcanzando ya los 4.376 millones de toneladas al año. La demanda energética prima por encima de la de los alimentos, superándola prácticamente en más de un 80% y que según las proyecciones muestran que el consumo petrolero, en lugar de disminuir, aumentará hasta el 2015 en un 4% anual, por encima incluso de la actual demanda de alimentos del 2% anual, siempre que los guarismos respetasen su destino comprendido, alimentos o energía respectivamente (Muñoz, 2007).

Es esperable que, dado este nuevo tipo de demandas, los nuevos mercados emergentes como China e India, que aún siguen demandando materias primas para la alimentación de sus animales (especialmente cerdos y peces) y su conversión en la demandada proteína animal, jueguen un papel crucial en el nuevo escenario global de un mercado transversal de alimentos y energía.

El escenario futuro en la agricultura mundial se muestra en resumen separado de tres maneras:

- El ya recurrentemente mencionado de la agricultura industrial, intensiva en el uso de insumos y factores, de la que dependen alrededor de unos 2.200 millones de personas, especialmente los países OCDE y aquellos enclaves en los países pobres que les proveen.
- Una agricultura aún un poco menos intensiva, conocida como de Revolución Verde, con un uso intensivo de insumos pero menores capacidades de gestión. Esta agricultura, igualmente, está destinada a ser utilizada en buenos espacios donde hay disponibilidad de tierras y aguas. De esta agricultura dependen unos 1.900 millones de personas.
- Una agricultura alternativa, de bajos insumos pero de autoconsumo y autoproducción que provee de alimentos a alrededor de 2.200 millones de personas en el mundo.

De las tres agriculturas, la que tiene el mayor potencial para el aumento en su productividad, que puede dupli-

carse o triplicarse con el manejo, es la tercera. En cuanto a las dos primeras, éstas se encuentran en un estado de estancamiento, donde los costos de control crecientes para plagas y enfermedades reciben los mayores destinos en recursos, lo que facilita por otro lado, una salida rápida de la renta rural hacia la agroindustria y las mega-compañías de agroquímicos y nuevas semillas.

### Efectos macroeconómicos y regionales en la expansión del SARG

Hace poco menos que cinco años, una importante campaña mediática de la compañía Syngenta presentaba un mapa de la América del Sur, donde se diluían las fronteras nacionales de los países y se unían en un nuevo territorio, que ellos dieron en llamar “La República Unida de la Soja”. Más allá del efecto específico de mercadeo, lo que dejaba traslucir la misiva era una nueva integración productiva, especialmente de oleaginosas que para los territorios más extensos de Argentina, Brasil, Paraguay, Bolivia y Uruguay unificaba la región debajo de un nuevo paradigma de producción.

En ese sentido, el modelo de “pampeanización”, que tiene escenarios de transformación a escala local y regional, indica una fuerte exportación intraregional de un modelo tecnológico, financiero y de recursos humanos que operan por igual, estén en Paraguay, el sur de Brasil o en Argentina.

Esta operatoria de la producción integra:

- Aprovechamiento de las estructuras de logística intra y supranacionales.
- Potenciación de la utilización de las filiales locales de los grupos corporativos.
- Movilidad de recursos humanos entre países.
- Movilidad de equipos y materiales.
- Flexibilización del flujo de recursos transfronterizos.

Así como se potencia el flujo de recursos humanos y materiales transfronterizos, habrá que tener en cuenta la posibilidad de llegada potencial de semillas de SARG hacia estas áreas nuevas, generalmente ubicadas en espacios subtropicales, lo que puede favorecer, por los biociclos de la maleza, su expansión.



## Sistemas de alerta y socialización entre técnicos y productores

El espacio territorial del SARG es muy amplio. Se está hablando del 40% de la región templada y subtropical productiva en términos de cultivos de exportación más importante de América, y una de las áreas de abastecimiento más relevante a escala planetario.

El norte argentino, NOA, se ha convertido en un foco primario, donde la bioinvasión del SARG es una situación compleja y preocupante.

Desde su identificación formal hasta la actualidad se produjeron algunos sistemas de alerta, que de alguna manera, se muestran además de reactivos, parciales.

Entre ellos están los sistemas de alerta implementados por el SENASA en su propio portal web. Por supuesto, esta información está disponible sólo parcialmente y para algunos actores del sector rural con posibilidades y capacidades para acceder a estas instancias tecnológicas.

Lo mismo sucede con las redes de internet y con la información disponible en otros portales privados como los de Prograno, AAPRESID o AACREA.

Se han realizado esfuerzos de producción de gacetillas y pequeños pósters, como los producidos por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, limitados igualmente y con pocos recursos económicos para alcanzar a todos los productores necesarios.

También algunos medios de prensa como los diarios nacionales en sus suplementos rurales como *La Nación* o *Clarín*, o regionales pero de importante llegada como *La Capital*, *El Tribuno* o *La Gaceta*, han publicado comentarios y artículos vinculados con el SARG; no obstante, los análisis nuevamente han sido parciales.

Muy por el contrario a lo hecho por el doctor William Cross frente a la experiencia acumulada inicial respecto del Sorgo de Alepo en los años treinta, la situación actual muestra al sistema de extensión como aletargado y poco reactivo. Se ha perdido en estos años iniciales una buena cantidad de tiempo, para preparar sistemas de alerta y control adecuado, de una situación tendencial que aún no se conoce a ciencia cierta.

En muchos casos, a partir de las entrevistas personales con productores y técnicos de Argentina, se puede decir que la cuestión del SARG es aún desconocida. No se encuentra información disponible tan fácilmente y el tema es sólo conocido en algunas instancias.

Incluso en gacetillas y publicaciones pareciera ser que la principal recomendación pasa por el hecho del control y limpieza de la maquinaria, especialmente de las cosechadoras. Igualmente, aún no se sabe de manera totalmente confirmada técnicamente, en qué medida las cosechadoras participan en el proceso y si esta incidencia es un factor principal o secundario. Muy poco se dice de otros posibles mecanismos de difusión. Menos aún se habla de la situación del intercambio de semillas de cultivos como la bolsa blanca, de producción propia, menos controlada que la propia de los semilleros.

La bolsa blanca, especialmente en los campos de propia cosecha para semilla, deberá controlar con mucha más intensidad la posibilidad de corte de semilla de Alepo junto con el grano de soja a resembrar.

En reuniones sectoriales específicas como Mundo Agro 2007 (Buenos Aires) se han comenzado a realizar presentaciones específicas vinculadas con la aparición de malezas resistentes como el SARG en Argentina.

## El flujo transfronterizo y los sistemas de bioseguridad

Como se ha mencionado, existe un muy importante flujo transfronterizo de recursos humanos y bienes productivos, especialmente de Argentina hacia Bolivia y Paraguay en la frontera norte, generalmente de empresas que operan en el mercado de granos. La transformación de estas áreas ha dado un nuevo paisaje a toda la región y nuevas actividades.

No obstante, se desconoce si hasta la fecha, los países limítrofes se han documentado o implementado alguna acción referida a la existencia del SARG dentro de sus propios territorios. Tampoco en este sentido han sido informados de la existencia del evento bajo una situación que recomendaría ser estudiada.

Entidades como CONABIA, a preguntas directas referidas al tema, han respondido que una vez liberado un



evento transgénico como la soja transgénica (directamente vinculada con la aparición del SARG) no es de su incumbencia el seguimiento posterior de los eventos liberados comercialmente (Burachik, comunicación personal, 2007).

El tema del SARG está pretendiendo ser relacionado más con una cuestión meramente de un problema de resistencias en malezas, que con un tema de bioseguridad. En el sentido amplio, los efectos indirectos producidos por el sobreuso de organismos genéticamente modificados y sus agroquímicos asociados como en este caso, la cuestión de la resistencia al glifosato, es claramente una cuestión de bioseguridad que involucra a las formas de manejo integral de todo el agroecosistema.

Muy por el contrario a lo que se pudiera pensar, en el centro del triángulo productivo “no están” los OGM, sino que en esa cima se encuentra el herbicida. Es este, el glifosato, el nodo central del paquete productivo y cuando la resistencia es masiva se buscan implementar otros (más antiguos que nuevos) herbicidas, siempre asociados con nuevos transgénicos tolerantes a ellos. Dice Federico Trucco (*Mundo Agro*, 2007): “No creo que estén ganando los nuevos herbicidas, no ha habido muchos nuevos últimamente, y sí han aparecido muchos casos de resistencia. Debe haber muchas moléculas guardadas en los armarios de las compañías que no se liberaron al mercado antes por no poder competir con el glifosato” (*Mundo Agro*, 2007). Quizás ahora puedan contar con una oportunidad.

Resumiendo, el paquete OGM y herbicidas debería ser revisado bajo un enfoque holístico. En Argentina no parece presentarse esta tendencia y los organismos separan sus funciones, trabajando prácticamente como compartimientos estancos: CONABIA a cargo de los OGMs y SENASA trabajando sobre las plagas, malezas u herbicidas. Pareciera ser que no se identifican o pretenden no encontrarse vínculos de causas y efectos en el proceso. No revisar el tema territorial en esta dimensión puede presentarse como un error estratégico, que aún puede revertirse, pero no es posible dilatarlo por mucho tiempo. Más aún, cuando el problema puede generar inconvenientes regionales por no presentarse cuidadosamente a nivel regional el tema, como una cuestión de bioseguridad que alerte a los países vecinos.

## Mecanismos de contralor en la Región

La entidad responsable del contralor a nivel oficial nacional es el SENASA. Sin embargo, no cuenta con recursos físicos, humanos, ni infraestructura para cubrir acabadamente el territorio. SINAVIMO, como entidad de monitoreo, logra centralizar la información que recibe de entes privados y productores. La campaña 2007/2008 no muestra que exista una estructura logística ya preparada al respecto. No fueron los entes o unidades de investigación oficiales los que formaron parte de los primeros alertas referidos a la aparición de las plagas más graves en soja en los últimos años.

En el caso de la aparición de la roya asiática de la soja en Argentina, fue Rodolfo Rossi de Nidera quién hizo pública la problemática y, respecto del SARG, fue Julio Delucchi, de Monsanto, quién presentó el caso de la provincia de Salta y lo hizo público mundialmente al difundirlo por Weed Science ([www.weedscience.org](http://www.weedscience.org))

## Costos de control. Beneficiados y perjudicados

A nivel oficial, no se ha podido conciliar la información vinculada con las erogaciones del Estado para la lucha contra las malezas resistentes.

El Estado, vía el SENASA ha destinado fondos para un estudio de consultoría a dos expertos internacionales en malezas (Jonathan Gressel y Bernal Valverde) que ya fue entregado en 2006.

En el mismo año, el SENASA convocó a un Taller de expertos en la ciudad de Buenos Aires y en 2007 hizo lo propio en el norte del país, en Tartagal, promoviendo una reunión similar. Los resultados completos de estos talleres se encuentran parcialmente publicados en sus portales de internet.

Faltaría conocer si en el futuro, el Estado destinará más fondos para estudios sistemáticos vinculados con el SARG. De una primera consulta realizada en diciembre de 2007, no ha quedado claro esta perspectiva, incluso algunas agencias están iniciando una pequeña campaña territorial sin recursos, pero en la seguridad que parte del problema se volverá a identificar con claridad en el NOA argentino (Olea, comunicación personal, 2007).



Además, el Estado debería considerar la necesidad de satisfacer la necesidad de recursos, desde fuentes disponibles hoy como los promotores del modelo en la región y que hasta la fecha han hecho pobres aportes a la investigación en términos de recursos económicos. Las empresas que están comercializando semillas, agroquímicos y demás insumos en una región sensible como ésta, deberían promover un fondo fiduciario para la generación de los recursos monetarios necesarios para enfrentar la contingencia.

Este fondo nacional debería integrarse con recursos provenientes de un impuesto cobrado a las empresas vendedoras de glifosato y demás agroquímicos como resarcimiento ambiental y, a los proveedores de semilla, como *fee* ambiental, por la pérdida de diversidad genética y afectación a la biodiversidad regional. Este no es un costo que deba cargarse por el contrario, como se pretende, sobre el Estado y la sociedad, o sobre los agricultores, que hoy son una clientela cautiva del nuevo corsé tecnológico.

Dice en la gacetilla de la Agencia Agroindustrial Obispo Colombres (2007):

La proliferación de especies tolerantes, o la aparición de una resistente al glifosato, sólo puede evitarse mediante la rotación de los modos de acción en los herbicidas utilizados, aspecto que está ligado estrechamente con la rotación de cultivos y al empleo de otros herbicidas en el manejo de las variedades de soja RG. El manejo del sorgo de Alepo resistente significa un incremento en los costos de producción, por lo que prevenir su diseminación constituye un compromiso de todas las personas involucradas en la producción agrícola de Argentina. La aparición del SARG nos deja un importante mensaje sobre la capacidad evolutiva que poseen las malezas y sus consecuencias en el incremento de los costos de producción. La tecnología de producción basada en el empleo del glifosato debe ser cuidada por los productores ya que no existen pautas para suponer su reemplazo con otras técnicas más económicas.

No obstante, toda la carga del control se basa en la necesidad de utilizar uno u otro herbicida para el control, pero mucho menos se tienen en cuenta otras instancias de manejo integrado de la situación.

La alternativa de nuevos eventos transgénicos en nuevos paquetes agroquímicos está siendo vista por muchos,

como una nueva posibilidad en este recurrente *loop* tecnológico de creación cíclica de problemas y soluciones, en una lucha maleza-herbicidas que, por lógica, no tiene fin, pero que genera importantísimas ganancias al mercado de agroquímicos y transgénico global y externalidades no reconocidas.

### Los fenómenos de Resistencia en Malezas y los nuevos productos transgénicos

Históricamente, en esta agricultura industrial y de relaciones maleza-agroquímico la conclusión inicial puede ser que, a pesar de los ingentes esfuerzos y millones de recursos puestos sobre el sistema, la reacción de las especies es permanente y creciente. El primer caso de detectado de aparición de resistencia en malezas se dio en el año 1957, y desde ahí no se ha detenido, siendo hacia mediados del año 2007, 315 los casos detectados de resistencia a escala mundial. Más de nueve casos anuales son sólo una muestra de la respuesta a la intensificación en el uso de los herbicidas.

Actualmente hay resistencia a todos los herbicidas y a todos los modos de acción. Los casos de resistencia al glifosato (glicinas) son más recientes en los últimos años, y pueden tener mucho que ver con el cambio de patrón de uso del herbicida y con el sistema de labranza y control químico ya mencionados.

Desde este punto de vista, las opciones de control químico se ven limitadas, además de hacerse también crecientes las resistencias múltiples.

Los mecanismos de acción para la aparición de resistencia pasan por:

- El metabolismo de la especie (sistemas de detoxificación).
- Alteraciones en el punto de acción. Cambios en la enzima o la proteína sobre la que actúa el herbicida.
- Reducción en la absorción o la translocación del producto.
- Compartimentalización.
- Mutaciones.
- Cambios en los patrones de uso del herbicida.



Para identificar estos factores se hace relevante conocer la genética del punto de acción y las formas de heredabilidad materna o nuclear de esta resistencia, o también, si está asociada a uno o varios genes dentro de la especie involucrada.

Desde el punto de vista agronómico, tanto la eficacia del herbicida como la persistencia del mismo, pueden facilitar una presión selectiva que, con la intensidad de uso del producto, pueden generar impactos como la aparición de biotipos resistentes.

Si como sucedió con el herbicida glifosato, “la resistencia al mismo era impensada” (Truco, 2007, *MundoAgro*) es claro el motivo por el cual no se tuvieron siquiera en cuenta, no sólo el cambio de patrón de uso de un herbicida que fuera creado en los años setenta con otros fines (barbecho) y que hoy día se utiliza recurrentemente.

Los técnicos de las empresas biotecnológicas están fumigando actualmente a escala de parcela, millones de plantines de sorgo para identificar mecanismos de resistencia y la generación de variabilidad genética artificial.

También, como se ha presentado en el punto específico, es más posible que en lugar de nuevos productos agroquímicos herbicidas, lo que se ofrecerá dentro de las pautas de manejo agronómico son nuevas sojas o maíces transgénicos, resistentes ahora a otros herbicidas distintos al glifosato.

### **Tendencias globales y regionales en el mediano plazo**

La industria biotecnológica global está pensando cómo manejar la resistencia de las malezas, proponiendo que para ello se seguirán produciendo y comercializando “nuevas moléculas” (Truco, 2007).

Según algunos autores (comunicación personal, Olea, 2007) existen ya hasta 40 especies de malezas (ver figura precedente) diferentes que se muestran naturalmente resistentes al glifosato, lo que indicaría que se estarían esperando nuevos productos para enfrentar la resistencia creciente.

No obstante, en la región norte se sigue recomendando la utilización del glifosato, porque “el glifosato identifica la resistencia de la mata (N. del A: planta) y por tanto, permite su control con otros herbicidas” (Olea, 2007), para luego ser controlados con MSMA, Imazapir y otros.

En el caso puntual del SARG hay que tener en cuenta dos características sumamente importantes:

- El Sorgo de Alepo es una de las diez malezas más importantes del mundo. El SARG puede considerarse como un “nuevo Sorgo”, que podría ser más potente y con nuevas estrategias aún pobremente conocidas.
- El glifosato es uno de los herbicidas más conocidos y utilizados también en todo el orbe.

Los eventos y trabajos de la transgenia, por uno y otro lado, los tienen a ambos dentro de sus objetivos de trabajo y dedicación directa.

El glifosato sigue siendo pensado como una alternativa importante para la industria química, por lo que se está también experimentando con:

- Nuevas dosis.
- Nuevas formulaciones.
- Optimización de aplicación y coadyuvantes (pH, Activadores, sulfato de amonio, aceites, humectantes).
- Mezclas con otros herbicidas.

Otros mecanismos para la identificación de las resistencias pueden pasar por la utilización de dosis subletales, que permitan seleccionar resistencias marginales con un efecto menor y que, por tanto, permitirían prevalecer a individuos menos susceptibles a la subdosis y trabajar con ellos desde la genética cuantitativa.

En general, de lo producido hasta ahora, de los 102.000.000 millones de hectáreas de cultivos transgénicos del mundo (el 7 % de la superficie total agrícola del planeta) más de la mitad se dedican a la soja (57 %) y una cuarta parte se dedica al maíz. El 68 % de todos estos transgénicos son productos con resistencia a herbicidas, un 19 % con características insecticidas y otro 13% tienen ambas características.



Menos del 1 % restante están siendo dedicados a otras características u eventos.

### La política de agrocombustibles de la UE y la demanda de productos del campo de las economías emergentes como la argentina

La matriz energética mundial sigue profundamente dependiente de los combustibles fósiles. Casi un 90% de las fuentes energéticas globales proviene hoy del petróleo, del gas y del carbón. En América Latina, esta dependencia sigue siendo alta pero menos marcada: el 42% de la energía proviene de petróleo, un 24% del gas, un 5% del carbón y alrededor del 25% proviene de fuentes consideradas como renovables, entre los que están los agrocombustibles.

En el orden internacional se promueve la posibilidad de utilizar los territorios para generar una producción agrícola que tendría como fin sostener el nivel, no ya de los alimentos necesarios para una parte del mundo, sino de la generación de la biomasa que permita mantener el consumo vehicular de los países más industrializados.

Las políticas y legislaciones de la Unión Europea y EE.UU. apuntan a un porcentaje de corte con agrocombustibles, es decir, biomasa de origen vegetal. Un camino similar se sigue en Argentina. Estos productos son en general con base en la soja o el maíz, pero por supuesto, no se acaban ahí, para la generación de biodiesel y de bioetanol.

Son éstos los principales factores que apuntarán a la molturación y transformación de los granos en Argentina. Ya una buena parte de la biomasa tenía una primera transformación para aceites y harinas proteicas.

La nueva demanda por agrocombustibles puede llegar a generar en Argentina una fuerte presión sobre el sistema ambiental que se lee a través de:

- El aumento de la demanda de tierras tanto en la región pampeana como extrapampeana.
- Un aumento en el precio de la tierra en ambas ecoregiones.
- Un aumento en la demanda de nuevas tierras en áreas de monte y la consiguiente presión de defores-

tación.

- Un aumento en el valor de los arrendamientos. Los campos se trabajan hoy día con altos costos de alquileres, expresados en quintales de soja (prácticamente ya no se utiliza el sistema de alquiler a porcentaje de la cosecha).
- Una intensificación en el uso de los factores, que redundan en la sobreexplotación de los recursos naturales.
- Una mayor competencia por la tierra que afecta a pequeños y medianos agricultores.
- Cambios importantes en la estructura rural y sobre la familia rural.
- Cambios y destinos distintos de la producción.
- Efectos importantes sobre la seguridad alimentaria.

### La legislación argentina en cuestión de agrocombustibles y la presión sobre las fronteras agropecuarias

El caso de Argentina es un ejemplo emblemático de que la producción de escala, pueda constituir verdaderamente una opción superadora frente al problema del cambio climático:

Es posible, trabajar sobre una ecuación sencilla. Una tonelada de diesel de petróleo emite 3,11 toneladas de dióxido de carbono. La meta del 5 por ciento que plantea la ley argentina representa unas 600.000 toneladas de biodiesel, que producirían en conjunto 1.866.000 toneladas de CO<sub>2</sub> y en las que se ocuparían 1.300.000 hectáreas de tierra. En un cálculo general, por cada hectárea usada para biocombustibles se obtendría una reducción de 1,4 toneladas de CO<sub>2</sub>. Esto, analizando únicamente la reducción de emisiones que implicaría suplantarse las 600.000 toneladas de diesel de petróleo por biodiesel, sin tener en cuenta las emisiones de CO<sub>2</sub> que supone el proceso de producción industrial de biodiesel (siembra, cosecha, transporte, procesamiento), lo que haría esta cuenta mucho más escandalosa. Ahora bien: una hectárea del parque chaqueño, por ejemplo, absorbe 1,8 toneladas de CO<sub>2</sub> por año. Es decir, que una hectárea de monte en pie absorbe más carbono que la utilización de esa misma tierra para producir biocombustibles (Bertinat, 2007).

Los importantes precios que tienen las materias primas en el mercado internacional (soja, maíz) y deriva-



dos se seguirán manteniendo e incluso incrementando en el mediano plazo, según las proyecciones de todos los expertos que tienen a los siguientes factores como elementos de sostén clave:

- La demanda sostenida por alimentos.
- La nueva demanda de materias primas para agrocombustibles.
- El aumento en los precios del petróleo y sus derivados.
- La incursión de la nueva demanda de China e India.
- El aumento del consumo energético global.

Estos factores ponen una fuerte presión por nuevos territorios para la producción en países como Argentina, que tienen a sus zonas del NOA y del NEA como nuevos territorios por colonizar. Es más, las tasas de deforestación del país son incluso más altas que las tasas mundiales y sudamericanas (Figura 27).

En Argentina, el 19 de Abril de 2007, el Congreso de la Nación sancionó la ley 26.093 (Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de Biocombustibles) que establece como meta a mediano plazo incorporar como mínimo un 5 % de biodiesel en mezcla con diesel de petróleo en la oferta final de

combustibles. Sólo para obtener ese 5 % para el mercado nacional sería necesario destinar el 9 % de toda la superficie cultivada para producir materia prima para agrocombustibles. Hoy se estima que en el país ya están construyendo plantas de producción de biodiesel por una capacidad de alrededor de 3,5 millones de toneladas anuales, lo que implicaría aproximadamente dedicar el 50% de la producción de soja de la actual superficie.

### Comentarios finales

La historia del Sorgo de Alepo es, en parte, la historia de una buena porción de la agricultura y la ganadería argentina.

Prácticamente en el momento en que las primeras tecnologías y la búsqueda por los aumentos de la productividad se constituyen en un factor importante de la ecuación agropecuaria, llegan al país “nuevas semillas” provenientes de todo el orbe, cuyo destino y objetivo final era el incremento, justamente de esta productividad.

Era incluso desde los propios estratos oficiales y privados, desde donde en un principio se promovían las bondades de utilización de semillas de esta índole para ser utilizados como forraje, como cuentan las crónicas relevadas desde principios del siglo pasado.

Rápidamente, una semilla que ingresó directamente como un producto forrajero por deseo y la mano del hombre y no por ningún otro agente fortuito, se convierte en una de las principales plagas de la agricultura de Argentina y se extiende de una manera que hace parecer prácticamente imposible su control efectivo, a mediados de los años treinta.

Las consecuencias ecológicas, productivas y sociales de esta expansión no se hicieron esperar y se leyeron como abandono de campos, disminución del valor de los mismos, emigración y crecientes

**Figura 27**

**Tasas de deforestación anual en distintas regiones del mundo y Argentina**

País/Región/Provincia	Tasa Anual de Deforestación
Mundo	- 0,23 %
África	- 0,78 %
Sudamérica (1999/2000)	- 0,44 %
Sudamérica (2000/2005)	- 0,50 %
Argentina	- 0,85 %
Santiago del Estero	- 1,18 %
Santa Fe	- 0,95 %
Chaco	- 0,57 %
Misiones	- 1,33 %
Yungas	- 0,32 %

Fuente: Morello y Pengue, 2007



inversiones económicas que sólo pudieron durante décadas contener un flagelo, que recién a finales de los años noventa pareció controlarse definitivamente.

La historia ambiental del Sorgo de Alepo como bioinvasión es representativa de la introducción de un organismo foráneo al agroecosistema, que es prácticamente imposible de erradicar, y al que se han dedicado desde su aparición miles de millones de dólares. Queda claro a través de la historia ambiental de la maleza, que en el momento de la introducción no se conocía ni contaba con vital información que hoy se conoce respecto del sorgo (especialmente las formas reproductivas). Esto es, se conocía o contaba con información referida al potencial productivo (en términos de biomasa de la especie), pero mucho menos, respecto a sus efectos en el largo plazo.

Mientras en los años setenta y ochenta el control mecánico, luego acompañado por el control químico, eran las principales alternativas, en los años noventa la llegada del paquete de la soja transgénica y el herbicida glifosato parecieron traer una solución definitiva al flagelo del Sorgo de Alepo en el país.

Es así, que para muchos agricultores y técnicos se había llegado al paraíso. La posibilidad de producir, incluso en adversas condiciones, de forma más cómoda y a menores costos. Aun bajo control, el Sorgo de Alepo estuvo siempre presente en el agroecosistema y su recurrencia volvió a hacerse más visible en la última década. El control barato con glifosato aparenta haber finalizado. Asimismo, la comodidad que los agricultores encontraban con la nueva práctica de manejo se ha terminado y los obligaría a un seguimiento mucho más cercano de la situación de sus campos. “Los productores tendrán que bajarse de las camionetas” (*El Tribuno*, 2006).

Un paquete tecnológico, que fue adoptado por la totalidad de los agricultores sojeros argentinos (unos 58.000 establecimientos) y que facilitó la entrada a otras fronteras vedadas a la agricultura extensiva hasta ese entonces.

Es de esta forma en que, desde los albores del siglo XXI, la frontera agropecuaria norte, especialmente el NOA argentino, se abre a la producción intensiva de soja, bajo el modelo soja RG + glifosato. Estos ambien-

tes, justamente por su rusticidad, biodiversidad, clima y suelos demandan un uso de insumos externos (especialmente herbicidas e insecticidas) mucho más elevado que en las propias Pampas.

Los valores de los granos, la demanda internacional creciente, el bajo precio relativo de la tierra en el norte, la permisividad ambiental por los desmontes, la voracidad económica y la capacidad tecnológica y financiera permitieron incursionar con gran velocidad en áreas muy ricas en biodiversidad.

El uso consuntivo de agroquímicos como el glifosato, el cambio de patrón de uso del mismo, su recurrencia y permanencia en el agroecosistema, y prácticamente una monocultura sojera que evitó cualquier tipo de rotaciones, han dado como resultado la aparición en la región norte del país de los primeros casos de un biotipo de Sorgo de Alepo resistente al Glifosato, llamado SARG, que rápidamente se expandió por toda la nueva frontera abierta y el país.

A diferencia de otras malezas, además de ser una planta resistente, el Sorgo de Alepo es una especie perenne, con varios mecanismos reproductivos, lo que hace que su capacidad bioinvasiva deba ser considerada con mucha atención.

Cuatro años después, el SARG no sólo se expande en las regiones extrapampeanas del norte del país, NOA, NEA y Mesopotamia, sino en la región del Monte y en la propia Región Pampeana Argentina.

Las reacciones tanto del sector público como privado, han sido reactivas y no proactivas, y se circunscribieron a proponer nuevos productos químicos herbicidas para resolver la cuestión, que pasaron por una llamativa vuelta a herbicidas de antaño, como el MSMA, el 2,4 D o el paraquat, pero no en la consolidación de medidas integradas de mediano y largo plazo.

Lamentablemente, no se ha percibido una actitud de liderazgo desde el sector público, especialmente del principal organismo involucrado, el SENASA, en poner en una revisión completa el problema e incluso en una apoyatura en las investigaciones del sector privado, que debería contribuir con toda la información que posee al respecto.



Sin embargo, las instituciones técnicas del Estado, como el INTA, Estación Experimental Obispo Colombres y Universidades como la de Tucumán, no se han visto integradas ni convocadas dentro de un plan mayor de control del SARG, en forma completa y no retórica.

Desde el Estado se creó una Comisión, la CONAPRE, Comisión Nacional de Plagas Resistentes, básicamente como una respuesta a la aparición del Sorgo de Alepo Resistente a Glifosato; se convocó a dos Seminarios, de bajo impacto mediático y de difusión técnica, y se llamó a una consultoría de dos expertos. El presupuesto involucrado, la dedicación realizada respecto de los niveles de daños, es exiguu. Finalmente, siguiendo una situación similar a lo hecho con la roya asiática de la soja, se planteó la colocación en un portal web del SENASA de cierta información disponible referida al Sorgo y su control.

El SARG, como elemento potencial de afectación y por su posible capacidad bioinvasora debería recibir una mayor dedicación, incluso desde el propio sector privado. Es el caso de la bioinvasión más grave que enfrenta Argentina en la primera década del siglo XXI.

A estas alturas, con sólo una campaña (2006/2007) de experiencia acumulada, y frente ya a la campaña siguiente, que será más intensa aún en términos de producción sojera, debería diseñarse un plan estratégico integrando a todas las fuerzas involucradas, públicas y privadas, lideradas por el Estado a través de sus organismos técnicos que permitan rápidamente:

- Disponer de recursos humanos “a campo” dedicados especialmente a encuestar y revisar potreros de productores en las regiones involucradas y en todas las áreas de producción.
- Disponer de una integración en red con vuelco inmediato de toda la información.
- Realizar un monitoreo masivo de la actual campaña.
- Identificar a las plantas de SARG involucradas.
- Identificar el medio ambiente del cultivo, formas de producción y de manejo.
- Uniformizar un Protocolo para el tratamiento del SARG.
- Caracterizar genéticamente al o los biotipos de

SARG.

- Mapearlo sobre el terreno.
- Diseñar modelos de simulación sobre la expansión del SARG por períodos temporales y territoriales, utilizando tecnología GIS y GPS.
- Proponer las medidas de contención y los planes de contingencia para:
  - \* Productores y técnicos a escala predial
  - \* Flujo regional
  - \* Estados provinciales
  - \* Entre Estados
- Proponer medidas de control integrado del SARG en lo inmediato.
- Proponer medidas de producción y manejo sostenible para las áreas más sensibles.
- Integrar lo anterior en un plan regional de manejo territorial que tenga en foco la problemática del SARG.
- Disponer el presupuesto para este Plan, que provenga tanto como de fondos públicos como desde el propio sector privado promotor del modelo intensivo en el NOA. Parte del presupuesto puede provenir de contribuciones del sector privado y parte de las retenciones agropecuarias.

Otros estudios que hasta ahora no se han hecho, y que inmediatamente deberían tenerse en consideración, tienen relación con los efectos indirectos de la problemática del SARG e involucran:

- Los efectos sobre los pequeños y medianos productores.
- Los efectos sobre la salud humana y otras especies, al utilizarse una cada vez mayor y creciente carga de agroquímicos.
- Los efectos sobre la biodiversidad y los costos ambientales no evaluados.

Finalmente, la cuestión de la bioinvasión del SARG emergente solamente como una maleza resistente no debería ser analizada con esta única óptica, sino que esta perspectiva debería estar contenida dentro de un enfoque mayor, que es la forma en que se maneja la bioseguridad de eventos transgénicos liberados al medio y su relación directa con los agroquímicos que se venden con ellos, los que a veces, como se ha visto, son estudiados como



en compartimientos estancos, pero en sus interacciones y vinculaciones completas.

Insistir en un enfoque parcial al respecto, sólo contribuirá a incrementar los costes de toda índole, producidos por el SARG, y también se perderá un tiempo que es valioso para la contención rápida del problema y la comprensión de situaciones futuras. El tiempo es un factor relevante en el caso de la bioinvasión con el SARG. El tema no puede ser tratado como un problema de malezas, sino como los impactos de un paquete que debe ser revisado holísticamente en toda su complejidad de las Sojas RG (y otros cultivos RG) + Herbicida. Analizar la situación por partes, sólo hará perder meses de investigación y de obtención de resultados.

Pero ninguna investigación logrará resultados completos si no se dedican todos los recursos necesarios. Estos deben ser retenidos como un fondo fiduciario ambiental, como porcentaje a las ventas, tanto del herbicida glifosato como de las semillas RG asociadas a éste.

El Estado podría de esta forma obtener recursos rápidos que podría derivar directamente a instituciones públicas de investigación, coordinadas por un ente nacional idóneo y con presión por resultados. Un impuesto del 1% a las ventas de glifosato y del 0,5% a las ventas de semilla de soja certificada, compondrían un primer fondo disponible para el trabajo inmediato de alrededor de 7.400.000 dólares.

Si bien los fondos no serían suficientes, junto a otros recursos estatales y privados se podría por lo menos, identificar el estado de situación y planificar las líneas a seguir.



El SARG es la primera advertencia grave a la agricultura industrial de Argentina y el mundo. Pero no será la última; generar información científica y con una visión holística al respecto, ayudará a enfrentar adecuadamente el problema y a prepararse para un futuro complejo.

## Bibliografía

- ARELOVICH, S.J. Notas sobre producción de oleaginosas y la perspectiva de generación de biocombustibles de origen vegetal en Agrocombustibles. Argentina frente a una nueva encrucijada. Fundación Heinrich Böll. PAS. Rosario. 2007.
- ASAPROVE. Taller dinámica de la resistencia a herbicidas. Caso Sorgo de Alepo. Boletín ASAPROVE. 25.6-8. 2006.
- BARLETTA, U. Y ARREGUI, C. Sorgo de Alepo. Cartilla de Extensión Número 3. Balcarce. 1977.
- BECKIE, H.J. Herbicide-resistant weeds: management tactics and practices. *Weed Technology* 20, 793-814. 2006.
- BHATTI, A.G., ENDRIZZI, J.E. Y REEVES, R.G. Origin of Johnsongrass. *Journal of Heredity*. 107-110. 1960.
- BINIMELIS, R., BORN, W., MONTERROSO, I. Y RODRÍGUEZ-LABAJOS, B., 2007a. Socio-economic impact and assessment of biological invasions. En Nentwig, W. (ed), *Biological Invasions*, Springer.
- BURKART, A. Flora ilustrada de la provincia de Entre Ríos. Tomo 6. Parte II. Gramíneas. Colección Científica del INTA. 551 pp. 1969.
- CALCAGNO, E. "Alcances y opciones de la realidad agraria argentina. Agricultura, procesos y políticas". *Pensamiento Iberoamericano* N° 8. Barcelona. 1985.
- CASAFE. Guía de productos fitosanitarios. Tomo I. Generalidades y Herbicidas. 752 pp. Undécima edición. 752 pp. Buenos Aires. 2003.
- CASCARDO, A. R. Y ROSSI, R. Control de Sorgo de Alepo: Evaluación económica de distintas alternativas. Plan Piloto Salto. Evaluación económica. 9:1-13. INTA. 1979.
- CLARÍN RURAL. Un lote bien limpio rinde mucho mejor. Buenos Aires. Abril 7. 2007.
- CROSBY, A.F. *Ecological Imperialism. The biological expansion of Europe, 900-1900*. Cambridge University Press. 1986.
- CROSS, W. Nuevos métodos para la destrucción de las malas yerbas. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*. Volumen V, págs. 363-365. Buenos Aires. 1915.
- CROSS, W. Procedimiento para extinguir el pasto ruso (*Andropogon halepensis*). *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*. Tomo XV. Página 80. Buenos Aires. 1924.
- \_\_\_\_\_ La extirpación del Pasto Ruso (*Sorghum halepense*). *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*. Volumen XVII. Pagina 71. Buenos Aires. 1926.
- \_\_\_\_\_ Sobre plagas agrícolas. Sección Oficial. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*. Tomo XVII. Abril-Mayo. Número 11 y 12. Buenos Aires.. 1927.
- \_\_\_\_\_ La extirpación del Sorgo de Alepo. Publicación N° 942 de la Sección Propaganda, Publicaciones, Concursos y Exposiciones del Ministerio de Agricultura de la Nación. Buenos Aires. 1934.
- CHUDNOVSKY, D. y otros. Comercio Internacional y Desarrollo Sustentable. La expansión de las exportaciones argentinas en los años 1990 y sus consecuencias ambientales. CENIT. Buenos Aires, 1999.
- DELUCCHI, J.E. Sorgo de Alepo resistente a glifosato: Manejo y Recomendaciones. Monsanto Argentina SAIC. Mimeo. Buenos Aires. 2007.
- DEVANI, M.R., LEDESMA, F, LEVIS, J. Y PLOPER, L.D. Producción de soja en el noroeste argentino.



- EAAOC. Aceitera General Deheza. 215 pp. Tucumán. 2006.
- DOW AGROSCIENCES. Dow AgroSciences reveals progress on new herbicide tolerant trait. Dow AgroSciences News Room. Agosto 28. 2007.
- DOW AGROSCIENCES. Monsanto. Dow Agreement paves the way for industry's first ever, eight-gene stacked offering in corn. Dow AgroSciences News Room. Setiembre 14. 2007.
- DUHAU, L. Carta al "Señor Director de la Estación Experimental Agrícola, Dr. William E. Cross, Tucumán.". Revista Industrial y Agrícola de Tucumán. La Estación Experimental Agrícola de Tucumán en la lucha contra el Sorgo de Alepo (Pasto Ruso). Tomo XXIV. Setiembre-Octubre. Número 9-10. Págs. 182-183. 1934.
- EAAOC. El cultivo de la soja en el noroeste argentino. Publicación N° 31. 215 pp. Tucumán. Setiembre. 2006.
- \_\_\_\_\_ Información sobre Pasto ruso o Sorgo de Alepo Resistente a Glifosato en Tucumán. www.eeaoc.org.ar/pastroruso\_1.htm. Consulta del 6/10/2007.
- EERA. Balcarce. Sorgo de Alepo. Cartilla de Extensión. Texto preparado por los Ings. Agrs. U. Barletta y C. Arregui, con el asesoramiento del Ing. Agustín Mitidieri. INTA. Balcarce. 1977.
- EL LITORAL. El Sorgo de Alepo se sigue revelando contra el glifosato. Suplemento Campo Litoral. Julio 7, 2007.
- EL TRIBUNO. Los productores tendrán que bajarse de las camionetas. Entrevista a Carlos Leguizamón. UNR. Salta. Diciembre 6. 2006.
- ELVERDIN, J, BEDMAR, F Y LEONARDI, C. Una experiencia sobre demostración de alternativas de control de una maleza perenne. Revista de la Asociación Argentina para el control de malezas. Vol 17: 2. ASAM. 1989.
- ESTRADA, M. Pastos de verano y pastos de invierno. Forrajes intercalados, p. 87-100. Boletín del Ministerio de Agricultura. Tomo VIII. Julio y Agosto. Número 1 y 2. Buenos Aires. 1907.
- FAO. Base de datos. *Sorghum halepense* (L.) Pers. Plant production and protection division. Integrated Pest Management. Weed Management. Disponible en [www.fao.org/af/agp/agpp/ipm/Weeds](http://www.fao.org/af/agp/agpp/ipm/Weeds), consulta del 28 de Octubre. 2007.
- GLOBO RURAL. Abril 2005. Número 234. Rio de Janeiro. 2005.
- GREEN, J.M. Review of glyphosate and ALS-Inhibiting Herbicide Crop Resistance and Resistant Weed Management. Weed Technol., 21:547-558. 2007.
- GOLDBURG y otros, Biotechnology's better harvest. Herbicide-tolerant crops and the threat to sustainable agriculture. The Biotechnology Working Group, p.45, Washington, EE.UU, Marzo, 1990.
- HEAP, I.M. International survey of herbicide resistant weeds. Pagina Web: <http://weeds-science.org>, consulta del 28 de Octubre. 2007.
- HINOJO, J.M, COSSIO, R.P Y BARCUDI, R. Control de *Sorghum halepense* (L) Pers. con Asulam Metil (4-aminobencenosulfonil) Carbamato. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán. Tomo 50 (1) 27-37. Enero-Junio. Tucumán. 1973.
- HOLM, L, PLUCKNETT, D.L., PANCHO, J.V. Y HERBERGER, J.P. *Sorghum halepense* (L.) Pers. The World's Worst Weed: Distribution and Biology, pp 61-64. The University Press of Hawaii. 1977.
- HOPP, E. Biotecnología Agropecuaria: Plantas y Animales Transgénicos. Biotecnología Agrícola en Bergel, S y Díaz, A. Biotecnología y Sociedad. Ciudad Argentina. Buenos Aires. 2001.
- INTA. Medios de Propagación. La incidencia de las cosechadoras en la difusión de las semillas de Sorgo de Alepo. INTA Pergamino. Plan Piloto Salto. 1978.



- \_\_\_\_\_. Métodos de Control. Cultivos invernales en campos infestados con Sorgo de Alepo. INTA Pergamino. Plan Piloto Salto. 1978.
- \_\_\_\_\_. Información N° 1. Cultivos estivales en campos infestados con Sorgo de Alepo. Plan Piloto Salto. INTA Pergamino. 1978.
- \_\_\_\_\_. Control de Sorgo de Alepo en soja. Pergamino. 11 pp. 1994.
- INTA. Seminario Innovación tecnológica para la competitividad y el desarrollo sustentable. Bs. As. 2005.
- IZZO, P. Demand is driving Food, energy. Economists in survey cite fundamentals, see crude-price fall. The Wall Street Journal. Pag 2. Mayo 9. 2008.
- JAMES, C. 2006. Global review of commercialized transgenic crops: 2006. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Application Briefs. Ithaca, New York. 2006.
- KACZEWER, J. Toxicología del glifosato: Riesgos para la salud humana. En la Producción Orgánica Argentina. 607:553-561. MAPO. Buenos Aires. 2002.
- LADELFA, A. LAVEZZARI, D., MORIS, N, SILLA, R, NÚÑEZ, A. Control de Sorgo de Alepo en soja. INTA. Pergamino. 1983.
- LA GACETA RURAL. Las cosechadoras esparcen las semillas de la maleza. Rural. Octubre 6. Tucumán, 2007.
- LA NACIÓN. El Sorgo de Alepo ataca de nuevo. Suplemento Campo. 19 de Agosto. Buenos Aires. 2006.
- LATTANZI, A. Producción de trigo-soja en la región pampeana húmeda de Argentina. Cereal Breeding and Production Symposium. Marcos Juarez, Córdoba, Argentina. 161.165. 1983.
- LEGUIZAMÓN, E.S. Soja. Población dinámica. Desarrollo Rural. Agosto-Setiembre. N° 24. Buenos Aires. 1983.
- LEGUIZAMÓN, E.S. Biología poblacional del Sorgo de Alepo: *Sorghum halepense*, L. Pers: Estrategias complementarias y efectos del sistema de manejo. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Agrarias. Rosario. 2003.
- LEGUIZAMÓN, E.S. *Sorghum halepense*. L. Pers. (Sorgo de Alepo): base de conocimientos para su manejo en sistemas de producción. Mimeo. Disponible en página web de SAGPyA. 2006.
- LOMBARDO, A. P, LEGUIZAMÓN, E.S. Y ALVAREZ, J. Efecto de labranzas estivales e invernales en la población de Sorgo de Alepo. Actas de la X Reunión Argentina sobre Malezas y su Control. Tucumán. 1984.
- MARTÍNEZ, E. Etanol ¿Oportunidad de qué?. Editorial del Presidente del INTI. Saber Cómo. Número 51. Buenos Aires. Abril, 2007.
- MARTÍNEZ-GHERSA, M.A., WORSTER, C.A. Y RADOSEVICH, S.R. Concerns a weed scientist might have about Herbicide-Tolerant Crops: A revisitacion. Weed Technology. Volumen 17:202-210. 2003.
- MC WORTHER, C.G. History, biology and control of Johnsongrass. Review of Weed Science: 4: 85-121. 1989.
- MCNEELY, J. A. 2001. The great reshuffling. Human dimensions on invasive alien species. Gland (Suiza) y Cambridge and Cambridge (Reino Unido), IUCN: 237 pp.
- MITIDIERI, A. Control de Sorgo de Alepo. Estación Experimental Agropecuaria San Pedro. Nota. INTA. 1979.
- \_\_\_\_\_. El sorgo de Alepo, importancia, biología y aspectos básicos para su control. Panel de expertos sobre ecología y control de malezas perennes. FAO. Santiago de Chile. I: 43. 1983.
- MORELLO, J. Y SOLBRIG, O. (comp.). Argentina, granero del mundo, ¿Hasta cuándo?. Editorial Gráfica Editora. Buenos Aires. 1997.



- MORELLO, J. Y MATTEUCCI, S. Singularidades territoriales y problemas ambientales de un país asimétrico y terminal. La Argentina agredida. Revista Realidad Económica. IADE. 169:70-96. Buenos Aires. 2000.
- MORELLO, J, PENGUE, W.A. Y RODRIGUEZ, A.F. Evolución de aglomerados e interacciones urbano-rurales: El caso de la llanura Chaco Pampeana Argentina. Capítulo 3. En Matteucci, S. D y otros. Crecimiento Urbano y sus Consecuencias sobre el entorno rural. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires. 2006.
- MORELLO, J. Y PENGUE, W.A. Manifiesto contra la deforestación. Noticias. Buenos Aires. Setiembre. 2007.
- \_\_\_\_\_ Procesos de transformación en las áreas de borde agropecuario, cambio climático y efectos de las nuevas demandas productivas. Revista Encrucijadas. Número 41. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. 2007.
- MUNDO AGRO 2007. Buenos Aires. Síntesis Ejecutiva. www.mundoagro.com
- MUÑOZ, R. El nuevo debate: Agricultura para energía o alimentos. INTA EEA Pergamino. Área Estudios Económicos y Sociales. Informe de Coyuntura del Mercado de Granos. Pergamino. 2007.
- NIVIA, E. , “Las fumigaciones sí son peligrosas, Alerta Verde N° 115, Setiembre, 2001 Acción Ecológica, Ecuador
- NODARI, R.O. Y GUERRA, M.P. Avaliacao de riscos ambientais de plantas transgênicas. Cadernos de Ciencia e Tecnologia. Vol. 18. 1:81-116. 2001.
- OLEA, I. L., Vinciguerra, H.F., Raimondo, J., Sabaté, S., Rodríguez, W.A., 2 Nuevas consideraciones respecto al glifosato, en EEAOC. El cultivo de la soja en el noroeste argentino. Tucumán. 2006.
- PAPA, J. Malezas tolerantes que pueden afectar el cultivo de soja. INTA. Centro Regional Oliveros. 1997.
- PASSALACQUA, S.A. El rol del Estado en la problemática de plagas resistentes. “Caso Sorgo de Alepo resistente al herbicida Glifosato”. Dirección de Protección Vegetal. SENASA. Panel. Congreso AAPRESID. Agosto 16. 2007.
- PENGUE, W.A. Cultivos Transgénicos ¿Hacia dónde vamos?. UNESCO. Lugar Editorial. Buenos Aires. 2000.
- \_\_\_\_\_ Producción agroexportadora e (in) seguridad alimentaria: El caso de la soja en Argentina. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica. 1:30-40. 2004.
- PENGUE, W.A. Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. ¿La transgénesis de un continente?. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. PNUMA. GEPAMA. Buenos Aires. 2005.
- PEREZ, D.R Y DEVANI, M. R.. Costos de producción y márgenes brutos del cultivo de soja en el Noroeste Argentina en Devani, M. R y otros. Producción de Soja en el Noreste Argentino. EEAOC. AGD. Tucumán. 2006.
- PERRINGS C., M. WILLIAMSON and S. DALMAZZONE (eds) 2000. The Economics of Biological Invasions, Cheltenham, Edward Elgar.
- PESTICIDES NEWS. Glyphosate. Active Ingredient Fact Sheet. N° 33. Londres, UK. Septiembre, <http://www.gn.apc.org/pesticidetrust> 1996.
- PIMENTEL D, MCNAIR S, JANECKA J, WIGHTMAN J, SIMMONDS C, O’CONNELL C, WONG E, RUSSEL L, ZERN J, AQUINO T, TSOMONDOFT (2001). Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. Agric Ecosyst Envir 84:1–20, 2001.
- PIMENTEL D., Zuniga R, Morrison D. (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. Ecol Econ 52:273–288



- PIONEER. OPTIMUM y GAT trait: new glyphosate and ALS-tolerance technology. Nota de prensa. Agosto 17. 2007.
- POWLES, S.B. My view. *Weed Science*. 51:471. 2003.
- REVISTA INDUSTRIAL Y AGRÍCOLA DE TUCUMÁN. La Estación Experimental Agrícola de Tucumán en la lucha contra el Sorgo de Alepo (Pasto Ruso). Tomo XXIV. Septiembre-Octubre. Número 9-10. 181-195. 1934.
- ROBINEZ. H.A. De forrajera a plaga. El sorgo de Alepo o “pasto ruso” invasora de diversos cultivos. Los daños son cada vez mayores. Sistemas de control: preventivos e integragles. *Desarrollo Rural*. Mayo. Número 10. 1982.
- ROSSI, R, TEJO, C. SENIGAGLIESI, C. Resultados preliminares del control de sorgo de Alepo mediante la combinación de métodos naturales y químicos. *IDIA*. Suplemento 32: 93-95.
- SAGPyA. Estimaciones agrícolas mensuales. Cifras Oficiales. [www.sagpya.mecon.gov.ar](http://www.sagpya.mecon.gov.ar)
- SALVADOR, C. El mercado de insumos agropecuarios. Boletín del Consejo Profesional de Ingeniería Agronómica. CPIA. Año XIV, N° 62. Págs. 4 y 5. Buenos Aires. Enero, 2002.
- SATORRE, E. Aumentar los rendimientos en forma sustentable en la pampa argentina: Aspectos Generales, en Vainemann, L. y otros. *Hacia una agricultura productiva y sostenible en la Pampa*. Consejo Profesional de Ingeniería Agronómica. Buenos Aires. 1998.
- SERVICE, R.F. A growing threat down on the farm. *Science*. 316:1114-1117. 2007.
- SCHULTZ, E. La extirpación del Pasto Ruso (*Sorghum halepense*). *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*. Tomo XXII, Número 1 y 2. Pags. 222-223. Buenos Aires. 1932.
- SCHULTZ, E. El empleo de la grama Rhodes para combatir el “Sorgo” o “pasto ruso” (*Sorghum halepense*). *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*. Tomo XX. Páginas 66 y 67. Buenos Aires. 1929.
- \_\_\_\_\_ La exterminación del “Pasto Ruso” o “Sorgo de Alepo”. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*. Boletines Informativos. Páginas 200-202. Tomo XXI. Compañía Impresa Argentina S. A. Buenos Aires. 1931.
- VALVERDE, B.E. Status and management of Grass-Weed Herbicide Resistance in Latin America. *Weed Technology*, 21:310-323. 2007.
- VALVERDE, B.E. Y GRESSEL, J. Dealing with the evolution and spread of *Sorghum halepense* glyphosate resistance in Argentina. Reporte al SENASA. Disponible en [www.sinavimo.gov.ar/files/senasareport2006.pdf](http://www.sinavimo.gov.ar/files/senasareport2006.pdf), 2006.
- VALLEJO, SR. A propósito del Cultivo del *Sorghum alepensis* como forraje. Boletín del Ministerio de Agricultura. Tomo XV, Enero. Número 1. Taller de publicación de la Dirección Meteorológica. Buenos Aires. 1913.
- VERMA, D.P.S. Y SHOEMAKER, R.C. Soybean: Genetics, Molecular Biology and Biotechnology. CAB International. Londres. 1996.
- VIGLIZZO, E.F., Viglizzo, E., Pordomingo, A., Castro, M., Lectora, F. La sustentabilidad ambiental del agro pampeano. Ediciones INTA. Buenos Aires. 2002.
- VITOUSEK, P., EHRLICH, P, EHRLICH, A. Y MATSON, P. Human appropriation of the products of the photosynthesis. *Bioscience*. N 34. 1986.
- WARWICK, S.I. Y BLACK, L.D. The biology of Canadian weeds. *Sorghum halepense*.(L)Pers. *Canadian Journal of Plant Science* 63: 997-1014. 1983.
- WHITE, D. Actitud del sector agropecuario argentino ante la biotecnología agrícola. 4° Seminario de Actualización Técnica en Biotecnología Agrícola. CPIA. Buenos Aires. 193 pp. 1997.
- WOLFENBARGER, L.L. Y PHIFER, P.R. The ecological risks and benefits of genetically engineered plants. *Science*. 290:2088-2093. 2000



WOODBURN, A.T. Glyphosate: production, pricing and use worldwide. *Pest Management Science*. 56: 309-312. 2000.

## Anexos

### Las entrevistas realizadas y su formato

En el período comprendido entre los meses de Junio y Noviembre de 2007 se entrevistaron, bajo el formato de “Entrevista en Profundidad” a miembros del Sector Público y Privado de Argentina. Entre las Instituciones visitadas se encuentran:

- INTA
- SENASA
- AAPRESID
- PROGRAMO
- UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
- UNIVERSIDAD DE ROSARIO
- ESTACION AGROINDUSTRIAL OBISPO COLOMBRES
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN
- GRUPO SEMA
- SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Las entrevistas fueron realizadas por la doctora (c) Rosa Binimelis, doctor Walter Pengue, con la colaboración en la transcripción del equipo de FLACSO-Guatemala en la persona de la doctora (c) Iliana Monterroso.

### Exposiciones realizadas. Congresos. Talleres, seminarios vinculados con el tema, realizados por los autores. Institución. Fecha.

El tema del SARG ha sido expuesto por los autores en presentaciones magistrales en los siguientes lugares y eventos, relacionados directamente al caso y en las fechas vinculadas con el presente contrato:

- \* Centre for Integrated Research in Biosafety. University of Canterbury, New Zealand. Seminario sobre Impactos de la Agricultura Intensiva, Chirstchurch, Octubre 26, 2006.
- \* Universidad Tecnologica Nacional. Universidad Nacional de Tucumán. Terceras Jornadas de Economía Ecológica. Bioinvasiones y Modelos



Agrícolas Intensivos: El caso del Sorgo de Alepo. Junio, 2007.

\* Embajada de España en Buenos Aires. Ciclo Nuevas Ficciones de la Ciencia. Conferencia Culturales Transgénicos. Reflexiones luego de una Década. Buenos Aires. Octubre 11, 2007.

\* Comunicación oral "Bioinvasions and bioeconomy: The case of johnsongrass invasion in Argentinean agriculture". 10ª Conferencia Bianual de la Sociedad Internacional de Economía Ecológica, ISEE 2008. Nairobi, Kenia. Agosto 2008.

\* Comunicación oral "Socio-economics of bioinvasions". EURECO-GFOE Conference, European Ecological Federation y GFOE (Sociedad Ecológica de Alemania, Austria y Suiza). Leipzig, Alemania. Septiembre 2008.

\* Universidad Nacional de Antioquia, Medellín, Colombia. La Economía Ecológica como herramienta de valoración en Agroecología. Agosto, 2007.

\* University of Tromso, Noruega. Seminario sobre Cuestiones Holísticas en Bioseguridad. Agosto, 2007.

\* Federación Agraria Argentina. Agricultura, Territorio y Desarrollo Rural Sostenible: Pensando el bicentenario. Rosario, Agosto, 2007.

\* Tegucigalpa, Honduras. Agricultura y Transgénicos en América Latina. Septiembre de 2007.

\* Universidad Nacional de Costa Rica. Tercer Congreso sobre Ambiente y Desarrollo. Conferencia Magistral Biodiversidad, Transgénesis y Servicios Ecosistémicos. Cuestiones Económico Ecológicos sobre Procesos de Cambio Complejo. Noviembre 8, 2007.

\* Comunicación oral: "Análisis socioeconómico de riesgos a la biodiversidad: Implicaciones metodológicas desde estudios de caso en Guatemala y Argentina". III Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Medio Ambiente. San José, Costa Rica. Noviembre 2007.

## Datos generales de las/los investigadores(as)

ROSA BINIMELIS: Licenciada en ciencias ambientales por la Universidad Autónoma de Barcelona.

Magister y doctora en ciencias ambientales, especializada en economía ecológica en la misma universidad con la tesis "Socio-economics of biosecurity: Four cases of bioinvasions and genetically modified organisms".

Ha trabajado en el marco del proyecto ALARM desde 2004 a 2009.

Investigadora en el Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales (ICTA).

Ha participado en congresos, cursos y seminarios y ha publicado numerosos artículos científicos y de divulgación, además de libros y capítulos de libro sobre los aspectos socioeconómicos de los transgénicos (especialmente de la coexistencia entre la agricultura transgénica con la convencional y ecológica) y las invasiones biológicas.

ILIANA MONTERROSO: Licenciada en biología por la Universidad John Brown, EEUU. Maestría en economía ecológica y gestión ambiental de la Universidad Autónoma de Barcelona. Participa en el doctorado en Ciencias Ambientales de la misma universidad.

Fue Investigadora del Institut de Ciència y Tecnología Ambientals, de la Universidad Autónoma de Barcelona en el proyecto ALARM (2004-2006) y después coordinó las actividades del proyecto en Guatemala (2006-2009).

Actualmente es Co coordinadora para América Latina de Rights and Resources Initiative (<http://www.rightsandresources.org>) y participa como investigadora del Área de población, ambiente y desarrollo rural de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO-Sede Académica Guatemala.

Es miembro fundador y presidenta de la Sociedad Mesoamericana de Economía Ecológica, miembro

de la Sociedad Internacional de Economía Ecológica. Desde el 2006 es parte del Consejo Consultivo del Grupo Minka de Chorlaví.

Ha participado en congresos, cursos y seminarios y ha publicado artículos científicos y de divulgación, además de libros y capítulos de libro sobre los aspectos socioeconómicos asociados al manejo de la biodiversidad, ecología política (especialmente conflictos vinculados con el manejo comunitario de recursos) y forestería comunitaria.

WALTER A. PENGUE: Es ingeniero agrónomo con una especialización en mejoramiento genético vegetal de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Magíster de la misma Universidad en políticas ambientales y territoriales (UBA).

Doctor en agroecología, sociología y desarrollo rural sostenible de la Universidad de Córdoba, Unión Europea (España). Tesis doctoral "Sobreexplotación de los recursos naturales y mercado agroexportador: Hacia la determinación de la deuda ecológica con la Pampa Argentina" (2006).

Es miembro fundador de la Asociación Argentino Uruguaya de Economía Ecológica (ASAUEE), de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica (REDBIEE) y de la Sociedad Internacional de Economía Ecológica (ISEE) y otras asociaciones internacionales como ASAE, e IAAE. Miembro del Consejo Directivo del Instituto Argentino para el Desarrollo Económico. Coordinador e investigador del Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente, GEPA-MA, UBA. Responsable del Área Economía Ecológica y Agricultura Sustentable. Director del Posgrado en Economía Ecológica, FADU, Universidad de Buenos Aires. Autor de libros y capítulos de libros vinculados con los impactos de las nuevas tecnologías en la agricultura, modelos sustentables de desarrollo agrícola, alternativas productivas. Autor de numerosos artículos sobre cuestiones vinculadas con el desarrollo, economía ecológica y deuda ecológica en América Latina. Consultor de empresas públicas, privadas, organismos gubernamentales y de Naciones Unidas y ONG en cuestiones sobre producción agropecuaria sustentable, desarrollo tecno-

lógico, impactos de los procesos de intensificación agrícola y transgénicos, bioseguridad y economía de las bioinvasiones, mercados, economía solidaria y asociativismo. Profesor de las universidades nacionales de Buenos Aires, General Sarmiento, La Matanza, Rosario, La Pampa y en el ámbito académico y de investigación en universidades públicas y privadas de otros países en seminarios de maestría y doctorado. Ha participado en numerosos congresos y encuentros internacionales sobre cuestiones de desarrollo, comercio y medio ambiente para los países en desarrollo, en países de América, Europa, Asia y Oceanía.

Actualmente (2009) es profesor titular de la Universidad Nacional de general Sarmiento, Buenos Aires.

E mail: wapengue@ungs.edu.ar

ESTA PRIMERA EDICIÓN DE *BIOINVASIONES Y BIOECONOMÍA*  
SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EN JUNIO DE 2009  
EN LOS TALLERES DE SERVIPRENSA, GUATEMALA, CENTROAMÉRICA.  
EL TIRO CONSTA DE 1,000 EJEMPLARES