



PRÓLOGO

La Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" (EEAOC) aquilata una larga y rica experiencia en el cultivo de la soja en Tucumán y otras provincias del noroeste argentino (NOA).

En efecto, ya en la década de los '60, en forma conjunta con la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán, se inician las primeras introducciones y ensayos varietales y de manejo agronómico del cultivo.

Por aquella época, y apoyada en esas primeras investigaciones, Tucumán llegó a convertirse en la primera productora de soja del país. Posteriormente, y durante la década del '70, se inicia el vertiginoso desarrollo del cultivo en la región pampeana, lo que condujo a convertir al país en el tercer productor mundial y el primer exportador de grano y aceite de soja, en el ámbito internacional.

Paralelamente, y hacia fines de los '70, el cultivo inicia su expansión en las restantes provincias del NOA; en especial en Salta, en el oeste de Santiago del Estero y en el sudeste de Catamarca. Esta expansión, fruto de la iniciativa de productores y empresas agropecuarias, y que en su inicio fue en gran parte respaldada por el paquete tecnológico desarrollado por la EEAOC en Tucumán, al que se sumaron otras instituciones y empresas de insumos y de servicios tecnológicos, llevó a que la superficie sembrada en las últimas campañas se extendiera sobre unas 830.000 ha en toda la región, lo que representa algo más del 6 % del área sembrada en el

país. De este modo, el cultivo de esta oleaginosa se transformó en el más importante, por la superficie que ocupa, en esta parte del país.

Los fuertes cambios tecnológicos ocurridos en la última década en los sistemas productivos nacionales y regionales, y que en el caso del NOA y particularmente para el cultivo de la soja, van desde la adopción masiva del sistema de siembra directa, la incorporación de las variedades transgénicas RG (resistentes a la aparición del herbicida glifosato), la mayor plasticidad en la elección de grupos de madurez ligada a una mayor diversidad de la oferta varietal, hasta las modificaciones en los distanciamientos de siembra, los avances en el manejo de plagas, enfermedades y malezas, así como un mejor conocimiento de las variables agro climáticas, de la práctica de la fertilización y de manejo de los suelos, de las rotaciones y del sistema productivo en su conjunto, configuran el marco en que se desenvuelve el modelo de producción actual de esta oleaginosa en nuestra región.

Si bien, el desarrollo alcanzado por el cultivo de la soja en el NOA, representa la culminación exitosa del esfuerzo conjunto de productores, instituciones oficiales y empresas privadas, no puede ni debe perderse de vista, que el gran desafío y la mayor responsabilidad actual, es el de asegurar su sustentabilidad económica, social y ambiental.

La labilidad del agro ecosistema implantado, consecuencia de la agresividad de algunos factores ambientales, la fragilidad de los recursos y de coyunturas

económicas desfavorables, así como la aparición de nuevas plagas y enfermedades, obligan a ser extremadamente cuidadosos y a repensar el sistema productivo, a fin de no desencadenar procesos de degradación irreversibles o muy costosos de corregir.

Esta obra que hoy entrega la EEAOC apunta fundamentalmente a ese objetivo. Ella compendia y recoge las investigaciones y las experiencias realizadas durante más de 45 años sobre el cultivo de la soja, y particularmente la de los últimos 10 años, por investigadores de la EEAOC y de empresas privadas. Por otra parte la EEAOC quiere destacar la valiosa colaboración de productores, de sus entidades representativas, grupos CREA, investigadores y técnicos de otras instituciones oficiales y asesores y técnicos del sector privado. Sin su aporte, no hubiera sido posible cubrir toda la región del noroeste argentino.

Esta es la primera publicación que presenta un enfoque más integral del cultivo de la soja para el ámbito regional, donde la experimentación y validación local sustentan las recomendaciones que se formulan. En consecuencia

con este principio de asegurar la confiabilidad en la aplicación de las prácticas y sistemas recomendados, deliberadamente no se han tratado algunas temáticas que, aunque importantes, no han sido objeto de experimentación local.

Esta obra está dirigida a productores, empresas, técnicos y estudiantes del NOA y trata de ser una contribución más de la EEAOC a la consolidación del cultivo de soja y de los sistemas productivos de la región, para cumplir con sus objetivos fundacionales de proporcionar las bases científicas - tecnológicas que posibiliten el desarrollo y prosperidad de los habitantes de la provincia y de la región.

Por último, quiero agradecer a los directivos de la Institución y a los editores, el haberme otorgado la distinción de prologar esta obra.

Ing. Agr. M. Sc. Guillermo S. Fadda
Ex Director Técnico EEAOC



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN



**IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN
DE SOJA EN EL MUNDO
Y EN ARGENTINA**

**UBICACIÓN DEL CULTIVO DE SOJA
EN EL NOROESTE ARGENTINO
Y CARACTERÍSTICAS DE SU EXPANSIÓN**

**ENFOQUE AGROECOLÓGICO
DEL CULTIVO DE LA SOJA
EN EL NOROESTE ARGENTINO**

IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL MUNDO Y EN ARGENTINA

Mario R. Devani - Oscar Ricci - Daniela R. Pérez - Fernando Ledesma - Julián M. Lenis

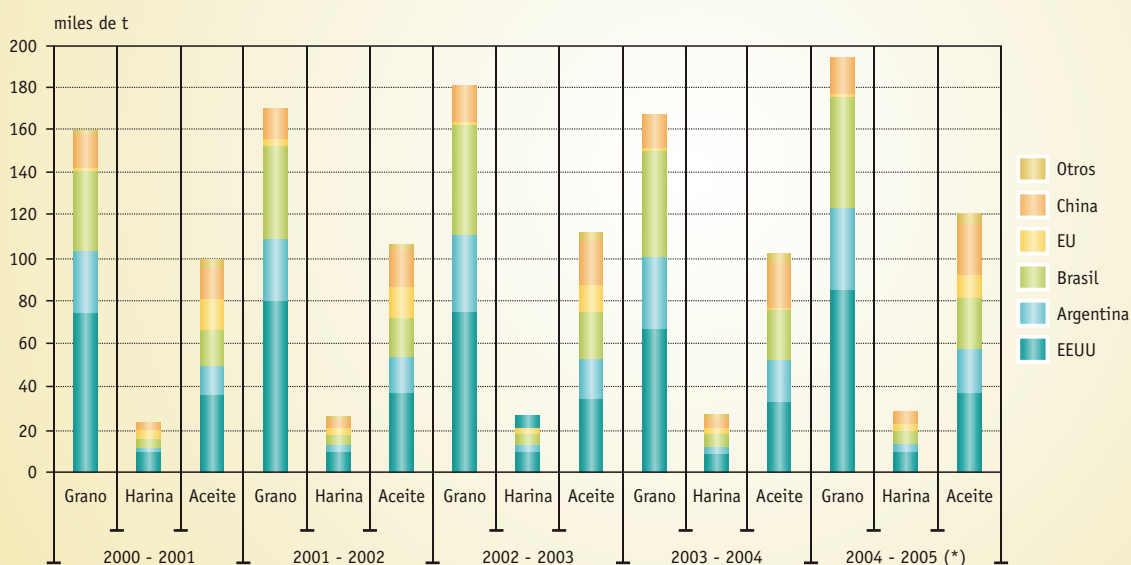
La soja [*Glycine max* (L) Merr] es el cultivo oleaginoso de mayor producción y consumo a nivel mundial. La producción mundial de poroto de soja en la campaña 2004/2005, estuvo en el orden de los 213 millones de toneladas, superando a la de cualquier otra oleaginosa comestible, y tuvo un crecimiento anual promedio del 5% durante el último quinquenio. Si bien son aproximadamente 50 los países que producen soja, el 90% de la producción la concentran, EEUU (40%), Brasil (24%), Argentina (18%) y China (8%).

En los últimos seis años, de acuerdo a las estimaciones del United State Department of Agriculture (USDA), la producción de EEUU experimentó un crecimiento anual promedio del 3,16% hasta la campaña 2004/2005. En tanto

la producción de Argentina tuvo una tasa creciente del 8,83%, pasando de 27,8 a 39 millones de t, Brasil creció a un ritmo del 6,94%, pasando de 39 a 51 millones de t. Por último, China también incrementó su producción, pero en el orden del 3% promedio por año (Gráfico I.1).

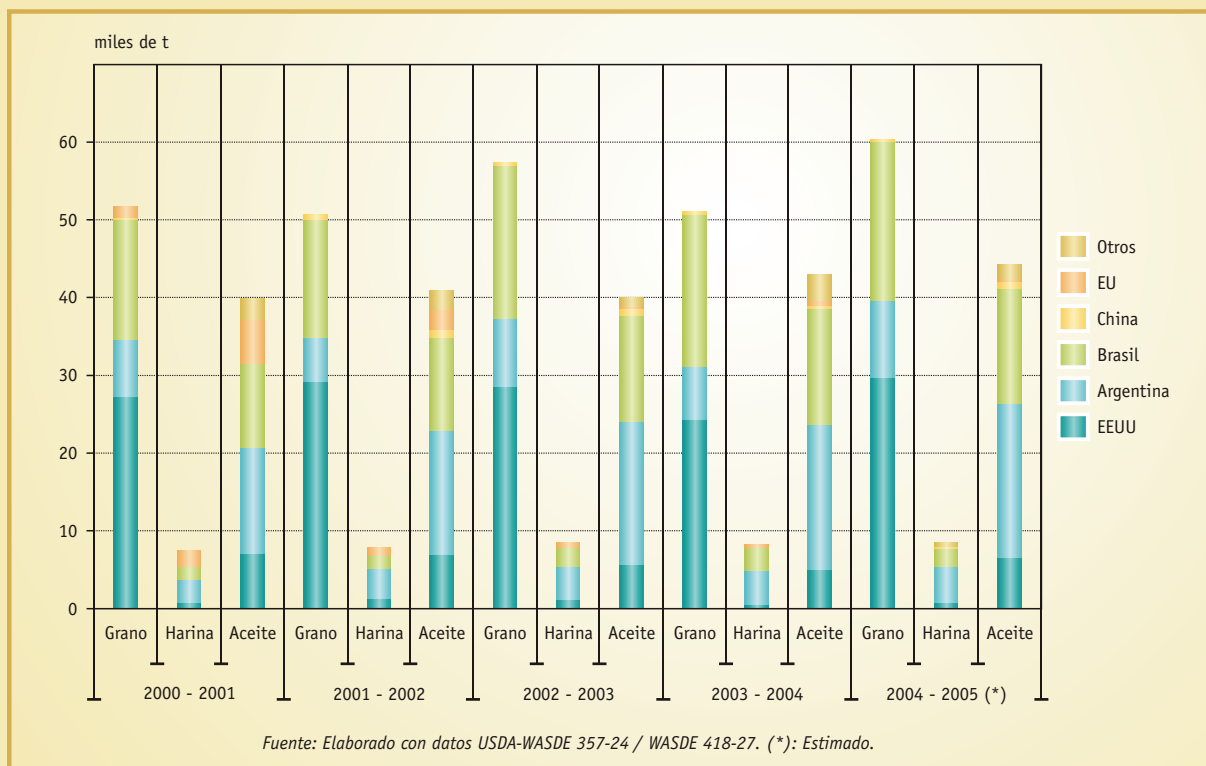
Aunque de la soja se pueden obtener numerosos derivados, en el comercio mundial adquieren gran importancia, el poroto, la harina, y el aceite de la oleaginosa. Estados Unidos es el principal exportador de grano de soja, en segundo lugar están Brasil y Argentina (Gráfico I.2). En lo referente a la harina de soja, se producen anualmente en el mundo alrededor de 138 millones de t. El principal productor con aproximadamente 37 millones de t es EEUU. Los otros productores relevantes son Brasil, Argentina,

Gráfico I.1. Producción de grano, aceite y harina de soja, en el mundo, en miles de t, 2000/2001-2004/2005.



Fuente: Elaborado con datos USDA-WASDE 357-24 / USDA-WASDE 418-27. (*): Estimado.

Gráfico I.2. Exportaciones de grano, aceite y harina de soja, en el mundo, en miles de t, 2000/2001-2004/2005.



China, la Unión Europea e India (Gráfico I.1). Mundialmente se exportan más de 46 millones de toneladas de harina de soja. Argentina, con un 42% del mercado es el principal exportador, seguida por Brasil (32%) y EEUU (14%). En el último quinquenio las exportaciones de Argentina y Brasil experimentaron un crecimiento promedio anual positivo de 10,11% y 8,19% respectivamente; en cambio, EEUU tuvo una tasa decreciente del 1,35% hasta el 2004/2005 (Gráfico I.2).

En cuanto a la producción mundial de aceite de soja, en los últimos años fue de aproximadamente 32 millones de toneladas. El principal productor con 8,76 millones de t es EEUU, le siguen en orden de importancia Brasil, Argentina, China y la Unión Europea (Gráfico I.1). Durante los pasados cinco años, en el mundo se han exportado anualmente alrededor de 8,7 millones t de aceite de soja. Argentina, con una participación aproximada del 52%, es el primer exportador mundial, siguiéndole en orden de importancia Brasil y EEUU. Los principales importadores son China y Pakistán.

Es importante destacar el crecimiento que han tenido Brasil y Argentina como productores de grano, aceite y harina, de la misma forma que el crecimiento de su participación como exportadores de estos productos en el mercado mundial (Gráficos I.1 y I.2).

IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE SOJA EN ARGENTINA

La Argentina es la tercera productora mundial de grano, aceite y harina de soja, y la primer exportadora de aceite y harina de la oleaginosa (Gráficos I.1 y I.2). Además, el cultivo de soja es el de mayor importancia en Argentina, tanto por la superficie que abarca como por los volúmenes producidos y exportados de grano y sus productos (aceite y harina). El complejo agroindustrial sojero en el país se ubica desde los 40° hasta los 22° de LS, comprendiendo la región pampeana (provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fé, Entre Ríos y La Pampa), el noreste (NEA, que abarca las provincias de Chaco, Formosa, Entre Ríos, Corrientes, Misiones y este de Santiago del Estero) y el noroeste (NOA, que incluye las provincias de Salta, Tucumán, Catamarca, Jujuy y oeste de Santiago del Estero). Cabe destacar que las plantas procesadoras se encuentran principalmente en las cercanías de los puertos.

El área sembrada con soja en Argentina, que en la campaña 2004/2005 fue de 14,4 millones de hectáreas, se incrementó en los últimos seis años a un ritmo promedio anual del 10,37% (Gráfico I.3). La producción de soja de Argentina fue en la campaña 2004/2005 de 39 millones de t, experimentando un crecimiento del 18% con relación al

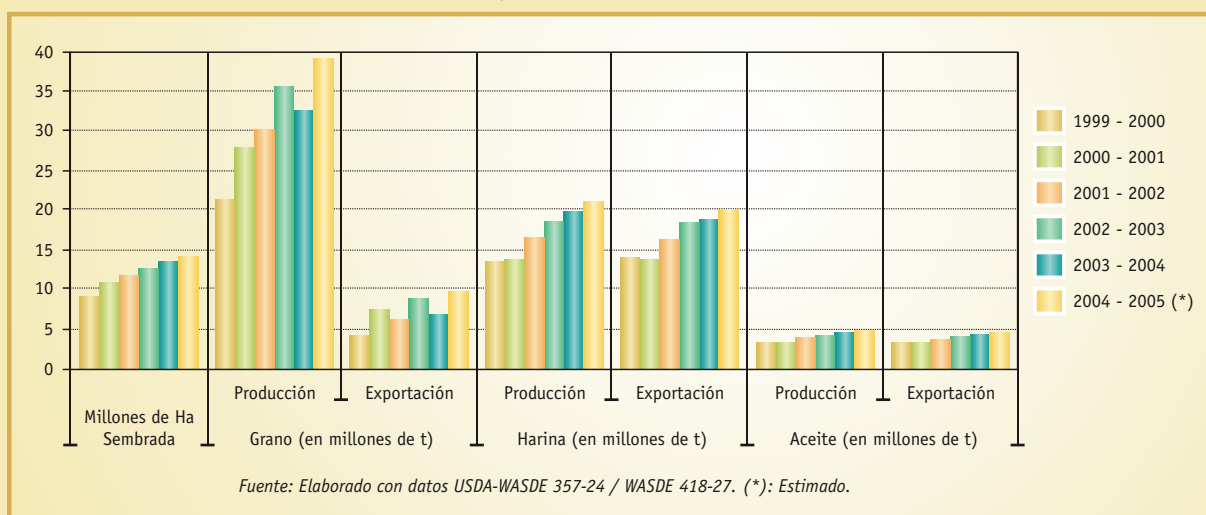
IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL MUNDO Y EN ARGENTINA

ciclo anterior y una tasa de crecimiento anual promedio del 13% en las últimas seis campañas (Gráfico I.3).

El país presentó prácticamente en todo el pasado decenio un crecimiento sostenido de la producción y del área implantada con soja, pero también la molienda y la exportación de grano, harina y aceite de la oleaginosa crecieron. En este mismo período entre un 70 y un 80% de la soja producida anualmente se destinó a la molienda para elaboración de aceite y harinas. Prácticamente la totalidad

del aceite y de la harina de soja producidos en el país se destinaron a la exportación. En el 2004/2005 se exportaron alrededor de 5 millones de toneladas de aceite de soja y 20,7 millones de toneladas de harina (Gráfico I.3). Los destinos principales son China, Egipto, Irán, Malasia, Bangla Desh, Colombia, India, Venezuela, Brasil y Madagascar. En los últimos años también creció la exportación del grano de soja. Actualmente se exportan más de 9 millones de toneladas de poroto de soja principalmente a China, Filipinas y Malasia.

Gráfico I.3. Argentina. Millones de ha sembradas con soja, producción y exportación de grano, harina y aceite de soja, en millones de t, 1999/2000-2004/2005



UBICACIÓN DEL CULTIVO DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO Y CARACTERÍSTICAS DE SU EXPANSIÓN

Oscar Ricci - Mario R. Devani - Daniela R. Pérez - Fernando Ledesma - Julián M. Lenis

Cuando se hace referencia al cultivo de soja, la región del noroeste argentino (NOA) tradicionalmente comprende la zona ubicada entre los 22° y 29° de latitud sur y los 63° y 68° de longitud oeste. En Tucumán se ubica en el este de la provincia (ocupando parte de las regiones agrológicas del Pedemonte Subhúmedo Seco y la llanura Chacopampeana) en los departamentos Burruyacu, Cruz Alta, Leales, J. B. Alberdi, La Cocha, Graneros y también en pequeñas áreas en Simoca, Lules y Capital. En la provincia de Salta el cultivo se localiza en los departamentos San Martín y Orán al norte, en el departamento Anta en el centroeste, y en los de Rosario de la Frontera y Metán al sur. En Jujuy el desarrollo del cultivo es limitado y en Catamarca se sitúa al sudeste de la provincia. Por último, cabe destacar que en éste escrito, en la región NOA sólo se incluye el oeste de Santiago del Estero (departamentos Pellegrini, Jiménez y Río Hondo) (Figura I.1). La zona este de la provincia de Santiago se incluye en la región del noreste argentino (NEA), debido a diferencias agroecológicas y de manejo tecnológico del cultivo.

En el NOA, el cultivo de soja se inició en Tucumán, adquiriendo importancia recién a partir de la década de 1960. El proceso de expansión del mismo en esta provincia

puede dividirse básicamente en tres etapas. En un primer momento la soja ocupó zonas ganaderas o con montes que no eran aptas para el desarrollo de los cultivos tradicionales como caña de azúcar, citrus, tabaco, etc. En una segunda etapa desplazó a estos cultivos de áreas que eran marginales para los mismos. Finalmente, el empleo de un paquete tecnológico de avanzada, siembra directa, uso diferencial de genotipos, empleo de fertilizantes, etc., le permitió establecerse en áreas que con anterioridad le hubieran resultado de muy difícil ocupación y que en muchos casos se destinaban a poroto, principalmente zonas con precipitaciones anuales de aproximadamente 500 mm, entre otros factores adversos. Las características del proceso de colonización del cultivo de soja en la provincia de Tucumán, en general, pueden extrapolarse al resto del NOA, donde hoy la soja ocupa alrededor de 781.000 hectáreas (ha) distribuidas según se muestra en el Cuadro I.1. En Salta la soja está ocupando áreas tradicionalmente dedicadas al poroto y en Santiago del Estero, se ubica en zonas antes dedicadas al poroto y al algodón, así como también en nuevos desmontes.

El crecimiento de la producción de soja en el NOA es consecuencia del aumento tanto de la superficie implantada como de los rendimientos. Ambas situaciones se originaron en el significativo trabajo de investigación que proporcionó importantes mejoras en la productividad del cultivo a lo largo de todo este período. Las series estadísticas indican que en la década de 1970 los rindes promedios estaban en 1.200 kg/ha, llegando en la actualidad (bajo condiciones normales de precipitación) a rendimientos promedios para el NOA del orden de los 2.500 kg/ha. Si consideramos solamente a la provincia de Tucumán, en la campaña 2001/2002, alcanzó un

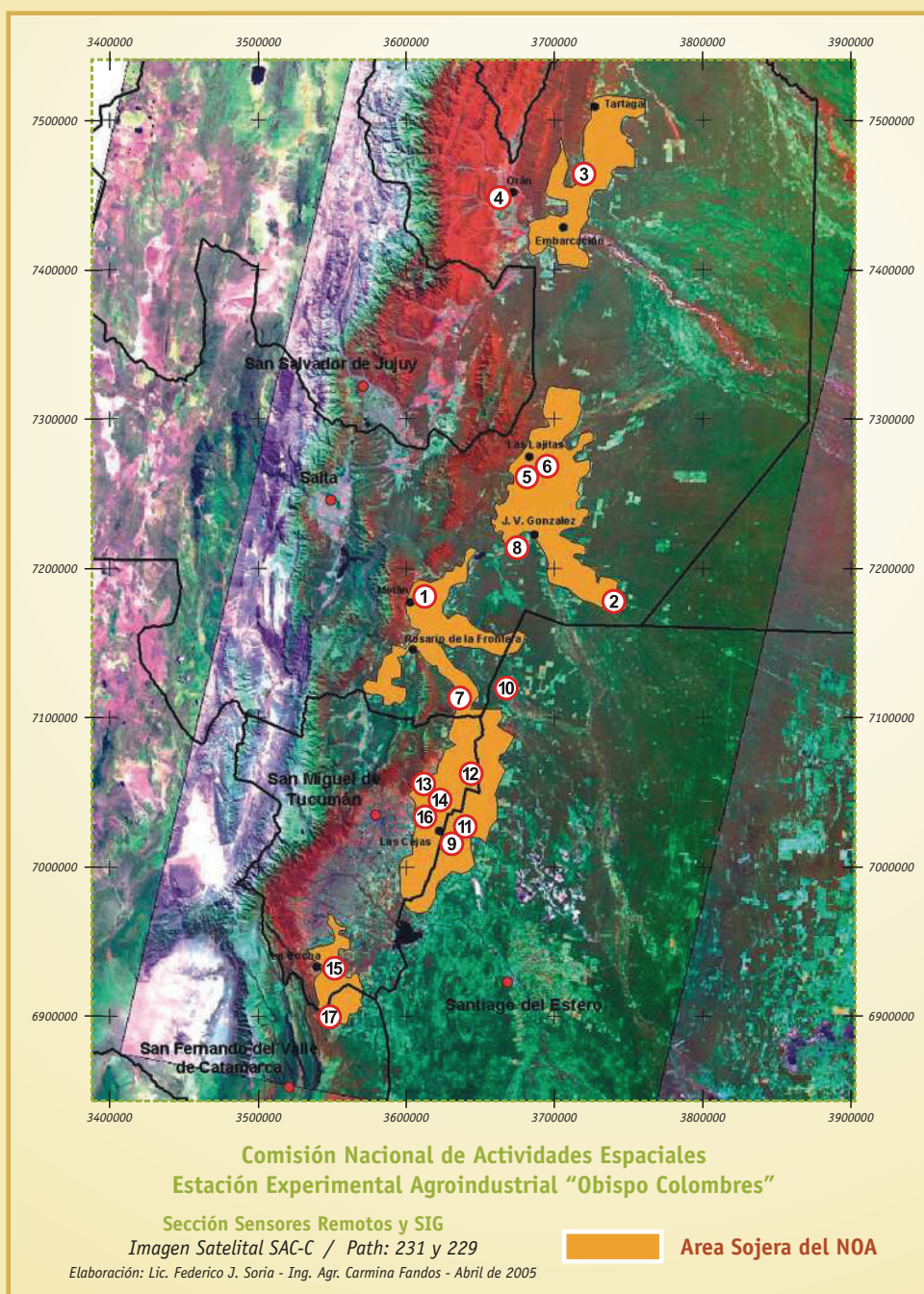
Cuadro I.1. Superficie sembrada con soja en el NOA en la campaña 2004/2005.

Provincia	Superficie (hectáreas)
Salta	425.715 ¹
Tucumán	257.100 ²
Oeste de Santiago del Estero	69.720 ²
Sudeste de Catamarca	23.630 ²
Jujuy	5.070 ¹

1: Datos ProReNOA INTA.

2: Sección Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica - EEAOC.

Figura I.1. Ubicación del área con soja en el NOA.



rendimiento promedio de 2.850 kg/ha (Devani *et al.*, 2002). Actualmente la producción de soja en el NOA está en el orden de 1.900.000 t. A pesar de que este volumen en valores relativos sólo representa un 5% de la producción nacional, el cultivo tiene un importante impacto en la economía regional. Si bien Tucumán prácticamente no presenta posibilidades para que el área implantada con soja siga creciendo, esta provincia es la que más se destaca por su activa participación en la investigación, desarrollo

productivo y difusión de la oleaginosa en la región. Por otro lado las provincias de Salta y Santiago del Estero, disponen todavía de amplias áreas para ser incorporadas al cultivo.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Devani M., C. Lamelas, F. Ledesma y J. D. Forciniti. 2002. Soja: Récord Histórico de Producción. Avance Agroindustrial Vol. 23 - Nº 2: 40-41.

ENFOQUE AGROECOLÓGICO DEL CULTIVO DE LA SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

César M. Lamelas - Jorge D. Forciniti - Claudia Funes

El territorio argentino apto para el cultivo de la soja en secano ubica dos regiones diferenciadas por el régimen de precipitaciones: la más importante, al oriente, abarca el área pampeana, región mesopotámica y noreste argentino, aportando el 95% de la producción nacional; y la concentrada en el noroeste argentino (NOA), con el restante 5%. Aún cuando la contribución del NOA resulta pequeña al total del país, este cultivo tiene una significativa importancia en la economía de esta región. El proceso evolutivo del cultivo en la región, que tiene sus inicios en la década del 60, fue permanentemente apoyado por el desarrollo tecnológico, fruto de la investigación aplicada en mejoramiento genético, evaluación de cultivares, prácticas de manejo, plagas y enfermedades, a los que se agregan, el estudio de la relación clima-cultivo y la zonificación por aptitud agroclimática y agroecológica. Es propósito de este apartado analizar los conocimientos generados localmente con relación a las condiciones del ambiente y el cultivo de la soja.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CLIMA DE LA REGIÓN

El NOA, que por su ubicación latitudinal entre los 22° y 29° S, se corresponde con los climas subtropicales, encuentra en el sistema montañoso, que abarca el occidente de la región, el principal factor del clima. Éste influye marcadamente en el régimen térmico y en la distribución espacial de las precipitaciones, generando una notable diversidad de climas. En el caso de la provincia de Tucumán se encuentran todos los tipos climáticos de la clasificación de Thornthwaite, desde los climas per-

húmedos, donde los excedentes hídricos superan los 1.000 mm anuales, hasta los climas áridos, con déficit hídrico en todos los meses del año, (Torres Bruchmann, 1976).

En relación con la soja, el límite del área de cultivo hacia el oeste es térmico y corresponde a la isohipsa de los 1.500 msnm, que coincide con la temperatura media de 20 °C en el mes más caliente del año; y hacia oriente el límite está dado por el gradiente en disminución de las precipitaciones.

La temperatura del aire es uno de los elementos del ambiente de mayor importancia en el crecimiento y desarrollo de los vegetales, y determina, en gran medida, la distribución geográfica de las comunidades vegetales naturales y cultivadas. La acción positiva de este elemento bioclimático se mide a través de la suma de temperaturas a partir del cero de crecimiento o umbral térmico, variable con cada especie vegetal, con los cultivares de cada especie e incluso con las distintas etapas fenológicas. Sin embargo, para estudiar la disponibilidad calórica regional, se acepta un solo umbral térmico por cada grupo bioclimático de cultivos. Para los cultivos anuales estivales que requieren altas temperaturas para iniciar un crecimiento activo (soja, sorgo, tabaco, algodón, caña de azúcar) se utiliza un umbral de 15 °C.

Para la provincia de Tucumán se estableció que, debido a la influencia del área serrana, la duración del bioperíodo de 15 °C y la disponibilidad calórica se incrementan de oeste a este, correspondiendo al área de llanura niveles coincidentes con los de la región chaqueña (Lamelas *et al.*, 1993). Para la región pedemontana y de llanura, en términos medios, el período térmico apto para el cultivo de la soja comienza a mediados de agosto y finaliza a fines

de mayo, con lo que se disponen entre 280 y 300 días. Sin embargo, por tratarse de un cultivo con alta sensibilidad a heladas se sugiere acotar la duración a las fechas de ocurrencia de heladas probables en el 10% de los años. De tal manera, la iniciación se desplazaría al 10 de septiembre y la finalización se adelantaría a mediados de mayo.

Cuando se trate de producción en secano, las siembras deberán postergarse hasta el inicio de las lluvias primaverales, que provean la humedad edáfica necesaria, en los meses de noviembre y diciembre, con lo que se comprueba que en la región existe una disponibilidad energética no aprovechable de 3 a 4 meses.

Otro aspecto a considerar es la ocurrencia de temperaturas muy elevadas durante el ciclo del cultivo, que pueden afectar los rendimientos. Los efectos negativos comienzan a manifestarse cuando la temperatura supera los 30°C y su

magnitud dependerá de la intensidad y duración del calentamiento y de otros factores como la disponibilidad de humedad, estado fenológico, condiciones sanitarias, etc. Habitualmente la ocurrencia de temperaturas muy altas está asociada a condiciones de sequía, lo que tiende a agravar la situación. En toda la región la posibilidad de ocurrencia de temperaturas máximas superiores a 35-40°C se incrementa de oeste a este. Los datos de máximas absolutas (Cuadro I.2) indican que en áreas cercanas al pedemonte se registraron valores superiores a 40°C desde septiembre-octubre hasta enero y en las zonas de llanura se superaron los 40°C desde agosto hasta marzo. Los valores superiores a 35°C ocurrieron desde julio hasta abril-mayo en áreas pedemontanas y todo el año en las zonas más cálidas de la llanura.

Los totales anuales de precipitación en el área sojera muestran un gradiente en disminución de oeste a este y van

Cuadro I.2. Temperaturas máximas absolutas mensuales y anuales de localidades seleccionadas del NOA (*).

Localidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Extrema
S. M. Tucumán	40,5	39,5	37,4	34,2	31,8	28,4	39,1	38,5	40,2	40,7	40,3	41,3	41,3
Famaillá	41,1	37,1	37,8	33,9	30,9	27,5	37,4	34,1	36,8	40,2	40,7	42,1	42,1
Santiago	43,9	42,7	40,7	39,4	35,6	32,6	37,3	40,5	41,1	43,1	46,4	45,2	46,4
Campo Gallo	44,8	44,8	41,8	39,1	36,4	34,6	36,6	41,0	42,2	44,3	44,7	46,5	46,5
Orán	41,5	42,1	39,6	35,8	34,5	31,5	35,4	38,9	40,8	42,4	43,6	44,4	44,4
Tartagal	40,6	36,6	28,2	35,2	31,5	29,8	37,7	36,6	42,2	41,0	44,8	39,3	44,8
Rivadavia	44,1	43,7	42,0	39,0	37,3	35,0	38,0	40,0	43,7	44,7	45,3	45,1	45,3
Salta	35,6	33,7	34,0	32,5	34,2	32,5	37,2	36,3	37,2	38,8	39,9	38,5	39,9
Catamarca	45,7	44,4	42,0	38,0	35,8	34,7	38,6	38,6	40,5	42,2	43,6	43,9	45,7
La Cocha	43,6	41,3	40,1	36,0	35,2	31,0	34,1	37,3	40,2	43,5	41,8	43,8	43,8

(*) : Datos obtenidos de las Estadísticas Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional. Periodos: 1941 - 1950; 1951 - 1960; 1961 - 1990.

desde más de 1.000 mm hasta menos de 600 mm. La distribución temporal muestra una marcada estacionalidad de las lluvias, colectándose desde noviembre hasta abril más del 80% del total anual. También cobra significativa importancia la marcada variabilidad espacial y temporal de las lluvias, determinante de condiciones de sequía o excesos hídricos que impactan sobre los rendimientos del cultivo.

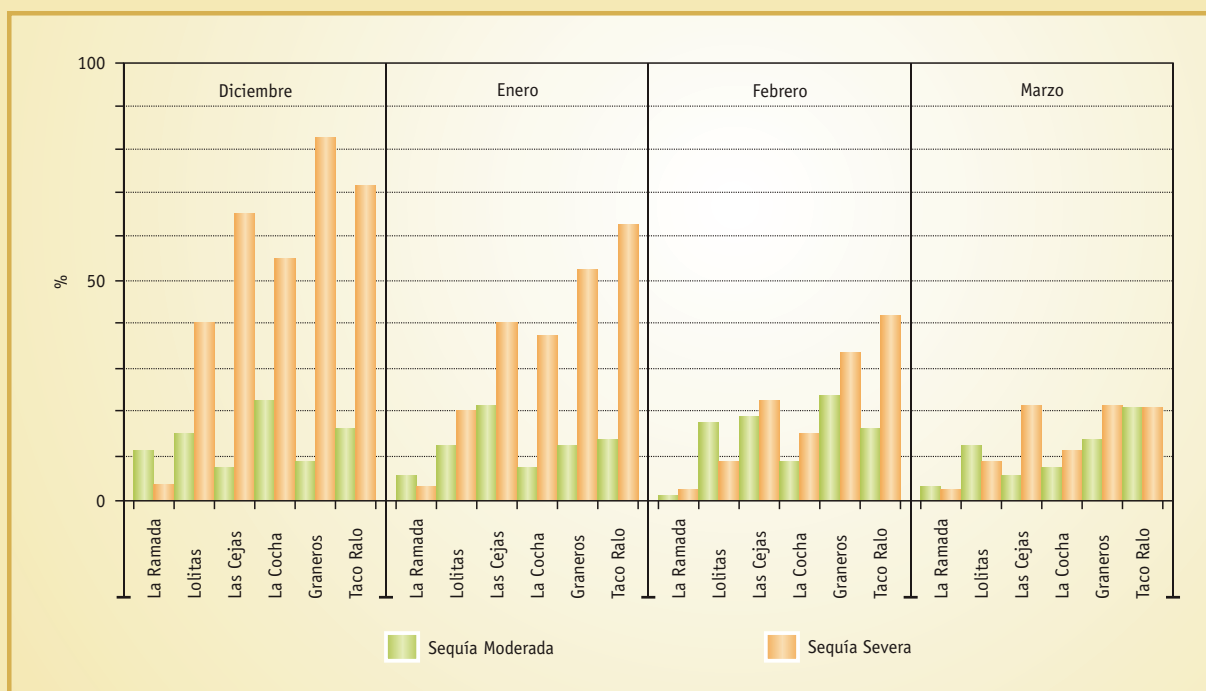
Los aspectos principales que definen las características hídricas del "este tucumano", que en general se corresponden con el resto de la región, fueron descriptos por Lamelas y Suárez (1988). Para el análisis se eligió el período diciembre-marzo, que es el más importante para los cultivos de verano. Con respecto a las precipitaciones, además de mostrar el gradiente en disminución de oeste a este, se señala que la variabilidad interanual de las lluvias es mayor en las zonas de menor pluviometría.

Las situaciones hídricas (excesos, equilibrio o déficit de humedad) exhiben, en términos medianos, un patrón

temporal que muestra a diciembre como el mes con condición más desfavorable y que ésta mejora paulatinamente en enero y febrero, presentando marzo la condición de mayor favorabilidad. Esto obedece al aumento de las precipitaciones y disminución de la evapotranspiración a medida que progresa el verano. Sin embargo, esta resultante del balance hidrológico manifiesta una elevada variabilidad interanual como consecuencia del comportamiento de las precipitaciones.

Con respecto a las sequías (Gráfico I.4), se determinó que en las localidades más secas (este y sudeste de la provincia) la frecuencia de ocurrencia de sequías severas (déficit mayor a 50 mm) es superior que la de sequías moderadas (déficit hídrico entre 25 y 50 mm). Por el contrario, en las localidades más húmedas, cercanas al pedemonte, son más frecuentes las sequías moderadas. En general, para toda el área estudiada, la frecuencia de sequías severas disminuye a medida que progresa la estación.

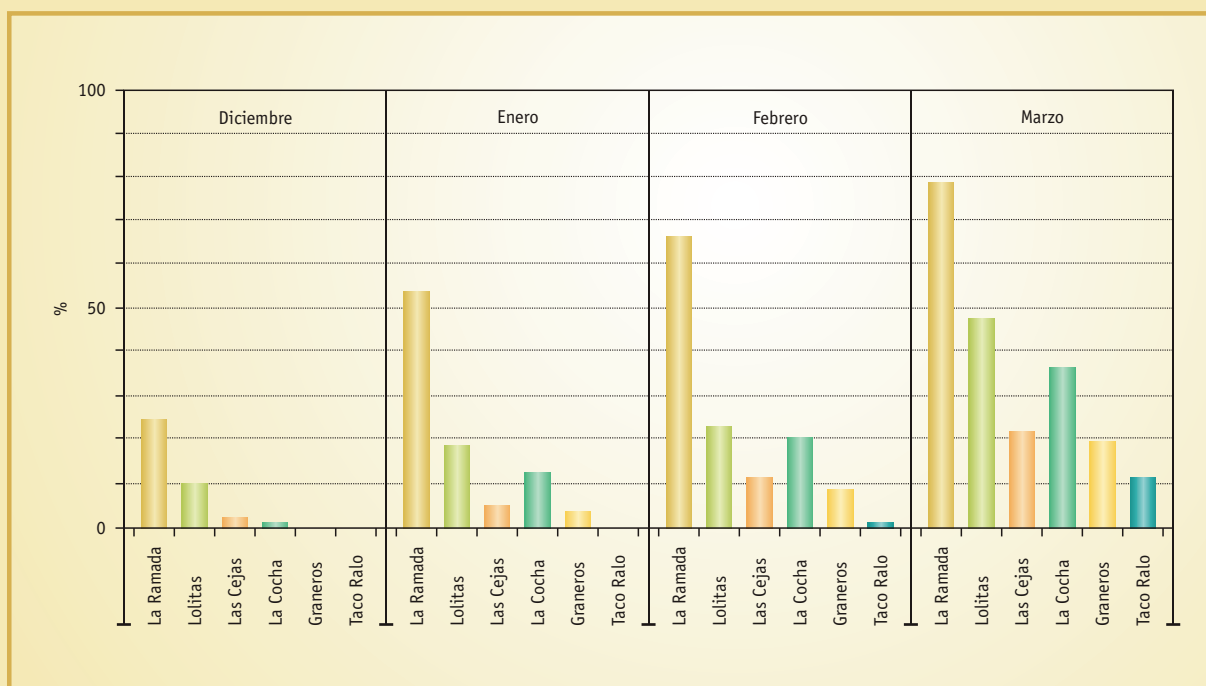
Gráfico I.4. Frecuencias de sequías moderadas y severas en los meses de verano, para 6 localidades del este tucumano.



Para completar el análisis se determinó la frecuencia de años con disponibilidad de humedad edáfica adecuada (Gráfico I.5), considerando los casos en que el almacenaje estuvo en el rango del agua fácilmente aprovechable (igual o mayor a 155 mm). En las áreas más húmedas, la

condición de humedad adecuada progresa desde un 25% en diciembre hasta un 75% en marzo. Por el contrario, las zonas más secas del sudeste provincial mostraron carencia de humedad adecuada en diciembre y enero, llegando a sólo un 11% en marzo.

Gráfico I.5. Porcentaje de años con disponibilidad adecuada de humedad edáfica en los meses de verano para 6 localidades del este tucumano.



EVOLUCIÓN DEL ÁREA CULTIVADA

Las estadísticas del cultivo de la soja en el NOA elaborada con las estimaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA), que incluye a las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca y la totalidad de Santiago del Estero, permiten describir la evolución a través del tiempo y mostrar el impacto de las condiciones ambientales. El Gráfico 1.6 muestra la evolución de la superficie cultivada en el NOA a través de 30 años. Puede verse que hasta mediados de la década del 70 la superficie se mantuvo sin cambios apreciables, desde entonces y hasta promediar la década de los 90 se observó un crecimiento sostenido y lineal del área cultivada. En el último período que va desde fines de los 90 hasta la campaña 2003/2004 el crecimiento fue exponencial, duplicándose la superficie sembrada en el término de 5 años. Este crecimiento del área cultivada estuvo asociado al desarrollo tecnológico, a situaciones de mercado y a condiciones ambientales favorables.

EVOLUCIÓN DEL ÁREA PERDIDA

La superficie perdida se estimó como diferencia entre la superficie sembrada y la cosechada. El Gráfico 1.7 muestra la evolución temporal de la superficie perdida expresada como porcentaje del área sembrada. Los mayores porcentajes se correspondieron con años con sequía severa (campañas 1971/1972, 1974/1975, 1986/1987 y 1988/1989). Otros episodios de sequía produjeron pérdidas significativas (campañas 1995/1996 y 2002/2003) y, aún cuando el porcentaje resulta inferior al 10%, la superficie involucrada es importante ya que corresponden a mayores superficies sembradas.

EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS

El Gráfico 1.8 exhibe la evolución de los rendimientos medios del NOA y un suavizado por media móvil de 5 años. Esta variable muestra también una tendencia creciente a través de los años, adjudicable a la mejora tecnológica y a condiciones ambientales favorables. Sin embargo, las caídas de rendimientos o desvíos negativos de la tendencia general, se relacionan con situaciones de sequía, destacándose las campañas 1971/1972, 1986/1987, 1988/1989 y 1995/1996.

EVOLUCIÓN DE LAS LLUVIAS EN EL NOA

Desde hace algunos años las investigaciones en el campo de la climatología y agroclimatología estuvieron orientadas a poner en evidencia la ocurrencia de un cambio en los principales elementos del tiempo clima, siendo la precipitación la más estudiada por su impacto directo en la producción agropecuaria, según se concluye del análisis de algunos trabajos. Minetti y Sierra (1984) estudiaron el avance de la frontera agrícola de Tucumán, asociada a un período con aumento de las precipitaciones; Pascale *et al.*, (1990) señalaron las anomalías positivas de las lluvias durante la década del 70 en Tucumán; Castañeda y Barros (1994) demostraron la tendencia positiva de las precipitaciones en la mayor parte del territorio argentino, particularmente a partir de fines de la década del 50; Lucero (1994) identificó un cambio climático sobre la ciudad de Córdoba, a partir de un aumento de la media poblacional de las lluvias anuales a partir de 1962; Sierra *et al.*, (1994) consideraron que el cambio en el régimen hídrico es el responsable de la migración de los cultivos de grano hacia el área marginal oeste de la región pampeana. Minetti (1995) describió el salto climático de la década del 50 en las precipitaciones mensuales en el este tucumano y oeste santiagueño.

CAMBIO EN EL PROMEDIO ANUAL DE PRECIPITACIONES EN EL NOA

Los Gráficos 1.9 (a y b) y 1.10 (a y b) muestran el cambio en el promedio anual de precipitaciones, para algunas localidades del área sojera, de las provincias de Salta, Tucumán y Santiago del Estero. La información de base para la Provincia de Salta fue obtenida de Bianchi (1992) y para Tucumán y Santiago del Estero del archivo pluviométrico de la EEAOC. Como las extensiones de las series consideradas eran variables, se dividió a cada una por mitades, de tal manera que para cada localidad la comparación de promedios se hizo sobre muestras de igual número de datos.

Todas las localidades mostraron un crecimiento del promedio anual en las últimas décadas, aunque el porcentaje de incremento no fue homogéneo en toda la región. Fue mayor en la provincia de Salta ubicándose entre el 27% y 47%, en tanto que para Tucumán y el oeste de Santiago del Estero fluctuaron entre 10% y 30%.

Gráfico I.6. Evolución del área cultivada con soja en el NOA en el período 1970/1971 a 2003/2004.

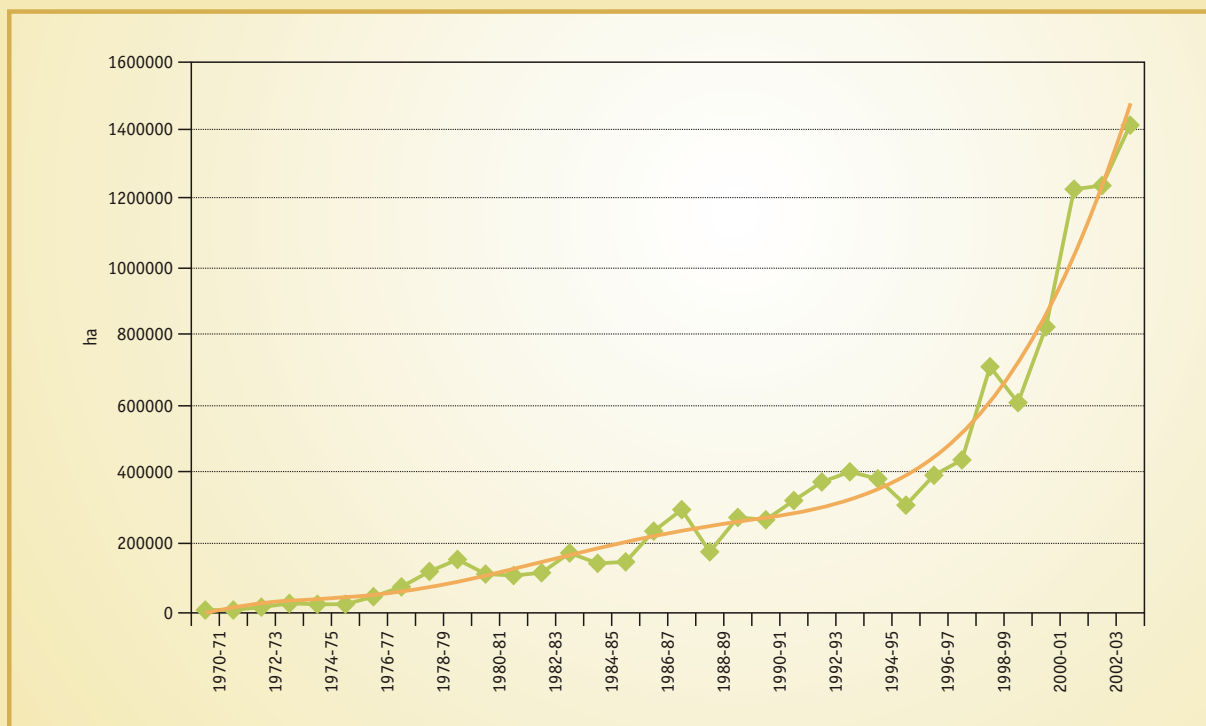
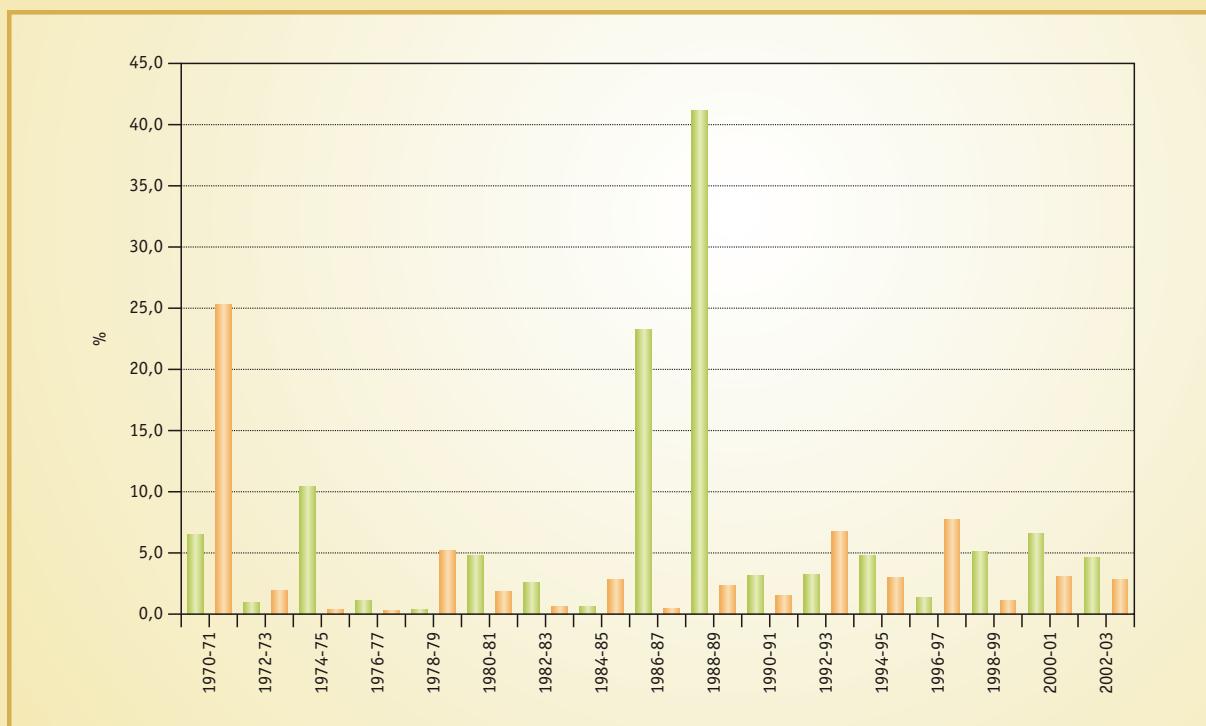


Gráfico I.7. Evolución del área perdida en el cultivo de soja en el NOA, en el período 1970/1971 a 2003/2004.



PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Gráfico I.8. Evolución de los rendimientos promedios de soja en el NOA, en el período 1970/1971 a 2003/2004.

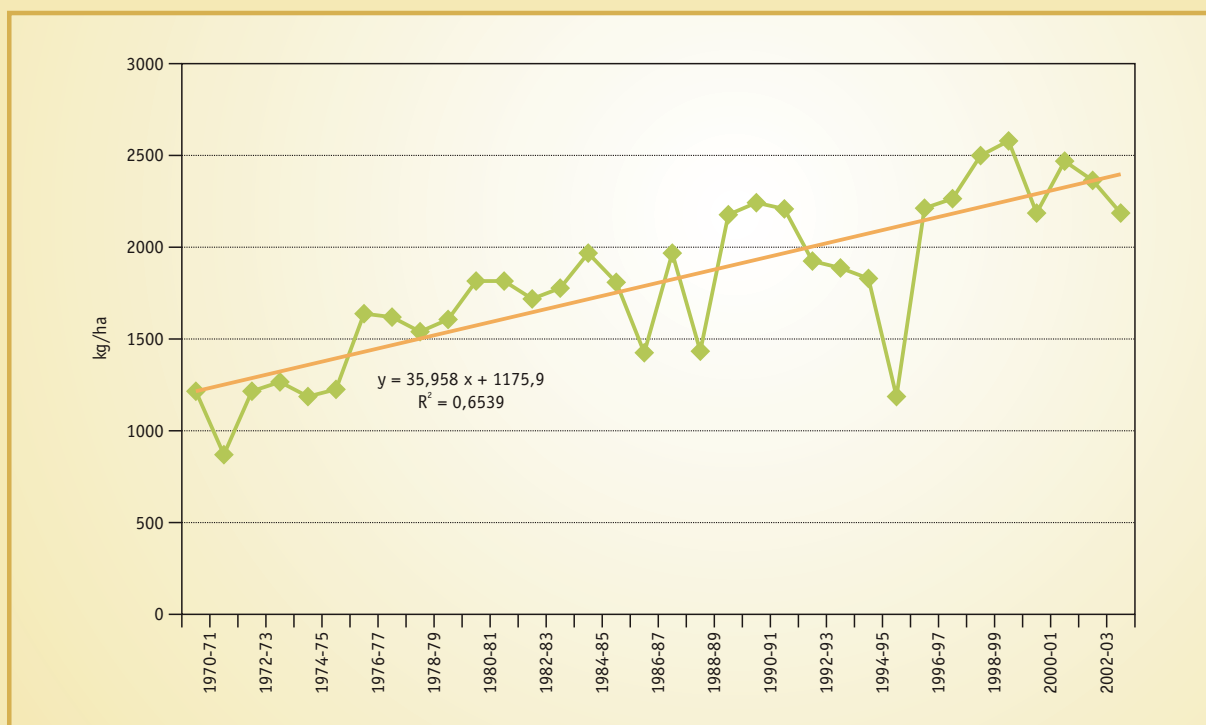


Gráfico I.9a. Comparación de promedios de totales anuales de localidades de la Provincia de Salta.

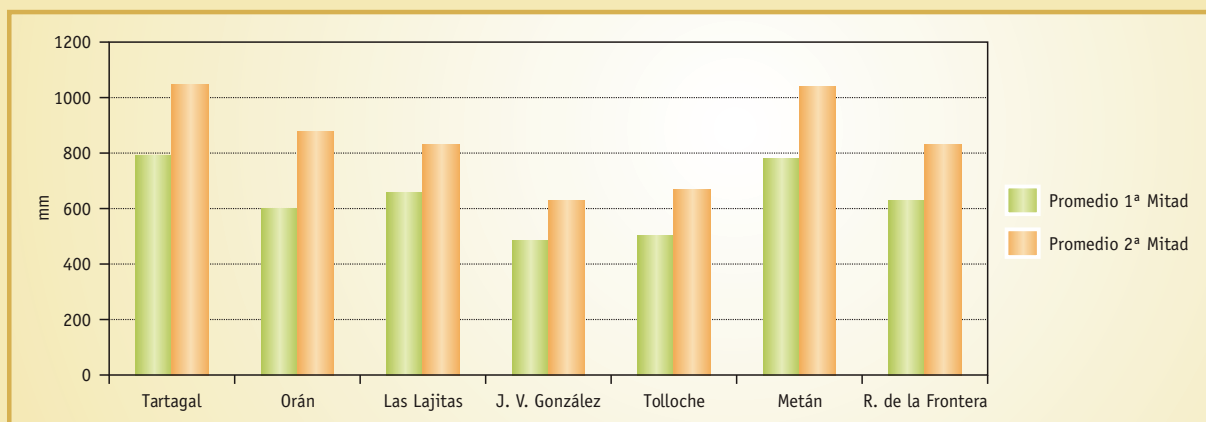


Gráfico I.9b. Incremento porcentual del promedio anual de lluvias para localidades de la Provincia de Salta.

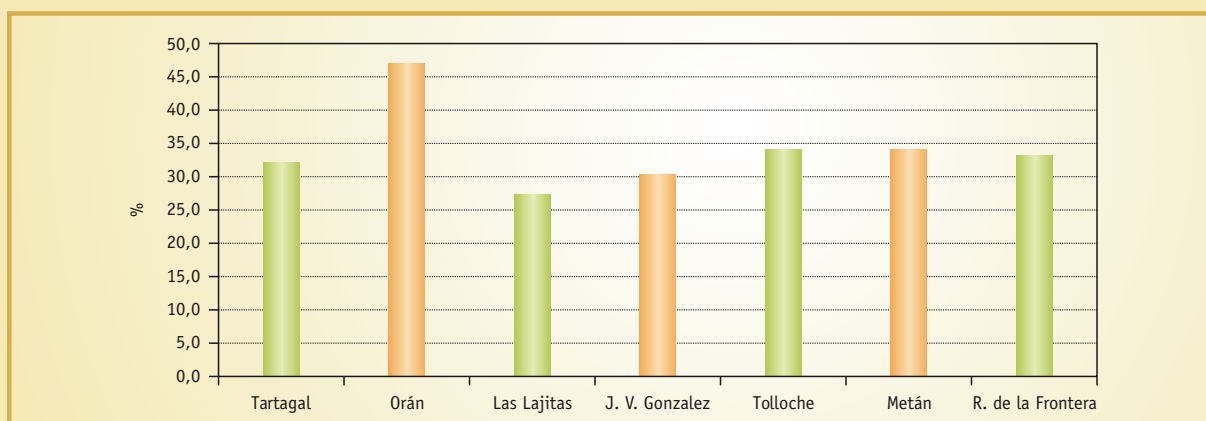


Gráfico I.10a. Comparación de promedios de totales anuales de localidades de las Provincias de Tucumán y Santiago del Estero.

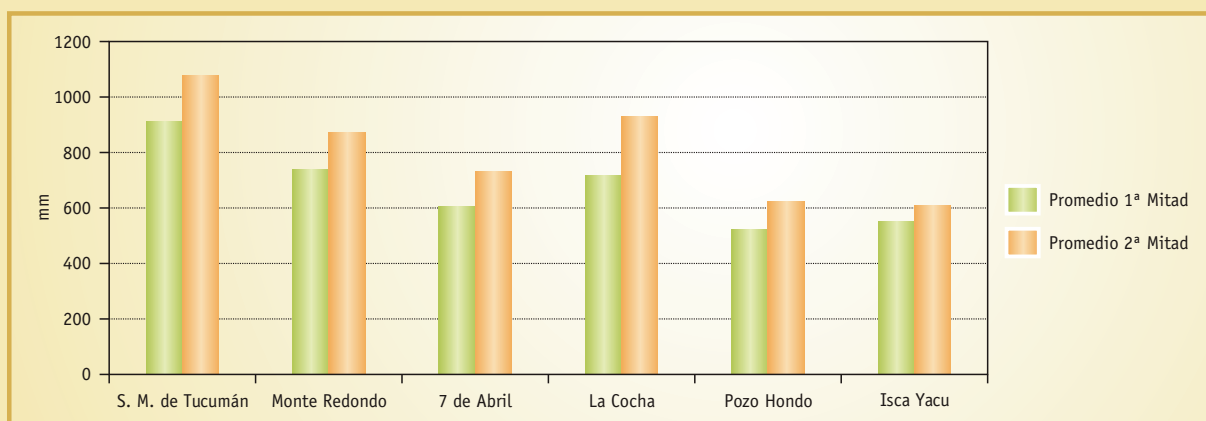


Gráfico I.10b. Incremento porcentual del promedio anual de lluvias para localidades de las Provincias de Tucumán y Santiago del Estero.



EVOLUCIÓN DE LAS LLUVIAS: CASO SAN MIGUEL DE TUCUMÁN

A los fines de complementar el estudio del régimen pluviométrico y generar información para el seguimiento de las condiciones de humedad en diferentes escalas temporales, se aplicó el método del índice de anomalía normalizado adoptado de Türkes (1996), a la serie pluviométrica del siglo 20 de San Miguel de Tucumán.

$$IAN = \frac{x_i - X}{SD}$$

donde:

IAN: Índice de anomalía normalizado.

x_i : Total anual de la campaña i .

X : Promedio anual de la serie.

SD : Desvío estándar de la serie.

El Gráfico I.11 muestra la evolución del IAN de las precipitaciones totales por campaña agrícola, para todo el siglo 20, en San Miguel de Tucumán. Puede verse que las anomalías negativas predominaron desde comienzos del siglo hasta mediados de la década del 50, cuando ocurrió el "salto climático" descrito por Minetti (1989), dando para éste período una tendencia lineal en disminución de las lluvias. Desde entonces y hasta el fin del siglo dominaron las anomalías positivas, con tendencia lineal en crecimiento de las precipitaciones, y trajo como consecuencia un incremento del 24,5% en el promedio anual de los últimos 45 años.

Este comportamiento de las precipitaciones se verificó en toda la región del NOA, como lo indican los Gráficos I.12 y I.13, correspondientes a Orán y La Cocha, ubicadas en los extremos latitudinales del área, y que determinó la posibilidad de expansión del área de cultivo ya comentada.

PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Gráfico I.11. Evolución del índice de anomalías normalizadas de las precipitaciones, por campañas agrícolas, para la localidad de San Miguel de Tucumán (26° 48' S, 65° 12' W, 481 msnm) en el periodo 1900-1901/2000-2001.

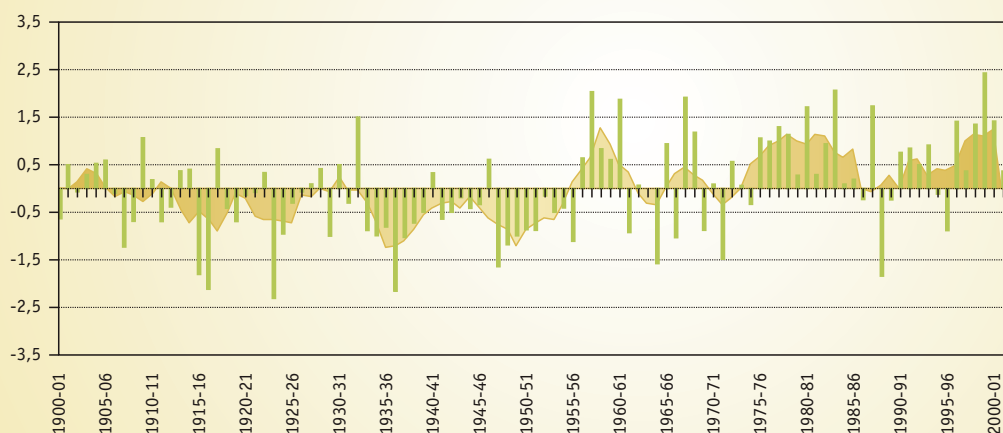


Gráfico I.12. Evolución del índice de anomalías normalizadas de las precipitaciones, por campañas agrícolas, para la localidad de Orán (23° 9' S, 64° 19' W, 357 msnm) en el periodo 1934-1935/1988-1989.

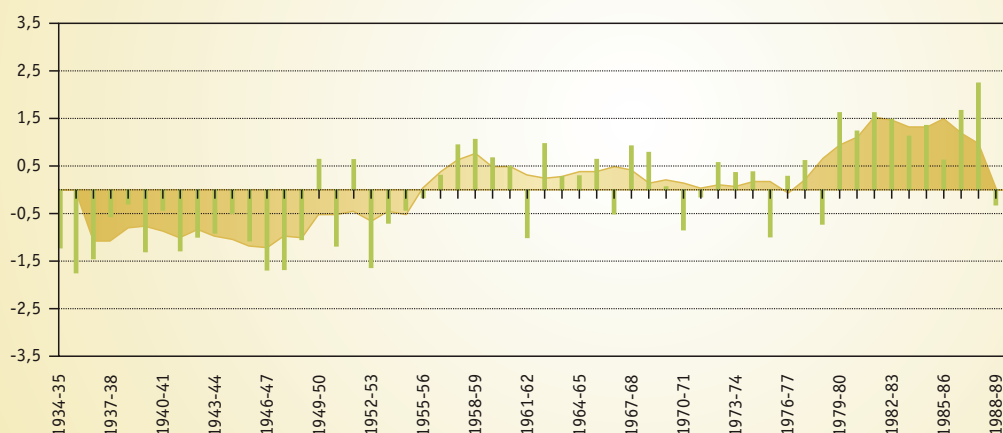
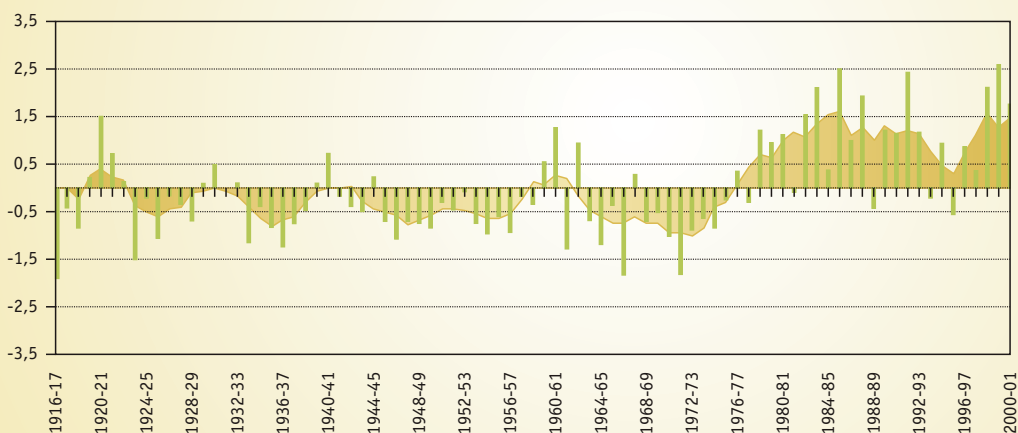


Gráfico I.13. Evolución del índice de anomalías normalizadas de las precipitaciones, por campañas agrícolas, para la localidad de La Cocha (27° 47' S, 65° 34' W, 443 msnm) en el periodo 1916-1917/2000-2001.



Por otra parte, el IAN aplicado a la serie de San Miguel de Tucumán, permitió generar un criterio para identificar ciclos de anomalías en las precipitaciones por campañas agrícolas, cuyos resultados se muestran en el Cuadro I.3.

Cuadro I.3. Análisis temporal de la ocurrencia de ciclos húmedos, secos e intermedios para San Miguel de Tucumán, en el período 1901/2000.

Ciclos Húmedos			Ciclos Secos			Ciclos Transición	
Fechas	Duración	Interrupciones	Fechas	Duración	Interrupciones	Fechas	Duración
1903-04/1905-06	3		1906-07/1908-09	3		1900-01/1902-03	3
1956-57/1960-61	5		1918-19/1921-22	4	1922-23 (1 Año)	1909-10/1917-18	9
1975-76/1985-86	11		1923-24/1926-27	4		1927-28/1932-33	6
1990-91/1993-94	4	1994-95/1995-96 (2 Años)	1933-34/1939-40	7	1940-41 (1 Año)	1961-62/1974-75	14
1996-97/1999-2000	4		1941-42/1945-46	5	1946-47 (1 Año)	1986-87/1989-90	4
Años ciclos húmedos	27		1947-48/1955-56	9		Años ciclos transición	36
Años c/ húmedos a/ Salto climático	3		Años ciclos secos	32		Años c/ transición a/ Salto climático	18
Años c/ húmedos d/ Salto climático	24		Años c/ secos a/ Salto climático	32		Años c/ transición d/ Salto climático	18
			Años c/ secos d/ Salto climático	0			

Se consideran ciclos húmedos o ciclos secos cuando la persistencia de anomalías positivas o negativas es mayor de 2 años. En los ciclos de transición se observan cambios rápidos en el signo de las anomalías. De acuerdo a este criterio, todos los ciclos secos se ubicaron antes del salto climático, en tanto que la gran mayoría de los ciclos húmedos ocurrieron después del salto climático. La cantidad de años involucrados en los ciclos de transición o normales se repartieron por igual antes y después del salto climático. El análisis de esta información permite inferir qué en las interrupciones de los ciclos húmedos y en los ciclos de transición o normales, ocurrieron procesos de sequía, algunos de los cuales fueron muy severos y ocasionaron pérdidas significativas en el cultivo de soja.

RELACIÓN CLIMA-CULTIVO

La asociación existente entre los rendimientos de los cultivos y la variabilidad interanual del clima sumado a los efectos tecnológicos ha sido objeto de estudio en otros países productores de granos (Shaw y Durost, 1965; Thompson, 1963, 1969) y en diversas regiones de la Argentina, (Sierra y Pórfido, 1980; Minetti *et al.*, 1982 a, b; Rebella *et al.*, 1980; Sierra y Brynsztein, 1989; Lamelas *et al.*, 1991).

Para el cultivo de la soja, Minetti y Lamelas (1995) utilizaron un modelo multilineal, asociando variables climáticas de escala mensual o estacional con datos de rendimientos promedios regionales anuales, en el

período 1966-1989. El área estudiada correspondía a parte de los departamentos Burruyacú y Cruz Alta, como se muestra en la Figura I.2, que incluía aproximadamente el 70 % de la superficie sembrada con soja en la provincia de Tucumán.

En la generación del modelo se usaron variables regionales como la precipitación, conformada por el promedio areal-mensual del agua caída en el área de estudio, habida cuenta que la precipitación no es una variable extensiva. En las otras variables como la temperatura, humedad, amplitud térmica, etc., los datos correspondieron a San Miguel de Tucumán, por ser éstas de tipo extensiva y representar en alguna medida lo ocurrido en la región.

Partiendo de una matriz de correlación donde se probaron todas las asociaciones posibles entre las variables predictoras (climáticas) y predictiva (rendimiento), se seleccionaron para conformar el modelo final aquellas que explicaban el mayor porcentaje de la varianza y no tenían efectos de colinealidad.

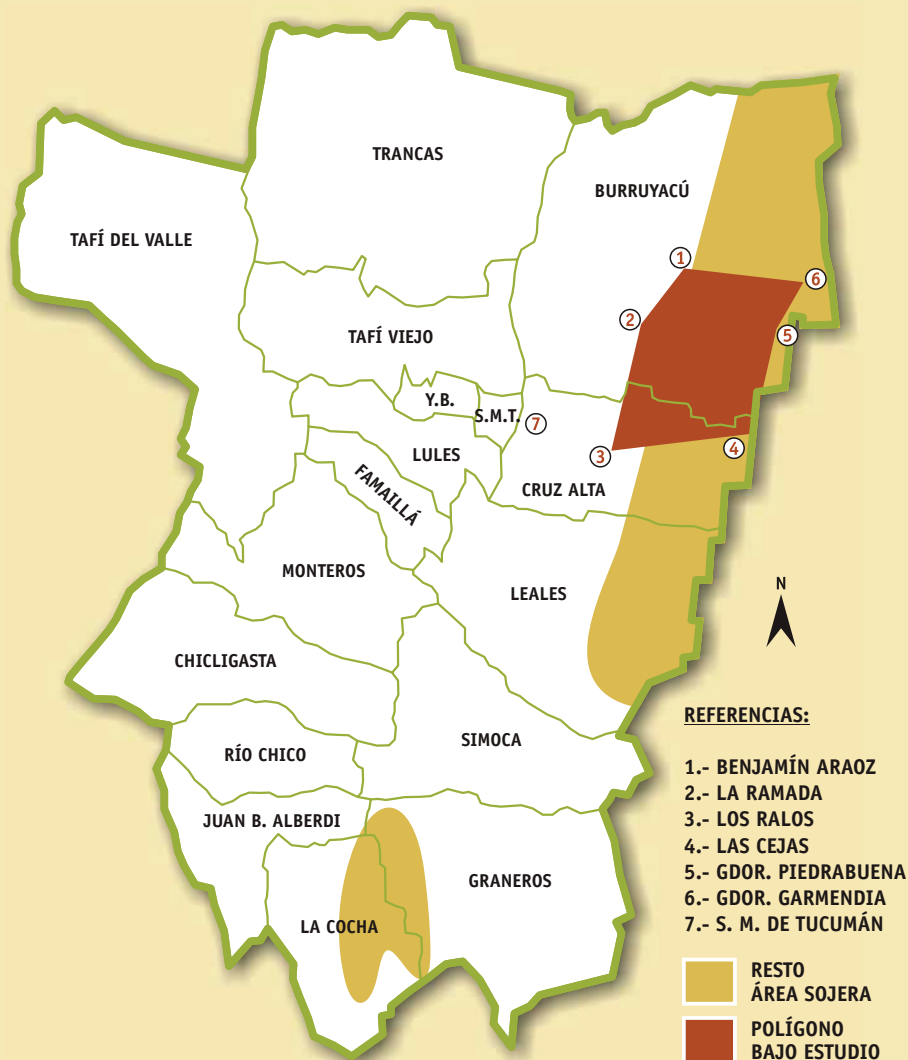
El Cuadro I.4 muestra las asociaciones de mayor significancia de noviembre a mayo. Los valores de correlación significativos al 1% de los meses de diciembre y febrero, señalan la dependencia hídrica del cultivo en dos etapas importantes de su ciclo evolutivo. El mes de diciembre se corresponde con la siembra-implantación del cultivo, etapa crítica en nuestra región por la escasez de agua almacenada en los suelos, en coincidencia con la finalización de la primavera

PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

normalmente seca, y por lo tanto marcadamente dependiente de las precipitaciones. Febrero resulta crítico ya que se corresponde con la floración y comienzo de llenado de grano, el periodo de máxima demanda de

agua de la soja. Además, febrero acumula la mayor parte de asociaciones significativas con variables climáticas, lo que indica la alta sensibilidad del periodo reproductivo a las condiciones ambientales.

Figura I.2. Área sojera de la provincia de Tucumán y polígono encerrado por localidades con información pluviométrica que se promedia.
Se ubica además a la estación meteorológica de San Miguel de Tucumán.



Cuadro I.4. Correlaciones significativas entre los rendimientos medios de soja con variables climáticas medias mensuales de San Miguel de Tucumán y la precipitación regional, periodo 1966 - 1989.

Variables	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
T° Media	----	----	----	----	----	----	----
T° Mínima	----	----	----	----	----	----	----
T° Máxima	----	----	----	-0,4	----	-0,4	----
Hum. Relativa	----	----	----	----	----	----	----
Heliofanía	----	----	----	-0,45	----	-0,6	----
Amp. Térmica	----	----	-0,5	-0,54	-0,62	-0,6	----
Precipitación	----	0,56	----	0,48	----	----	----

$N = 24$ datos, $r = 0.48$ y $r = 0.38$ significativas al 1% y 5%.

Todas las variables seleccionadas (elevada insolación, altas temperaturas diurnas y gran amplitud térmica) revelan situaciones de sequía climática y por lo tanto condiciones de estrés hídrico y térmico para el cultivo, que deprimen los rendimientos regionales.

El modelo de regresión múltiple finalmente seleccionado para la descripción de los rendimientos resultó:

$$Rto(t) = 2411.9 + 3.308 Rd(t-1) - 109.0 Af(t) + E$$

donde:

$Rto(t)$ = rendimiento de soja promedio de la provincia en el año (t) .

$Rd(t-1)$ = precipitación promedio regional para el mes de diciembre en el año anterior a la cosecha $(t-1)$.

$Af(t)$ = amplitud térmica media del mes de febrero del año de la cosecha, en San Miguel de Tucumán (t) .

E = error de estimación o residuo no explicado por los predictores.

Este modelo con $R^2 = 0.486$ explica el 48.6 % de la variabilidad de los rendimientos en el período 1966-1989.

El Gráfico I.14 muestra los rendimientos promedios observados y los valores generados por el modelo propuesto. Ambos poseen tendencia lineal creciente, lo cual sostiene la hipótesis de que parte de la tendencia de los rendimientos se debería a motivos de tipo climatológico. En este caso, la diferencia entre las pendientes de los datos reales observados ($br = 34,7 \text{ kg/ha/año}$) y de los datos del modelo ($bm = 8,8 \text{ kg/ha/año}$), es la tendencia de la variabilidad no explicada por motivos climáticos y que se asigna como responsable a la tecnología. Esta diferencia es de " b " = 25.9 kg/ha/año , o sea que la tecnología habría generado un aumento de los rendimientos promedios de la provincia de Tucumán de 621.6 kg/ha , en el período 1966-1989.

El Gráfico I.15 representa los valores obtenidos por el modelo en el período 1966-1989 con variables climáticas y el agregado del período anterior a 1966 obtenidas como un proceso de simulación en el período donde no existía el cultivo de soja.

En ella se observan dos promedios de largo plazo diferenciados, uno anterior a 1951 de 1.380 kg/ha y otro posterior de esa fecha con 1.620 kg/ha . Ese salto de $+240 \text{ kg/ha}$ en el promedio de supuestos rindes sería el resultado del impacto del salto climático, ocurrido alrededor de 1954, cuando el clima de la región pasa de un estadio más seco y cálido a otro más fresco y húmedo (lluvioso) en las

Gráfico I.14. Evolución temporal de los rendimientos medios reales (línea llena) y su tendencia lineal (br) comparada con los rendimientos estimados por el modelo (línea quebrada) y su tendencia lineal (bm), en el período 1966/1989.

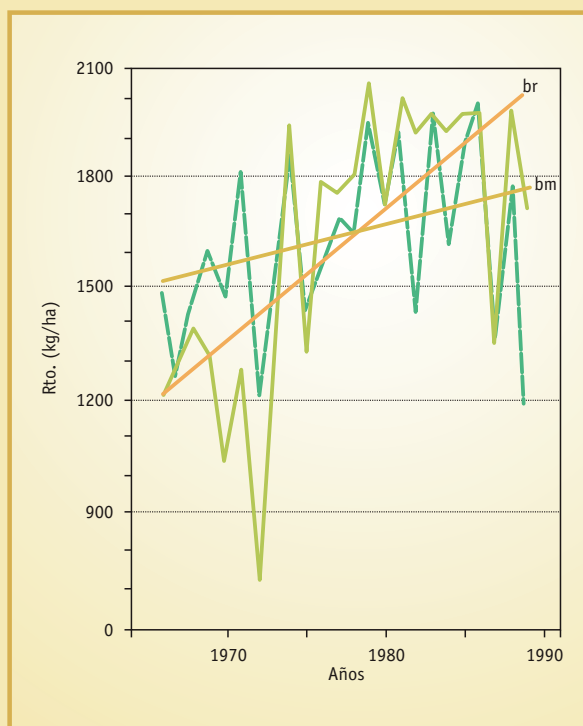
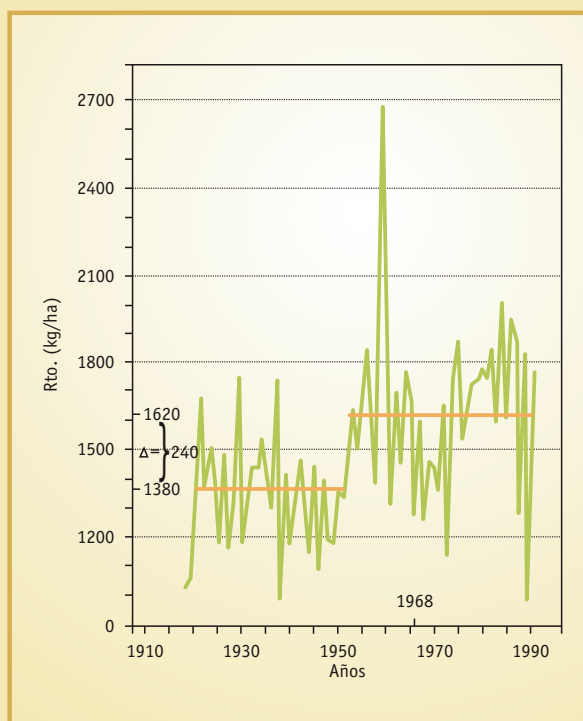


Gráfico I.15. Rendimientos promedios de soja simulados por el modelo multilíneal en el período 1916/1989 y cambio en el promedio de largo plazo generado por el salto climático de la década de 1950.



últimas décadas. Este fue el mismo fenómeno que contribuyó a la expansión de la agricultura de granos hacia la región semiárida del este de la provincia en décadas recientes, (Minetti y Sierra, 1984).

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL NOA

El régimen térmico favorable para el cultivo de la soja en el NOA, permite valorar climáticamente la región sólo con índices agroclimáticos hídricos (Pascale *et al.*, 1979), metodología similar a la utilizada para la provincia de Tucumán (Pascale *et al.*, 1989). En este estudio se consideraron 77 estaciones pluviométricas de Salta y 17 de Jujuy, con un período de lluvias en su mayoría entre 1934 y 1978 (Bianchi, 1992) y 54 localidades de Tucumán para el período 1916-1980 (Pascale *et al.*, 1986).

Los valores pluviométricos mensuales de cada año se procesaron según el método de balance hidrológico seriado (Pascale y Damario, 1977), calculándose dos índices

agroclimáticos: el Índice de Sequía (Iss) y el Índice de Humedad (Ihs) (Pascale *et al.*, 1979).

$$Iss = \frac{\text{mm deficiencia en hHH 'h' (*) (p = 0.50)}}{\text{Nº días del hHH 'h' (p = 0.50)}} \times 30$$

$$Ihs = \frac{\text{mm de exceso en hHH 'h' (*) (p = 0.50)}}{\text{Nº días del hHH 'h' (p = 0.50)}} \times 30$$

(*) período ER/EP x 100 entre valores superiores al 75%; donde ER es la evapotranspiración real y EP es la evapotranspiración potencial.

La combinación de los valores de Iss e Ihs para cada sitio generan diferentes calificaciones de aptitud agroclimática (Cuadro I.5).

La valoración de los suelos en su aptitud para el cultivo de la soja se estableció mediante cuatro categorías (Cuadro I.6).

Cuadro I.5. Condiciones de humedad y aptitud climática del NOA para el cultivo de la soja en secano.

Característica Hídrica Zonal	Valor de Iss	Aptitud Agroclimática	Valor de Ihs	Aptitud Agroclimática
Muy Húmeda	0	no apta	> 30	no apta
Húmeda	1 - 4	no apta a marginal	21 - 30	marginal
Sub-Húmeda Húmeda	5 - 8	apta	11 - 20	apta a marginal
Sub-Húmeda a Seca	9 - 12	apta a marginal	1 - 10	apta
Seca	> 12	no apta	0	no apta

Cuadro I.6. Criterios adoptados para valorar la aptitud de los suelos del NOA para el cultivo de la soja.

Aptitud Edáfica	Criterios de Valoración
Apta	Más del 50 % de la superficie es apta para el cultivo, ligeras a moderadas limitaciones o riesgos al uso y manejo de los suelos.
Medianamente Apta	Más del 50 % de la superficie es apta para el cultivo, moderadas a severas limitaciones o riesgos al uso y manejo de los suelos.
Marginalmente Apta	Entre el 25 % y 50 % de la superficie es apta para el cultivo.
No Apta	Menos del 25 % de la superficie es apta para el cultivo.

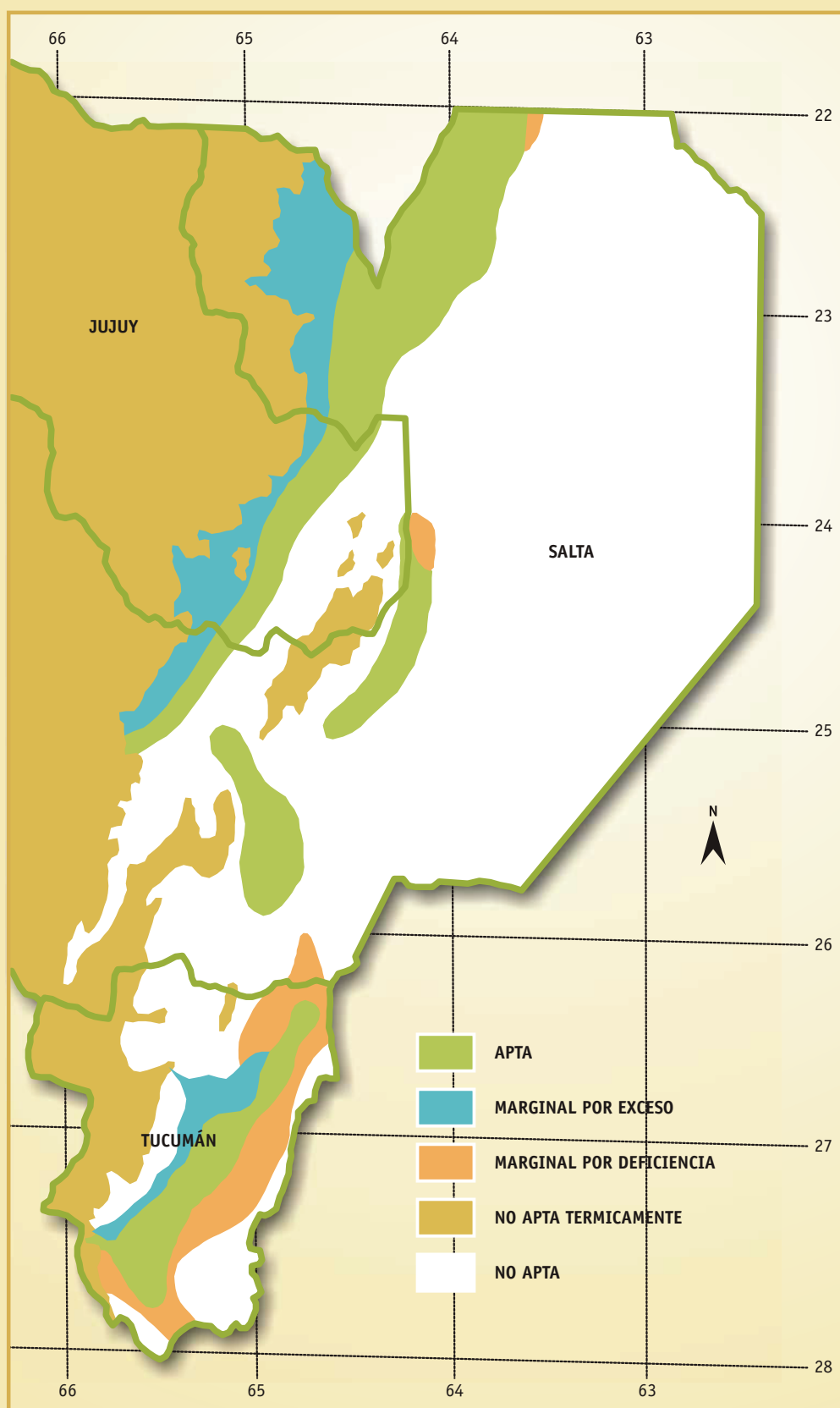
APTITUD CLIMÁTICA

La carta de la Figura I.3 marca la diferente aptitud climática regional según la valoración resultante de la combinación de los Iss e Ihs, al considerar que los límites del cultivo señalan los Iss superiores a 12 e Ihs = 0 ó Iss = 0 e Ihs mayor de 30. Las combinaciones entre estos extremos califican las

áreas del NOA como: aptas, marginales por exceso hídrico, marginales por deficiencia hídrica y no aptas.

De norte a sur, entre los meridianos de 64° y 66° W, se encuentra una estrecha zona climáticamente apta, que a oriente linda con ineptitud por falta de agua y a occidente con áreas marginales por creciente exceso hídrico durante el ciclo vegetativo de la soja.

Figura I.3. Aptitud climática del NOA para el cultivo de la soja en seco.



APTITUD EDÁFICA

Como consecuencia de distintas clases y grados de limitaciones al uso y manejo de los suelos, las tierras aptas para el cultivo de la soja en el NOA (Figura I.4) se localizan en áreas de los valles intermontanos, umbral al Chaco y sectores de la llanura chaqueña en Salta y Jujuy y en la llanura chacopampeana en Tucumán, correspondiendo, en general, a tierras desde suavemente inclinadas a casi a nivel, con suelos profundos, moderadamente a bien drenados, buena a mediana retención de agua, bien a moderadamente bien provistos de materia orgánica, reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina, presentando ligeras a moderadas limitaciones por riesgos de erosión hídrica y moderada a baja capacidad de retención de agua, en algunos suelos del área.

Las tierras medianamente aptas se localizan en valles intermontanos, pedemonte y sectores de la llanura chaqueña. Se trata de tierras suavemente inclinadas u onduladas hasta a nivel, con suelos medianamente profundos, imperfecta o excesivamente drenados, presentando moderadas a severas limitaciones por riesgos de erosión hídrica, condiciones de drenaje, capacidad de retención de agua y salinidad.

Las tierras marginalmente aptas se localizan en áreas montañosas y en la llanura chaqueña, siendo las limitaciones más importantes para el cultivo los riesgos muy severos de erosión hídrica, texturas extremas, exceso de agua en o sobre el suelo y/o contenidos salinos que superan los límites críticos en el 50 al 75 % de la superficie del área.

Las zonas no aptas corresponden en la mayor parte a tierras de relieve o salinidad excesivos para el cultivo en más del 75 % de la superficie.

APTITUD ECOLÓGICA

La superposición de las Figuras I.3 y I.4 produce distintas áreas con aptitud ecológica diferente y que se representa en la Figura I.5.

Surge evidente que la zona ecológicamente óptima para el cultivo en Salta se reduce apreciablemente debido al déficit de humedad durante el periodo vegetativo, pues la buena aptitud edáfica es mucho más amplia. De igual forma en Tucumán, la mejor aptitud ecológica también representa escasa superficie, tanto por limitantes

hídricas como edáficas, siendo éstas últimas bien marcadas en el centro de la provincia. En Jujuy la pequeña franja climática apta es bien acompañada por la aptitud edáfica.

Las áreas de aptitud ecológica menos favorables (buenas, regulares y marginales) tienen una distribución acorde con las disminuciones de favorabilidad climática y/o edáfica, especialmente en Tucumán, en tanto que en Salta y Jujuy pasan bruscamente de la zona óptima a la no apta sin pasar por una zonificación intermedia, debido al pronunciado gradiente en disminución de la precipitación hacia el este o por la falta de definición de las unidades de suelos en las áreas pedemontanas lindantes con la isohipsa de 1500 msnm. Sin embargo, la marginalidad regional existe ya que, en años con favorabilidad climática, se observa un desplazamiento de las áreas cultivadas hacia el este a favor del aumento de las precipitaciones estivales, como aconteció en los años de la década del setenta. Este avance del cultivo en el NOA hacia oriente en áreas de características semiáridas con gran variabilidad en las precipitaciones anuales, son alternativas riesgosas para el equilibrio ecológico y la economía agrícola. No hay que olvidar que estas cartas de zonificación agroecológicas (Figura I.5) se trazan con la ocurrencia probable de la humedad basados en series pluviométricas extensas que incluyen todas las situaciones posibles sin considerar, separadamente, los ciclos húmedos o los secos.

El Cuadro I.7 muestra la superficie y la distribución porcentual de las distintas aptitudes ecológicas para la región NOA en su conjunto.

La superficie cultivada con esta oleaginosa podría extenderse hasta 920.000 hectáreas en las áreas óptimas y buenas, que representan un 7,6% de la región térmicamente apta. En esta superficie la soja debe competir por el espacio con importantes cultivos de la región, como caña de azúcar, citrus, hortalizas, tabaco, maíz y poroto.

La posibilidad de expansión en áreas regulares y marginales en el NOA, con 590.000 hectáreas (4,9% de la región térmicamente apta) cobra mayor importancia en Tucumán (461.000 hectáreas), que en Salta (89.000 Hectáreas) y en Jujuy (40.000 hectáreas). Esto exige la obtención y difusión de cultivares adaptados y la generación de tecnología agronómica más eficiente que permita mejorar la calificación de estas áreas.

Figura I.4. Aptitud edáfica del NOA para el cultivo de la soja en seco.

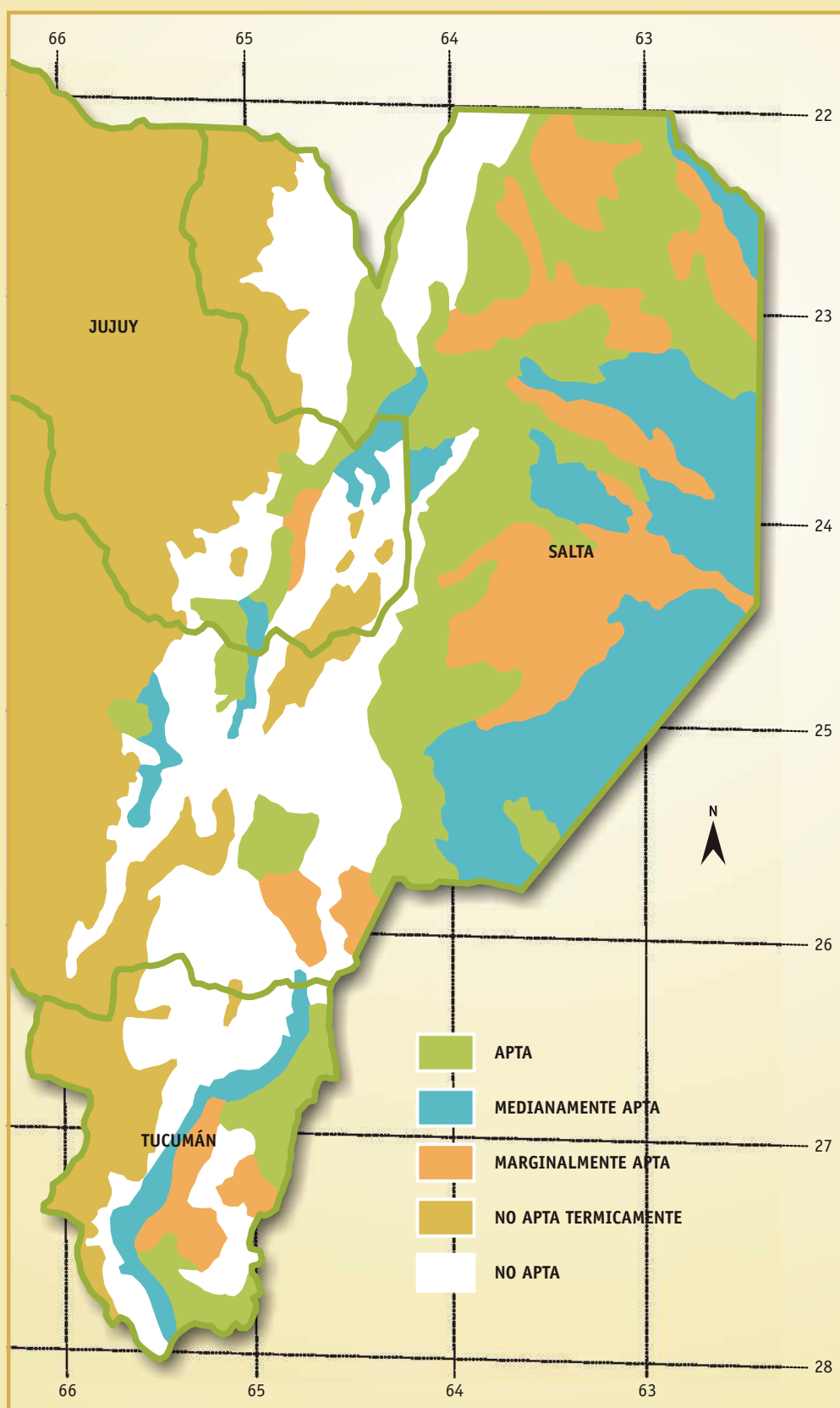
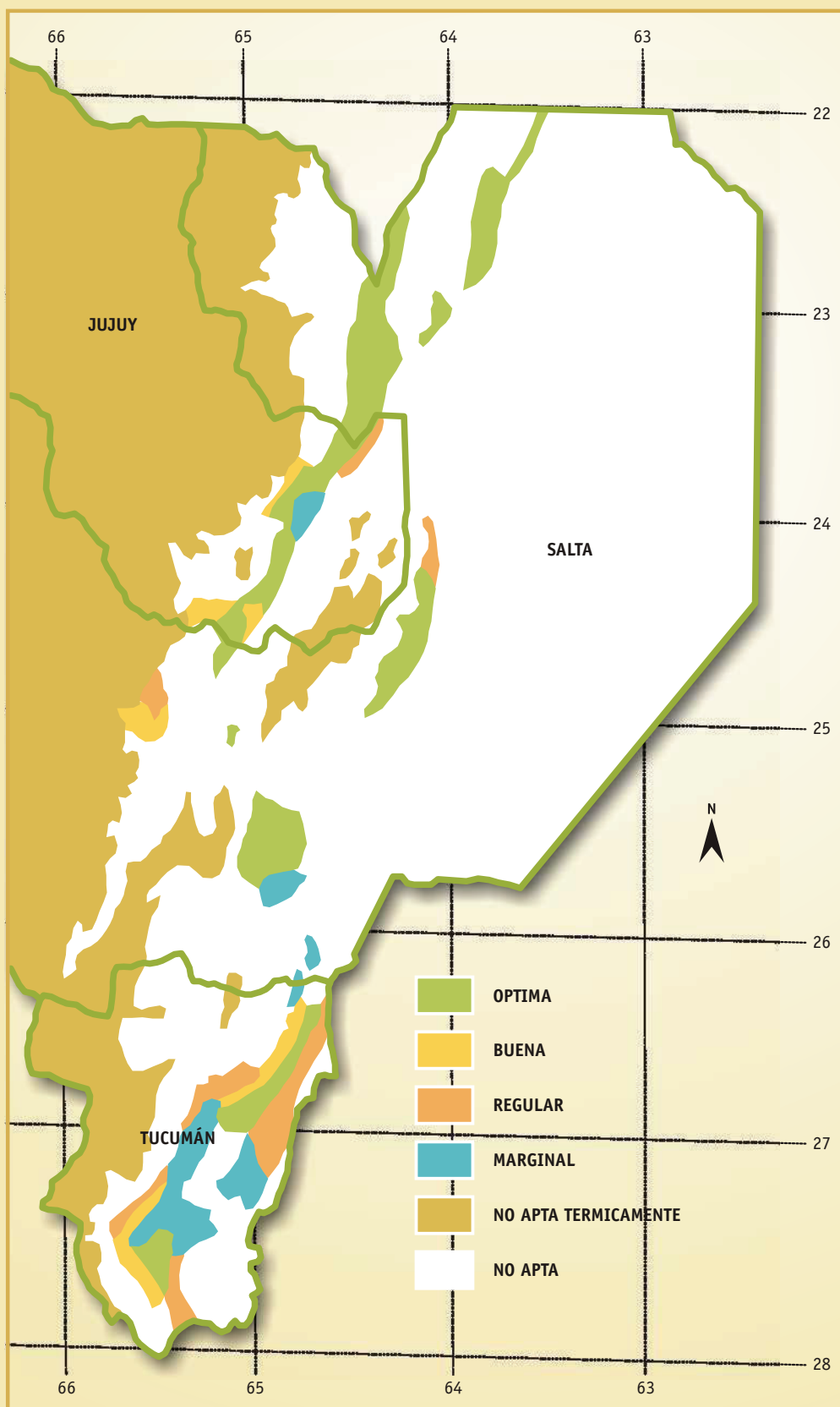


Figura I.5. Aptitud ecológica del NOA para el cultivo de la soja en seco.



Cuadro I.7. Inventario de las áreas correspondientes a las zonas ecológicas de la región del NOA para el cultivo de la soja en seco.

Zona	Superficie en Hectáreas		
	NOA		
	X 1000	% Sobre	
		Superficie Total	Superficie Térmicamente Apta
Térmicamente no apta	11.029	48,0	
Térmicamente apta	12.022	52,0	
Óptima	736	3,0	6,1
Buena	183	0,7	1,5
Regular	292	1,1	2,4
Marginal	298	1,2	2,5
No Apta	10.513	46,0	87,5

La Figura I.6 muestra la superficie cultivada con soja en la campaña 2002-2003 (elaborada por la Sección Sensores Remotos y SIG de la EEAOC, 2003) obtenida por procesamiento de imágenes satelitales. Puede verse que el sector oriental del área de cultivo se corresponde con zonas ecológicas no aptas exhibidas en la Figura I.5, lo que indica, tal como se señalara anteriormente, un mayor grado de riesgo en estas zonas incorporadas al cultivo.

MODIFICACIÓN DE LA APTITUD AGROCLIMÁTICA SOJERA EN TUCUMÁN COMO CONSECUENCIA DEL SALTO CLIMÁTICO

En un estudio realizado por Lamelas *et al.*, (1995) se determinaron las modificaciones de la aptitud agroclimática de la provincia de Tucumán para el cultivo de la soja, como consecuencia del incremento de las precipitaciones evidenciado a partir de mediados de la década del 50.

Se utilizaron series de precipitaciones mensuales del período 1961-1990 correspondientes a 49 localidades, que abarcan el pedemonte y la llanura de la provincia de Tucumán y parte del oeste de Santiago del Estero. El resto de la metodología fue idéntica a la descrita anteriormente.

La Figura I.7a muestra la nueva zonificación por aptitud agroclimática para la soja, con las precipitaciones del período 1961-1990, en tanto que la Figura I.7b representa la zonificación anterior realizada con series de precipitaciones del período 1916-1980. Por comparación de ambas cartas se puede apreciar la importante transformación de la aptitud regional debida al salto climático de mediados de la década del 50.

Los valores del índice de sequía para la soja (Iss) disminuyeron significativamente en el período 1961-1990 y, en consecuencia, los límites de aptitud se desplazaron hacia el este de la provincia. Gran parte de la región limitante con Santiago del Estero, antes calificada como marginal por deficiencia, se transformó en apta, quedando con condición de marginalidad por sequía una angosta franja ubicada al sur, que penetra en la provincia en dirección este-oeste. La región no apta por deficiencia quedó relegada al sudeste de la provincia. A su vez, los valores del índice de humedad para la soja (Ihs) crecieron marcadamente, en particular en la zona pedemontana y oeste de la llanura. De tal manera el límite de marginalidad por exceso de agua se desplazó también hacia el este, abarcando en su mayor proporción a la zona cañera y a parte del área de cultivo de granos en el departamento de Burruyacú.

El incremento de los promedios de precipitación anual y del trimestre enero-marzo, en el período 1961-1990, resultó importante y mostró marcada irregularidad espacial. Este comportamiento de las precipitaciones, se reflejó en las variables determinantes de la aptitud agroclimática, produciendo:

- Aumento de la duración del período hídrico apto para el cultivo.
- Disminución de las deficiencias hídricas e incrementos de los excesos de agua acumulados en el período hídrico apto para el cultivo.

A pesar de la mejora de la aptitud agroclimática descripta, el nivel de riesgo continua siendo importante por la alta variabilidad interanual de las condiciones hídricas, lo que

Figura I.6. Área sojera del NOA en la campaña 2002/2003.

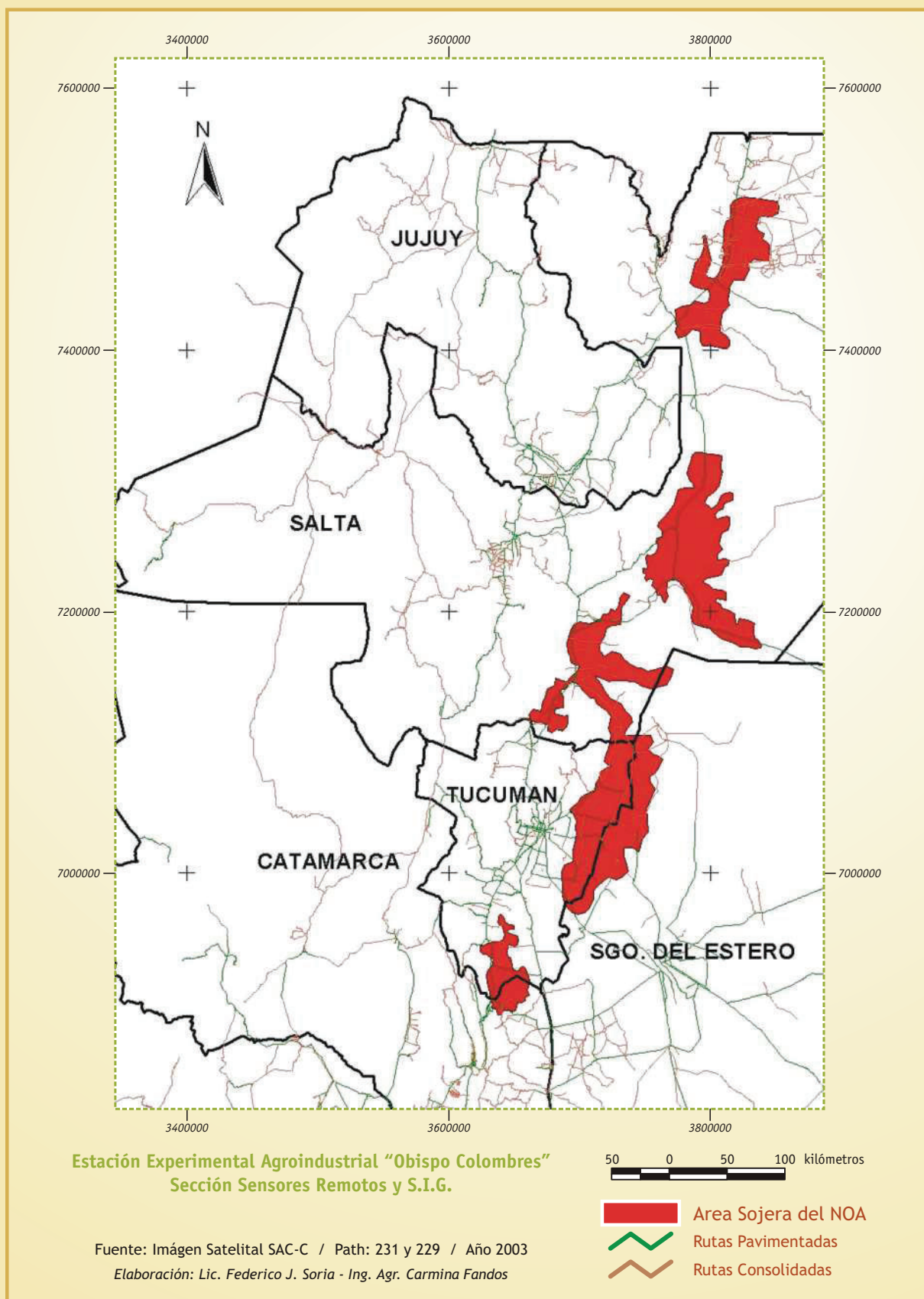
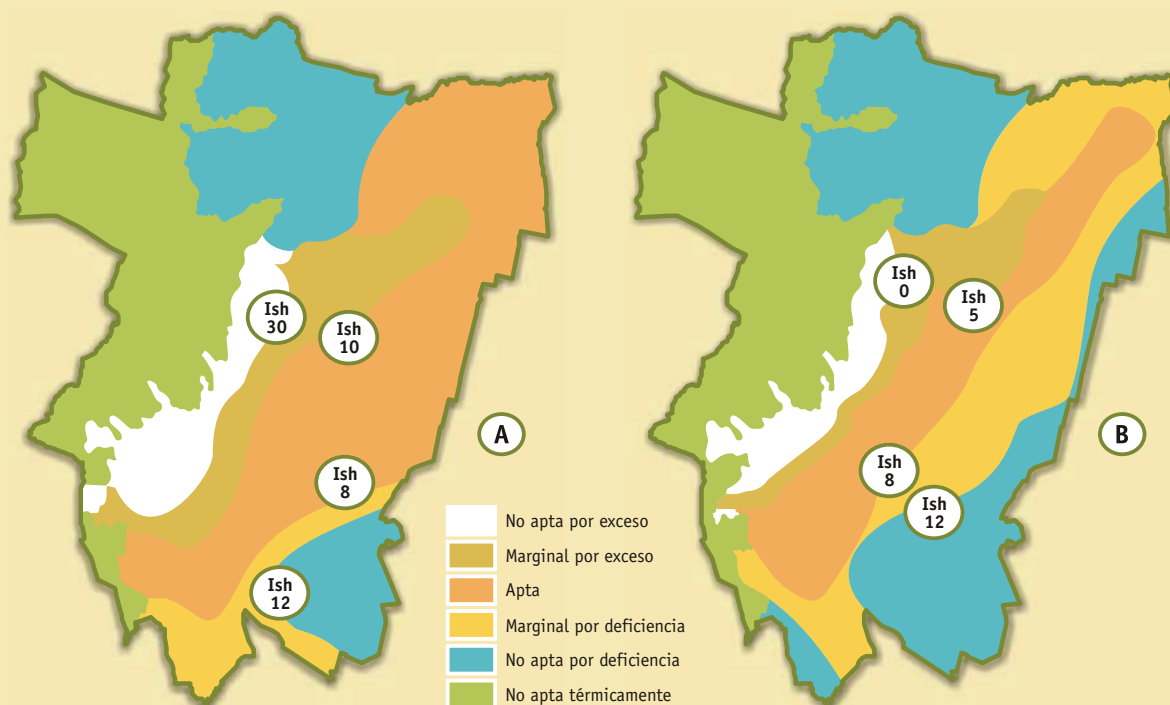


Figura I.7. Aptitud Agroclimática de la Provincia de Tucumán para el cultivo de la soja en seco.
a) período 1961/1990. b) período 1916/1980.



implica la posibilidad de ocurrencia de sequías intensas o de excesos perjudiciales para el cultivo.

Así como un ciclo húmedo expandió las áreas aptas para el cultivo, un retorno a condiciones de menores precipitaciones, probable estadísticamente, podría afectar la productividad regional y especialmente las de aquellas áreas calificadas como marginales o no aptas con datos de series más extensas. Las evaluaciones de campañas con sequías, realizadas por la EEAOC, a través de los últimos 20 años, mostraron mayor severidad de afectación en áreas marginales, lo que podría avalar esta hipótesis.

ESTIMACIÓN DE LA AGRESIVIDAD PLUVIAL EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN

El incremento de las precipitaciones que operó favorablemente para la habilitación de nuevas áreas al cultivo y que contribuyó en parte al incremento de los rendimientos en la región, implica también un aumento del riesgo de erosión hídrica. La erosión hídrica afecta a gran parte de los sistemas agrícolas del mundo, provocando pérdidas crecientes en el potencial productivo por la degradación de los suelos y daños en infraestructura hidráulica, vial, ferroviaria, energética, etc.

En la provincia de Tucumán la expansión de la frontera agrícola fue tan significativa en los últimos 30 años que, prácticamente, no quedan áreas aptas para incorporar a la producción (Soria y Fandos, 2003). De lo dicho se desprende que los procesos de erosión de los suelos tendrían un fuerte impacto socio económico.

Existen numerosos modelos para estimar las pérdidas de suelos por erosión hídrica. El más difundido es la ecuación universal de pérdida de suelo revisada (RUSLE) (Renard, 1996), donde la contribución de las lluvias es valorada a través del factor R (Wischmeier, 1959). Este índice requiere de información pluviográfica, lo que limita marcadamente su utilización a escala geográfica debido a la escasez de este tipo de información. Las estimaciones realizadas para la Provincia de Tucumán corresponden a muy pocos sitios que sólo tienen representatividad local. A los fines de superar esta dificultad, se han generado índices que utilizan la información pluviométrica convencional para describir el efecto erosivo de las lluvias.

Con el propósito de estudiar este aspecto se utilizaron índices de agresividad pluvial aplicados a series pluviométricas convencionales de la provincia de Tucumán y algunas localidades vecinas de Salta y Santiago del Estero (Lamelas *et al.*, 2004 a y b). En una primera etapa se trabajó con los totales mensuales y

anuales de precipitación, de una serie que abarca todo el siglo 20, perteneciente a la localidad de San Miguel de Tucumán (26°48'S, 65°12'W, 481 msnm). Se seleccionaron tres índices de agresividad pluvial. En primer término, el Índice de Fournier (IF) (Fournier, 1960) que utiliza la precipitación media del mes más lluvioso y la precipitación media anual, según:

$$IF = \frac{p \text{ mex}^2}{P}$$

donde:

IF: Índice de Fournier.

p mex: Precipitación media del mes más lluvioso.

P: Precipitación media anual.

A los fines de evaluar la variabilidad interanual del IF, se aplicó la ecuación a todos los años de la serie. Además, para valorar la variación intra-anual se calcularon los IF para todos los meses del año, reemplazando p mex por el total del mes considerado.

En segundo término se trabajó con el Índice Modificado de Fournier (IMF), propuesto por Arnoldus (1978), que considera a todos los meses del año y se calcula según:

$$IMF = \sum_{i=1}^{12} \frac{pi^2}{pt^2}$$

donde:

IMF: Índice Modificado de Fournier.

pi: Precipitación media mensual.

Pt: Precipitación media anual.

La modificación propuesta considera aquellas situaciones donde hay más de un pico mensual de precipitación (regímenes bimodales) o bien existen varios meses lluviosos, como es el caso de la localidad en estudio.

Para evaluar la variabilidad interanual también se calcularon los IMF para todos los años de la serie, con idéntico criterio aplicado a la serie de IF.

Por último, se aplicó el Índice de Concentración de las Precipitaciones (ICP) propuesto por Oliver (1980), que se calcula de acuerdo a:

$$ICP = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^{12} pi^2}{P^2}$$

donde:

ICP: Índice de Concentración de las Precipitaciones expresado como porcentaje.

pi: Precipitación media mensual.

P: Precipitación media anual.

Este índice estima la agresividad climática teniendo en cuenta la variabilidad temporal de las precipitaciones mensuales. Los valores del ICP varían desde 8,33 %, donde el promedio mensual de precipitación es idéntico en todos los meses, hasta 100% donde el total anual de las precipitaciones se concentra en un solo mes.

Una característica destacable del clima del lugar en estudio es la marcada variabilidad interanual de las precipitaciones y de los índices de agresividad pluvial, lo que puede apreciarse en el Cuadro I.8.

Cuadro I.8. Estadísticas de los índices de agresividad pluvial y sus componentes, para San Miguel de Tucumán en el período 1901/2000.

	P Anual	P Mex Anual	IF Anual	IMF Anual	ICP Anual
Media Clima		193,7	37,8	136,6	13,8
Media Serie	992,7	252,3	65,9	161,3	16,3
Desvío Estand.	230,9	69,7	26,3	41,4	1,9
Coef. Variación	23,3	27,6	39,9	25,7	11,9
MÍNIMO	463,2	90,1	17,5	77,4	12,2
P = 0,01	497,2	122,1	21,2	84,0	12,4
P = 0,05	609,2	151,7	32,2	103,9	13,4
P = 0,10	734,7	176,2	38,5	111,9	13,7
MEDIANA	986,8	242,9	59,7	157,5	16,3
P = 0,90	1299,2	366,0	106,0	223,6	18,5
P = 0,95	1391,3	376,7	116,0	237,5	19,5
P = 0,99	1474,1	387,4	128,9	257,0	22,3
MÁXIMO	1548,3	391,7	152,6	257,8	22,3

Los resultados obtenidos indican que los totales de precipitación por campaña agrícola (P Anual) mostraron una marcada variabilidad interanual y un crecimiento a partir de mediados de la década del 50, aspectos ya comentados.

El mes más lluvioso (p mex anual) tuvo un comportamiento similar al de los totales anuales, comprobándose un crecimiento marcado en la pluviosidad mensual (20,4% en promedio) en los últimos 45 años, lo que indicaría un incremento del riesgo de erosión hídrica. La frecuencia de ocurrencia del máximo valor en cada mes del año señala que, a enero le correspondió el 38% de los casos, seguido por 23% en diciembre, 17% en marzo, 16% en febrero, 4% en noviembre, 1% en octubre y abril, y ningún caso para el resto del año. Esto indica que el riesgo de erosión se concentra en el período diciembre-marzo, siendo en el resto del año escaso o nulo.

La alta asociación entre la precipitación máxima en 24 hs con p mex anual en el período 1970-1999 (Cuadro I.9), sugiere que éste último sería un buen indicador de la intensidad de las precipitaciones.

Cuadro I.9. Relaciones entre índices y variables de precipitación.

	P Anual	P Mex Anual	P Max 24
P Mex Anual	0,798		0,553
IF Anual	0,711	0,920	
IMF Anual	0,896	0,923	
ICP Anual	-0,102	0,377	

La asociación entre el IMF anual con P anual y p mex anual es la mas alta entre los índices probados (Cuadro I.9). Esto permitió inferir que, entre los métodos aplicados, el IMF sería el más adecuado para estimar la agresividad pluvial en nuestra región.

La contribución relativa de cada uno de los meses al IMF anual señala que los valores más elevados corresponden al período diciembre-marzo, que en conjunto contribuye en un 85%, y que el semestre octubre-marzo contribuye con el 95%. El resto del año no tiene efecto sobre la agresividad pluvial.

En una segunda etapa se propuso determinar, a partir de información pluviométrica convencional, la distribución espacial y la variabilidad de la agresividad pluvial en la Provincia de Tucumán.

Se utilizaron series pluviométricas mensuales y anuales de 115 localidades, distribuidas en la Provincia de Tucumán y en áreas colindantes de las provincias de Salta, Santiago

del Estero y Catamarca. La extensión de las series, que abarcan 30 años o más a partir de 1961, aseguran su representatividad.

Los datos se procesaron con un programa en hoja de cálculo, que permitió generar los índices de agresividad pluvial y la distribución de frecuencias empíricas. En este estudio sólo se consideró el Índice Modificado de Fournier (IMF).

Los valores de IMF se calificaron de acuerdo al siguiente criterio (Cuadro I.10):

Cuadro I.10. Calificación de los valores del Índice Modificado de Fournier (IMF), adaptado de Jordán y Bellinfante (2000).

IMF	Designación
$X < 90$	Bajo
$90 \leq X < 120$	Moderado
$120 \leq X < 160$	Alto
≥ 160	Muy Alto

Para la cartografía se consideraron los valores de IMF correspondientes a la probabilidad de ocurrencia del 50% (IMF50); 10 % (IMF10) y 90% (IMF90), y se incorporó a todos ellos la zonificación de unidades fisiográficas principales, digitalizadas por la Sección Sensores Remotos y SIG de la EEAOC (2003).

La Figura I.8 muestra que, en condiciones de años normales, los valores de IMF50, son muy altos en la ladera oriental del cordón montañoso, en todo el sector pedemontano y en el oeste y centro de la llanura. En el resto del área llana dominan los valores altos y algunos valores moderados en el oeste de Santiago del Estero. La Cuenca de Tapia-Trancas, ubicada en el centro-norte de la provincia, presenta índices moderados en su mayor extensión y sólo valores altos en algunos sitios del oeste de la cuenca. Para Tafí del Valle y los Valles Calchaquíes, ubicados al oeste de la provincia, los índices son bajos.

Al considerar IMF10 (Figura I.9) se observa que, en años muy secos, las categorías de menor agresividad pluvial se desplazan hacia el oeste. Los valores muy altos se concentran sólo en el sector centro-sur del pedemonte y laderas aledañas, dando para el resto del pedemonte valores altos y moderados. En la llanura, los índices altos se ubican en el centro-oeste y en algunos sitios que limitan con el pedemonte, en tanto que en el resto de esta región dominan los valores moderados y bajos. En la Cuenca de Tapia-Trancas, Tafí del Valle y Valles Calchaquíes los índices son bajos.

Figura I.8. Distribución espacial del IMF con probabilidad de ocurrencia del 50 %. Tucumán y zonas de influencia.

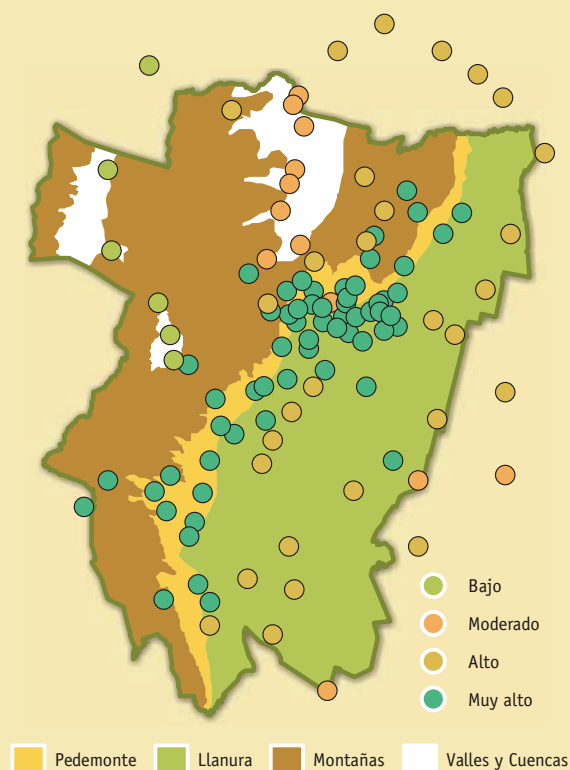


Figura I.10. Distribución espacial del IMF con probabilidad de ocurrencia del 90 %. Tucumán y zonas de influencia.

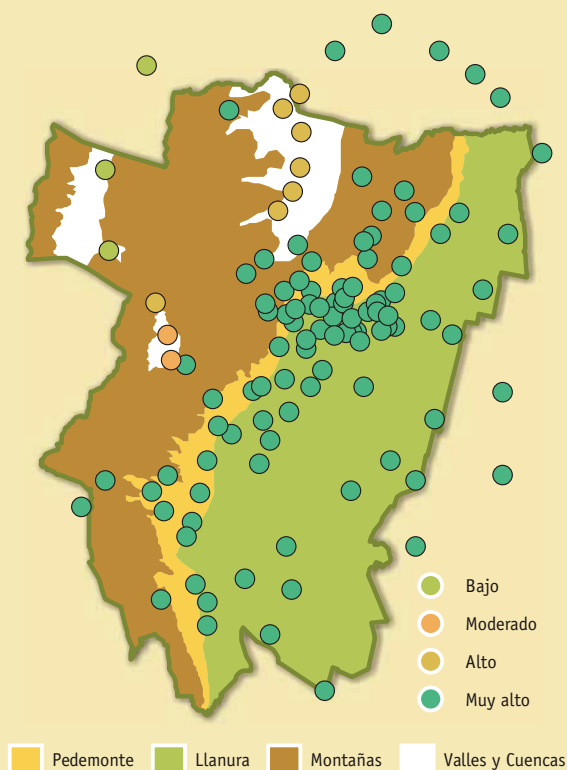
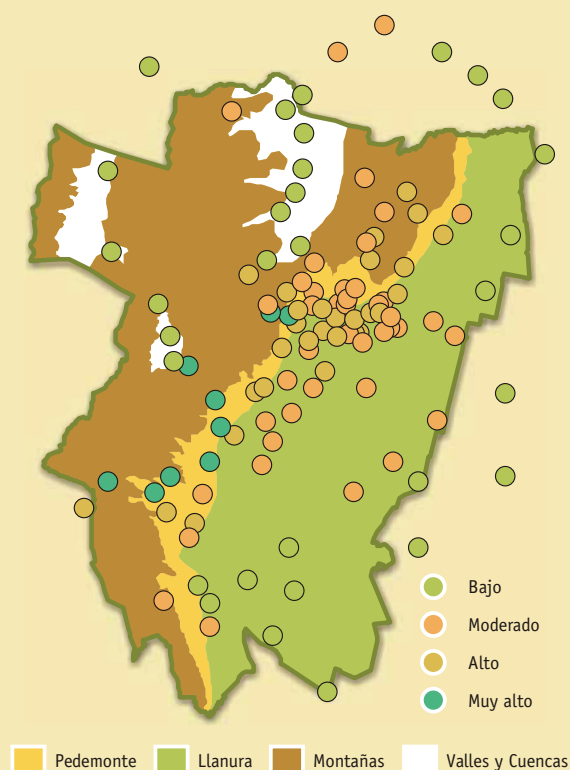


Figura I.9. Distribución espacial del IMF con probabilidad de ocurrencia del 10 %. Tucumán y zonas de influencia.



La Figura I.10 muestra la distribución territorial del IMF90, condición de años muy lluviosos, se observa un franco dominio de valores muy altos en las laderas orientales, pedemonte y llanura. En Tapia-Trancas los índices cambian a altos y muy altos. En Tafi del Valle los valores crecen a moderados y altos. Sólo en los Valles Calchaquíes, región más árida, permanecen valores bajos de agresividad pluvial.

CONSIDERACIONES

- La provincia de Tucumán muestra una marcada variabilidad espacial y temporal de la agresividad pluvial, lo que indica que este es un factor muy importante en el manejo y conservación de los suelos.
- La región del pedemonte presenta los índices más elevados en todos los niveles de probabilidad considerados, lo que unido a la pendiente del terreno y las alteraciones de la cobertura vegetal natural, generan fuerte riesgo de erosión hídrica.
- En la región de la llanura, si bien los índices de agresividad disminuyen con respecto al pedemonte,

la probabilidad de ocurrencia de valores muy altos es importante. Esta es la zona donde la expansión de la frontera agrícola fue más significativa y, en consecuencia, requiere de prácticas de manejo adecuadas para generar sistemas de producción sustentables.

□ En la Cuenca de Tapia-Trancas y Tafi del Valle, áreas de clima semiárido, si bien predominan índices bajos a moderados, también puede esperarse valores altos y muy altos. En estas regiones, los suelos de escaso desarrollo y el grado de la pendiente generan un riesgo de degradación importante.

□ Los Valles Calchaquíes, con clima desértico, es la única región que muestra índices de agresividad pluvial bajos para todos los niveles de probabilidad considerados.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

□ Arnoldus, H. M. 1978. An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. En: De Boodst M. y Gabriels D. (eds). Assessment of erosion. John Wiley y Sons, Inc. Chichester, Gran Bretaña, pp. 127-132.

□ Bianchi, A. R. y C. E. Yanez. 1992. Las precipitaciones en el Noroeste Argentino. 2ª edición. INTA EEA Salta.

□ Castañeda M. E. y V. Barros. 1994. Las tendencias de la precipitación en el cono sur de América al este de Los Andes. En: VI Reunión Argentina de Agrometeorología. Actas, pp. 49-50.

□ Fournier, F. 1960. Climat et erosion. Ed. Presses Universitaires de France. Paris.

□ Jordán, A. y N. Bellinfante. 2000. Cartografía de la erosividad de la lluvia estimada a partir de datos pluviométricos mensuales en el Campo de Gibraltar (Cádiz). Edafología. 7 (3): 83-92.

□ Lamelas, C. M. y L. C. Suárez. 1988. Características hídricas del este tucumano en el período estival. Avance Agroind. 35: 2-6.

□ Lamelas, C. M., D. E. Gamboa, J. Manzur y F. R. Pérez. 1991. Rendimiento del cultivo de trigo en la provincia de

Tucumán: I modelo estadístico para su estimación. Pub. Misc. EEAOC. (89): 1-10.

□ Lamelas, C. M., L. C. Suárez y A. J. Pascale. 1993. Disponibilidad calórica para los cultivos en la Provincia de Tucumán. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán. 70 (1-2): 29-40.

□ Lamelas, C. M., A. J. Pascale y L. C. Suárez. 1995. Modificación de la aptitud sojera en Tucumán, en el período 1961-1990, como consecuencia del salto climático. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán. 72 (1-2): 57-62.

□ Lamelas, C. M., J. D. Forciniti, N. Colacelli y J. Delgado. 2004 a. Algunos índices de agresividad pluvial aplicados a la serie pluviométrica 1901-2000 de San Miguel de Tucumán. En: X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología. [CD Rom] Octubre de 2004. Mar del Plata, Argentina.

□ Lamelas, C. M., J. D. Forciniti, N. Colacelli y J. Delgado. 2004 b. Estimación de la agresividad pluvial en la Provincia de Tucumán-Argentina. En: X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología. [CD Rom] Octubre de 2004. Mar del Plata, Argentina.

□ Lucero, O. A. 1994. Inundaciones en Córdoba: Evidencia estadística de un cambio climático de las lluvias sobre la ciudad de Córdoba (Argentina). En: VI Reunión Argentina de Agrometeorología. Villa Carlos Paz, Córdoba. Actas: 77-79.

□ Minetti, J. L., R. A. Neder, J. A. Mariotti y C. A. Gargiulo. 1982a. Respuesta de la caña de azúcar a las condiciones del clima en Tucumán. Pub. Misc. EEAOC. (72): 1-44.

□ Minetti, J. L., R. A. Neder, C. A. Gargiulo y J. C. Sal Paz. 1982b. Impacto del clima sobre la producción de caña de azúcar en Tucumán. Pub. Misc. EEAOC. (72): 45-93.

□ Minetti, J. L. y E. M. Sierra. 1984. La expansión de la frontera agrícola de Tucumán y el diagnóstico climático. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán. 61 (2): 109-126.

□ Minetti, J. L. y A. G. Poblete. 1989. El salto climático de la década de 1950 en Tucumán. Análisis de diagnóstico y consecuencias. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán. 66 (1): 119-136.

- Minetti, J. L. y C. M. Lamelas. 1995. Respuesta regional de la soja en Tucumán a la variabilidad climática. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*. 72 (1-2): 63-68.
- Minetti, J. L. 1995. Régimen de la variabilidad de la precipitación en el este de Tucumán y oeste de Santiago del Estero. III parte. El salto climático de la década de 1950 en la precipitación mensual. INTA, serie monográfica N° 2.
- Oliver, J. E. 1980. Monthly precipitation distribution: a comparative index. *Prof. Geographer* 32 (3): 300-309.
- Pascale, A. J. y E. A. Damario. 1977. El balance hidrológico seriado y su utilización en estudios agroclimáticos. *Rev. Fac. Agron. La Plata, Argentina*. 53 (1-2): 15-34.
- Pascale, A. J., O. D. Pórfido, E. M. Sierra y L. E. Torre de Fassi. 1979. Valoración mesoagroclimática del noroeste argentino para el cultivo de la soja. VI Reunión Técnica Nacional de Soja. Santa Fe, Argentina. Trabajos presentados. 1: 25-57.
- Pascale, A. J., G. S. Fadda, C. M. Lamelas y M. R. Casanova. 1986. Aptitud agroecológica del noroeste argentino para el cultivo de la soja. En: IV Conferencia Mundial de Investigación en Soja. Buenos Aires, Argentina. Actas 1: 142-150.
- Pascale, A. J., G. S. Fadda, C. M. Lamelas y M. R. Casanova. 1989. Aptitud agroecológica de la provincia de Tucumán para el cultivo de la soja. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*. 63 (1): 1-22.
- Pascale, A. J., C. M. Lamelas y L. C. Suárez. 1990. Situaciones hídricas probables en el balance de agua de la región tucumana de cultivo en secano. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*. 67 (2): 1-48.
- Rebella, C., E. Oyarzábal y E. Frutos. 1980. Influencia del clima sobre la producción de maíz en el partido de Pergamino. En: II Congreso nacional de maíz. Pergamino, Buenos Aires. Actas: 201-210.
- Renard, K. G. 1996. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation. *Agricultural Handbook 703*, USDA, USA.
- Shaw, L. H. y D. D. Durost. 1965. The effect of weather and technology on corn yields in the corn belt, 1929-62. *USDA, Rep.* (80).
- Sierra, E. M. y O. D. Pórfido. 1980. Factores que afectan los rendimientos en la región maicera argentina. *Rev. Fac. Agr. UBA*. 1(2): 49-64.
- Sierra, E. M. y S. M. Brynstein. 1989. Wheat yield variability in the SE of the province of Buenos Aires. *Agr. And For. Met.* 49: 1-11.
- Sierra, E. M., M. Conde Pratt, S. Pérez y C. Messina. 1994. Variaciones del régimen de precipitaciones del área cultivada con granos en la Argentina 1941-1990. En: VI Reunión Argentina de Agrometeorología. Villa Carlos Paz, Córdoba. Actas: 35-36.
- Soria, F. y C. Fandos. 2003. Superficies cultivadas y fronteras de expansión agrícolas Provincia de Tucumán. *Proy. CFI, EEAOC, CONAE. Vol. 1. Informe Final*.
- Thompson, L. M. 1963. Weather and technology in the production of corn and soybeans. Iowa State University. Center of Agricultural and Economic Development, Rep. (17).
- Thompson, L. M. 1969. Weather and technology in the production of corn in the U.S. corn belt. *Agron. J.* (61): 453-456.
- Torres Bruchmann, E. 1976. Áreas hídricas y el almacenaje de agua en la provincia de Tucumán. *Rev. Agron. N. O. Argent.* 13 (1-4): 37-60.
- Türkes, M. 1996. Meteorological Drought in Turkey: A historical perspective, 1930-19993. *Drought Network News*. 8 (3): 17-21.
- Wischmeier, W. H. 1959. A rainfall erosion index for a Universal Soil-Loss Equation. *Soil Sci. Soc. Proc.* 23: 246-249.



ACOPIAMOS CONFIANZA

ACEITERA GENERAL DEHEZA S.A.

ACOPIOS TUCUMÁN y SALTA

Ruta 303 - Km. 2 - (4111) Colombres - Tucumán - Tel. (0381) 4891004 / 4891010 / 4891011
Juan Carlos Dávalos 490 - (4190) Rosario de la Frontera - Salta - Tel. (03876) 482366 / 482369



CAPÍTULO II

MANEJO DE CULTIVARES



**CRECIMIENTO Y DESARROLLO
DE VARIEDADES COMERCIALES
DE DIFERENTES GRUPOS DE MADUREZ
INFLUENCIA DE FECHAS DE SIEMBRA**



**COMPORTAMIENTO
DE LOS CULTIVARES COMERCIALES
DE SOJA EN LA REGIÓN
DEL NOROESTE ARGENTINO**

SIEMBRAS DE SOJA DE PRIMAVERA

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE VARIEDADES COMERCIALES DE DIFERENTES GRUPOS DE MADUREZ

INFLUENCIA DE FECHAS DE SIEMBRA

Graciela Salas - Sylvina Sartori - Esteban Herrera

Durante el período 2000/2001-2003/2004, se evaluaron cultivares de soja de distintos grupos de madurez, en distintas fechas de siembra con el fin de analizar su comportamiento.

Dichos ensayos se condujeron en la localidad de La Cruz, Dpto. Burruyacu, Tucumán, situada a los 26° 37' de latitud Sur y 64° 52' de longitud Oeste, siendo sus suelos de alta estabilidad, niveles de P entre 30-34 ppm y materia orgánica entre 2,9 y 4,0%.

La región presenta un régimen hídrico de tipo monzónico con el período de precipitaciones concentrado en los meses estivales mientras que el invierno es generalmente seco. La media histórica anual para esta localidad es de 1.023 mm.

En el Gráfico II.1 se observan las precipitaciones de las campañas 2000/2001, 2001/2002, 2002/2003 y 2003/2004 comparadas con la precipitación histórica del lugar.

Durante la campaña 2002/2003, se observó un severo déficit hídrico, especialmente en los meses de noviembre, enero y febrero. En la campaña 2003/2004, si bien se registró nuevamente un marcado déficit hídrico en toda la zona del NOA, en La Cruz las precipitaciones estuvieron muy bien distribuidas a lo largo del ciclo, a pesar de que fueron en casi todos los meses inferiores a la media histórica.

Se evaluaron cultivares transgénicos de grupo de madurez III al VIII, de hábito de crecimiento determinado e indeterminado (I). Las variedades utilizadas para estas experiencias fueron A 3901 RG (I), A 4910 RG (I), A 5409 RG (I), A 6401 RG, A 7321 RG (I), A 7636 RG y A 8000 RG.

Las fechas de siembra (FS) se realizaron a partir de la primera semana de septiembre, separándose

aproximadamente 15 días unas de otras, finalizando a fines de Enero.

Se utilizó una sembradora de ensayos de cuatro surcos en directa, siendo el tamaño de las parcelas de 4 surcos de 6 m de largo y distanciados a 0,52 m. Al momento de la siembra se fertilizó con 150 kg/ha de superfosfato simple.

En las 3 últimas campañas se implementó un sistema de riego por goteo en las primeras fechas de siembra (septiembre y octubre) con la única finalidad de no perder los datos debido a la falta de precipitaciones de esa época.

Dentro de los cuidados culturales se realizaron las aplicaciones necesarias para control de insectos y malezas. El severo déficit hídrico que se produjo en la campaña 2002/2003, sumado a las elevadas temperaturas, hizo que los datos de rendimiento no pudieran ser evaluados debido a que los valores fueron extremadamente bajos e incluso hubo pérdida total de parcelas.

Se efectuaron lecturas de días a madurez, días a R5, período de llenado de granos en general y en particular para cada variedad, altura a madurez y rendimiento. Los datos de rendimiento se tomaron a partir de la cosecha de los dos surcos centrales de cada parcela.

RESULTADOS DE CUATRO CAMPAÑAS

DÍAS A MADUREZ

En el Gráfico II.2, se muestra que a medida que avanzan las FS, se registra una reducción de los días desde emergencia a madurez (VE a R8). Esa disminución es más marcada para las variedades de grupo de madurez largo que para las de grupo corto.



DÍAS A R5

Se observa también una disminución en los días a R5 (días desde siembra a comienzo de llenado de vainas) entre la primera y última FS, siendo más notoria para los cultivares de ciclo más largo (Gráfico II.3).

PERÍODO DE LLENADO DE GRANOS

Esta etapa, comprendida entre R5 y madurez fisiológica, muestra una tendencia similar entre las variedades. Se aprecia una leve disminución de los días de llenado a medida que atrasamos la FS para las variedades de grupo largo, mientras que para las de grupo corto, el comportamiento es relativamente constante. Esto explica la mejor adaptación que tienen los grupos de madurez VII y VIII para la zona analizada (Gráfico II.4).

RENDIMIENTO Y ALTURA A MADUREZ

Teniendo en cuenta las variedades que participaron en las campañas 2000/2001, 2001/2002, 2002/2003 y 2003/2004 se analizó la variación de rendimiento y altura a través de las distintas FS (Gráficos II.5 al II.18).

Debido a las condiciones de marcado déficit hídrico y exceso térmico ocurridas durante la campaña 2002/2003, las cuales produjeron pérdidas parciales a totales de parcelas, la misma no será considerada para el análisis de rendimiento, aunque sí de altura a madurez.

La variedad A 3901 RG alcanzó su máximo valor promedio de rendimiento en la 6° FS llegando a 3.584 kg/ha (Gráfico II.5). La línea media de rendimiento tiene una forma típica de campana, presentando las mayores dispersiones del valor medio, en las primeras y últimas FS consideradas. Estas variaciones son mínimas en las FS óptimas, incluidas entre los meses de noviembre y diciembre.

Las mayores alturas alcanzadas por este cultivar fueron de 73 y 72 cm, que correspondieron a la 5° y 6° FS, respectivamente (Gráfico II.6).

La variedad A 4910 RG presentó su valor máximo de rinde en la 6° FS con 4.082 kg/ha, es decir 500 kg/ha más que A 3901RG, lo que la posiciona como una variedad de mayor seguridad para la zona NOA (Gráfico II.7). Las mayores dispersiones con respecto al valor medio se presentan en FS tardías, similar al cultivar anteriormente analizado.

Con respecto a altura, ésta variedad también presentó su mayor valor en la 6° FS con 86 cm (Gráfico II.8), llegando a 85 cm en la 7° FS y a 83 en la 5° FS. La curva de altura presenta la forma típica de campana, con valores interesantes en la 3° y 4° FS, correspondientes a octubre.

El cultivar A 5409 RG presenta una media máxima de 4.190 kg/ha en la 6° FS, pero evidencia un mejor comportamiento en las primeras fechas si la comparamos con las dos variedades anteriores (Gráfico II.9). Se observan rendimientos cercanos a los 3.000 kg/ha en las primeras FS de septiembre y de esa manera esta curva no tiene una forma de campana típica. Esto marca la adaptación de esta variedad a FS tempranas.

Las mayores dispersiones también se observan en las primeras y últimas FS, no así en las fechas óptimas.

Si bien los mayores valores de altura los alcanza en la 4° y 6° FS con 95 y 93 cm, respectivamente, se puede observar que entre la 3° y la 7° FS los mismos superan los 90 cm. De esta manera, esta figura tampoco presenta la forma típica de campana, sino una curva más suavizada (Gráfico II.10).

El cultivar A 6401 RG, en la 6° FS, llega a su valor máximo medio de 4.623 kg/ha, resultando este valor más de 400 kg/ha superior al cultivar anteriormente analizado. En el Gráfico II.11 se observan fuertes variaciones del rendimiento en las FS tardías.

Con relación a la altura, los mayores valores los alcanza entre la 6° y la 8° FS, con valores que superan los 80 cm de

altura, siendo esta gráfica, al igual que la de rendimiento, de forma de campana (Gráfico II.12).

La variedad A 7636 RG llega a los 4288 kg/ha promedio para la mejor FS (6°), tomando también muy buenos valores en la 7° y 8° FS, cayendo fuertemente en las fechas tardías. También las mayores variaciones anuales se producen en fechas tardías (Gráfico II.13).

Esto mismo se repite para el caso de la altura, la cual alcanza valores superiores a 70 cm entre la 6° y 8° FS, valores muy bajos en septiembre, que llegan a duplicarse en octubre (Gráfico II.14). Este salto de los valores de altura en la segunda quincena de octubre marcan un comportamiento que se repite en todas las variedades determinadas para esta zona. Ambas curvas tienen forma de campana típica.

El valor promedio máximo alcanzado por A 7321 RG coincidió con la 6° FS, llegando a 4386 kg/ha (Gráfico II.15). Mayores variaciones con respecto a la media se observan en las FS tempranas que en las tardías. Este hecho puede explicarse por las diferencias hídricas de los años considerados, que tienen mayor influencia sobre el rendimiento en las variedades de tipo indeterminado que en las de tipo determinado. En FS tempranas y con buenos niveles de agua durante el ciclo, las variedades indeterminadas alcanzan rendimientos muy superiores a los cultivares determinados, ya que los últimos quedan con plantas muy chicas.

Con relación a la altura presenta valores máximos de 121 cm en la 3° y 4° FS y de 117 cm en la 5° y 6°, formando una campana muy suave (Gráfico II.16).

El cultivar A 8000 RG alcanzó un valor promedio de 4159 kg/ha en la 7° FS (principios de diciembre), presentando un potencial de rendimiento similar en la 6°, 8° y 9° FS, manteniendo niveles muy aceptables de rendimiento en la última FS de fines de Enero (Gráfico II.17). No se observan valores de dispersión importantes en la mayoría de las FS analizadas.

La gráfica de altura es muy similar a la de rendimiento, con valores máximos superiores a 90 cm entre la 5° y la 8° FS (Gráfico II.18). También en esta variedad se observa el salto que se produce en la segunda quincena de octubre.

CONSIDERACIONES GENERALES

En general, para la localidad analizada, todas las variedades presentan su máximo rendimiento en la 6° FS, que corresponde a la segunda quincena de noviembre. La

excepción es A 8000 RG que muestra su mejor comportamiento en la 7° FS (primera quincena de diciembre).

En lo que respecta a la altura, generalmente acompaña al rendimiento, siendo las fechas de la segunda quincena de noviembre y del mes de diciembre las que corresponden a los máximos valores. También se observa que, a lo largo de las 10 FS, las variedades indeterminadas de grupo de madurez V y VII son las que alcanzan los valores máximos de altura.

En el Gráfico II.19 se presenta, para cada variedad de GM III al VIII evaluada en estos ensayos, la curva del rendimiento promedio del período 2000/2001-2003/2004 logrado a lo largo de 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz.

En las primeras FS (septiembre y 1° fecha de octubre), se destaca la variedad A 5409 RG, seguida de los cultivares A 6401 RG y A 7321 RG. En la primera quincena de octubre, los rendimientos alcanzados por A 5409 RG llegan a 3.500 kg/ha, mientras que los cultivares que le siguen rondan los 2.500 kg/ha.

En la segunda quincena de octubre, el rendimiento de A 7321 RG (mayor a 3.500 kg/ha) supera al de A 5409 RG y A 6401 RG, permaneciendo estos tres entre los primeros lugares.

En la primera fecha de noviembre, estos 3 cultivares continúan liderando los rindes, los cuales están en el orden de los 4.000 kg/ha. Luego siguen A 4910 RG y A 7636 RG con 3.500 kg/ha.

En la segunda fecha de noviembre (considerada como fecha óptima para la mayoría de los cultivares), A 6401 RG, A 7321 RG, A 7636 RG, A 5409 RG y A 4910 RG superan los 4.000 kg/ha, mientras que A 8000 RG y A 3901 RG llegan a valores de 3.500 kg/ha.

En la primera fecha de diciembre, las variedades A 8000 RG y A 7636 RG presentan rendimientos cercanos a los 4.000 kg/ha. El resto de los cultivares alcanzan niveles superiores a 3.500 kg/ha, excepto A 3901 RG, que llega a niveles próximos a 3.000 kg/ha.

En la segunda fecha de diciembre A 8000 RG y A 7636 RG presentan rindes de 4.000 kg/ha, mientras que el rendimiento del resto de los cultivares se mantiene igual a la fecha anterior.

En enero los cultivares A 8000 RG y A 7321 RG lideran los rendimientos. En la primera fecha de enero logran rindes entre 3.500 y 4.000 kg/ha, mientras que en la segunda quincena estos valores caen a valores iguales o inferiores a 3.000 kg/ha.

PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Gráfico II.1. Precipitación histórica y precipitaciones de las campañas 2000/2001, 2001/2002, 2002/2003 y 2003/2004, en la localidad de La Cruz, Tucumán.

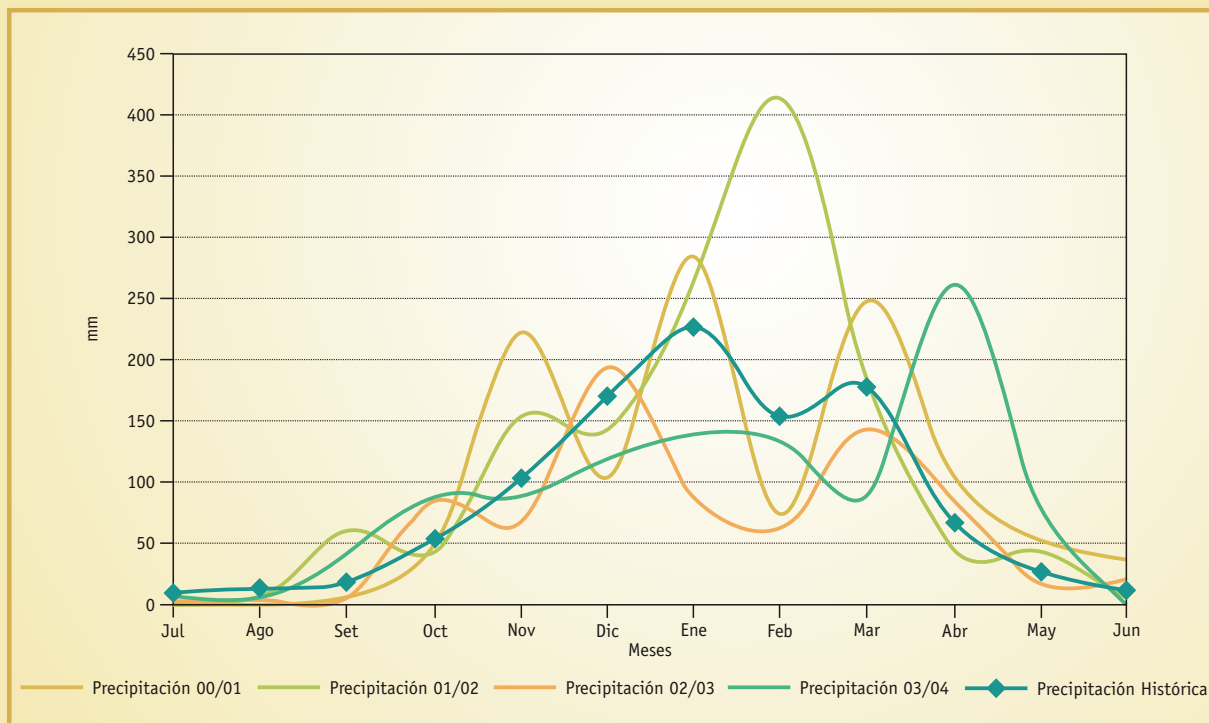


Gráfico II.2. Días a madurez promedio de variedades de GM III al VIII, en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

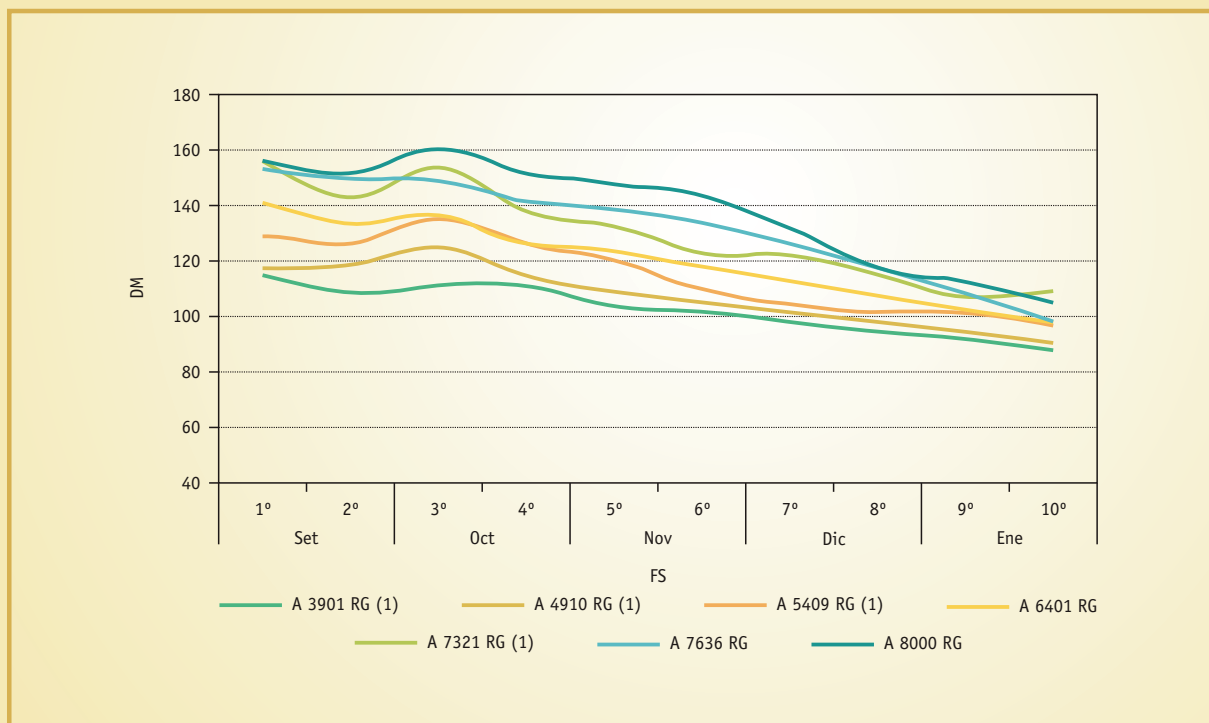


Gráfico II.3. Días a R5 promedio de variedades de GM III al VIII, en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

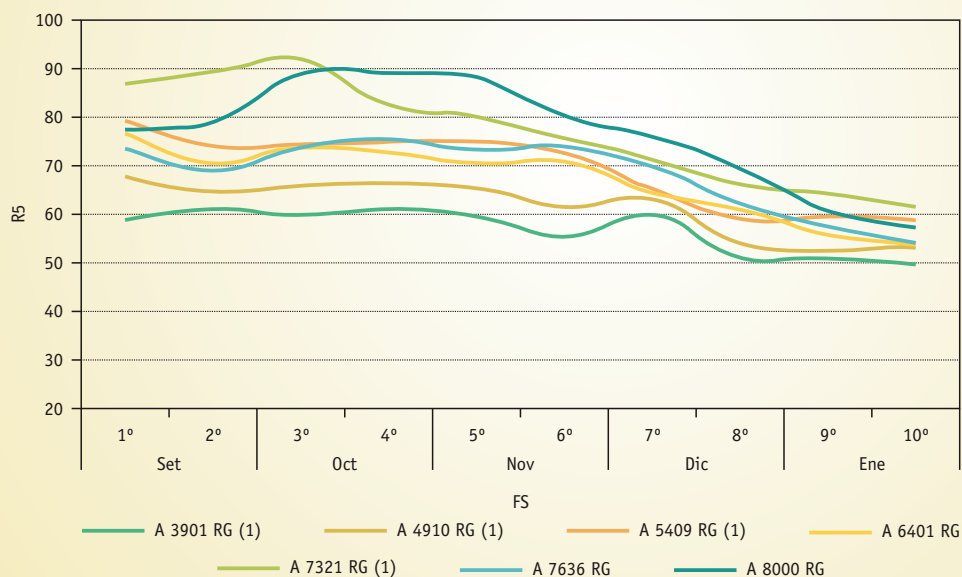
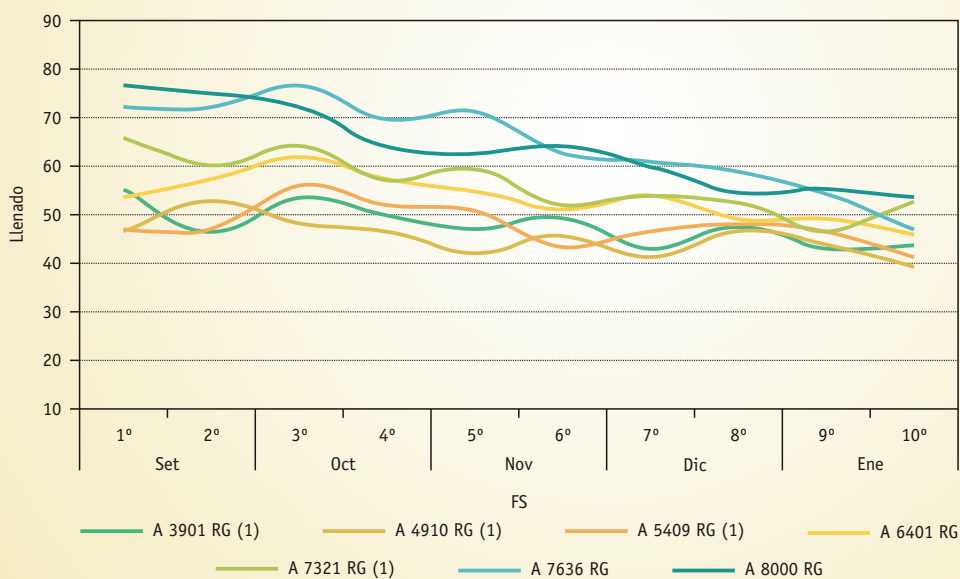


Gráfico II.4. Período de llenado de granos promedio de variedades de GM III al VIII, en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.



PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Gráfico II.5. Rendimiento (kg/ha) máximo, mínimo y medio de variedad de GM III (A 3901 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

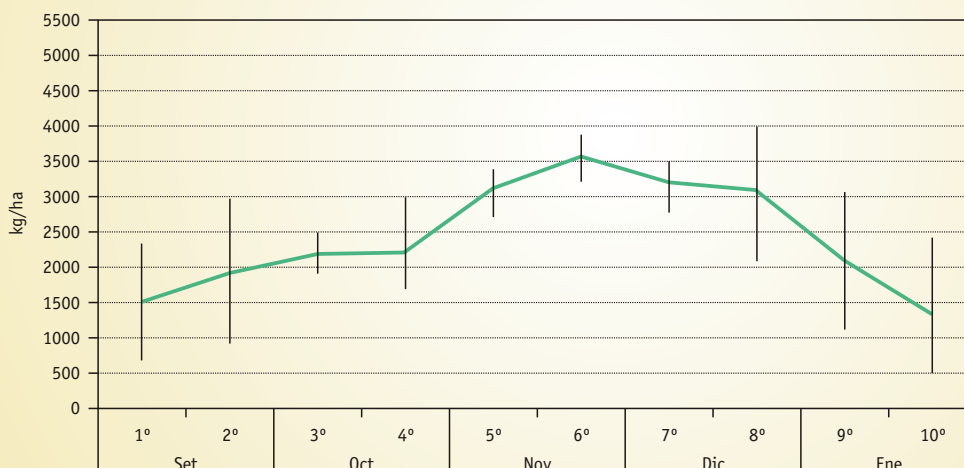


Gráfico II.6. Altura a madurez (cm) máxima, mínima y media de variedad de GM III (A 3901 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

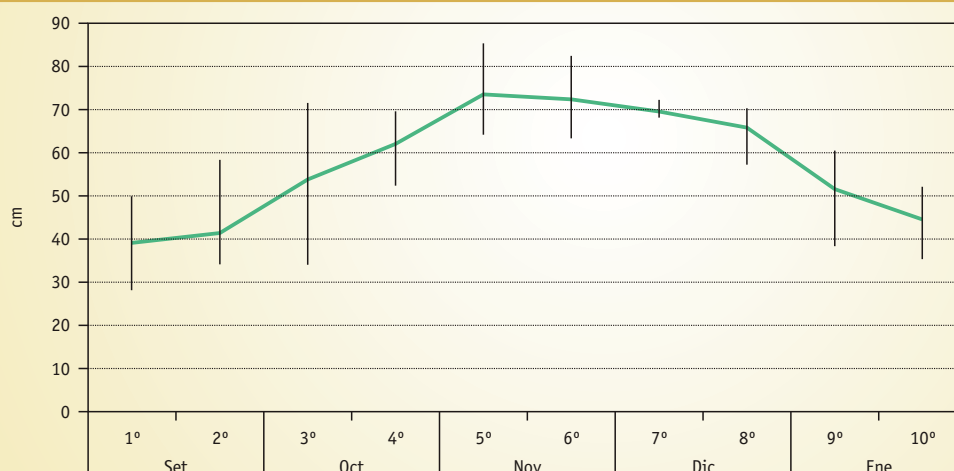


Gráfico II.7. Rendimiento (kg/ha) máximo, mínimo y medio de variedad de GM IV (A 4910 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

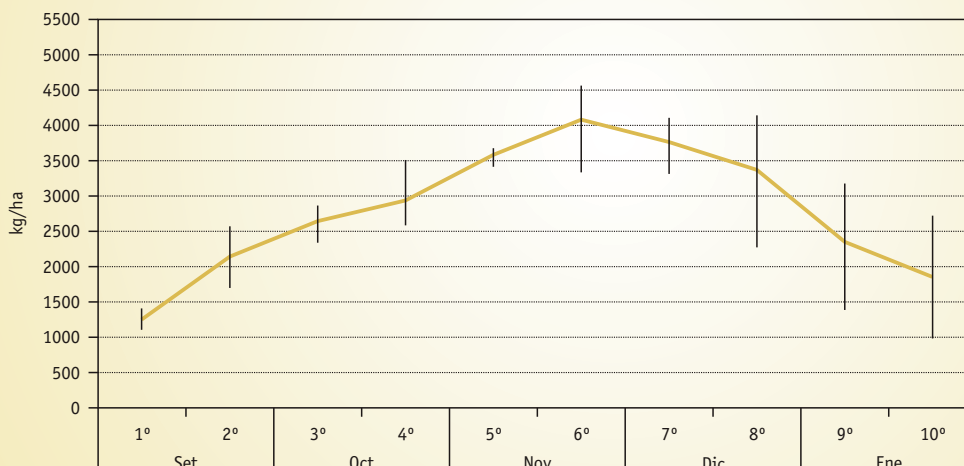


Gráfico II.8. Altura a madurez (cm) máxima, mínima y media de variedad de GM IV (A 4910 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

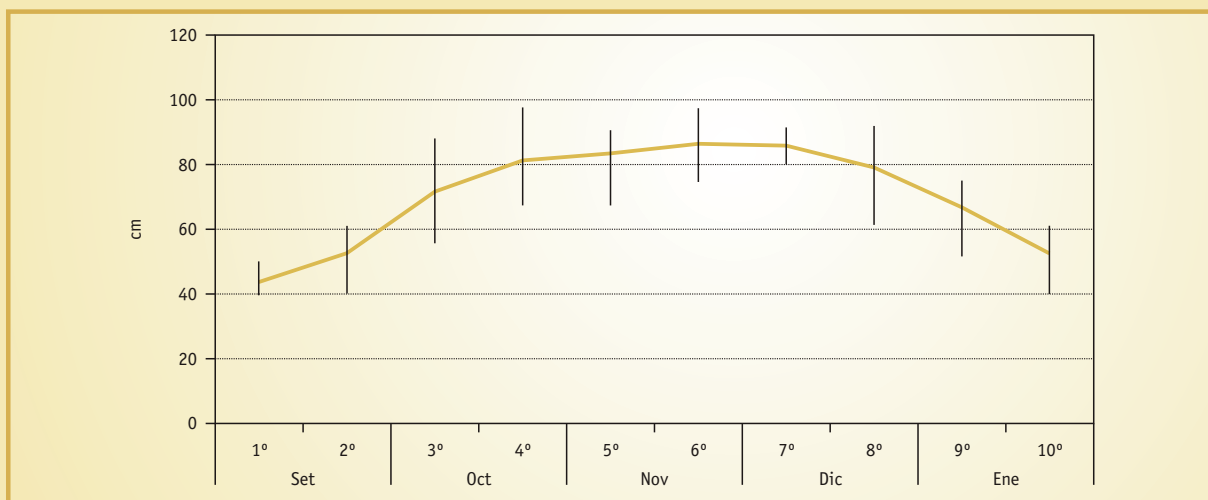


Gráfico II.9. Rendimiento (kg/ha) máximo, mínimo y medio de variedad de GM V (A 5409 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

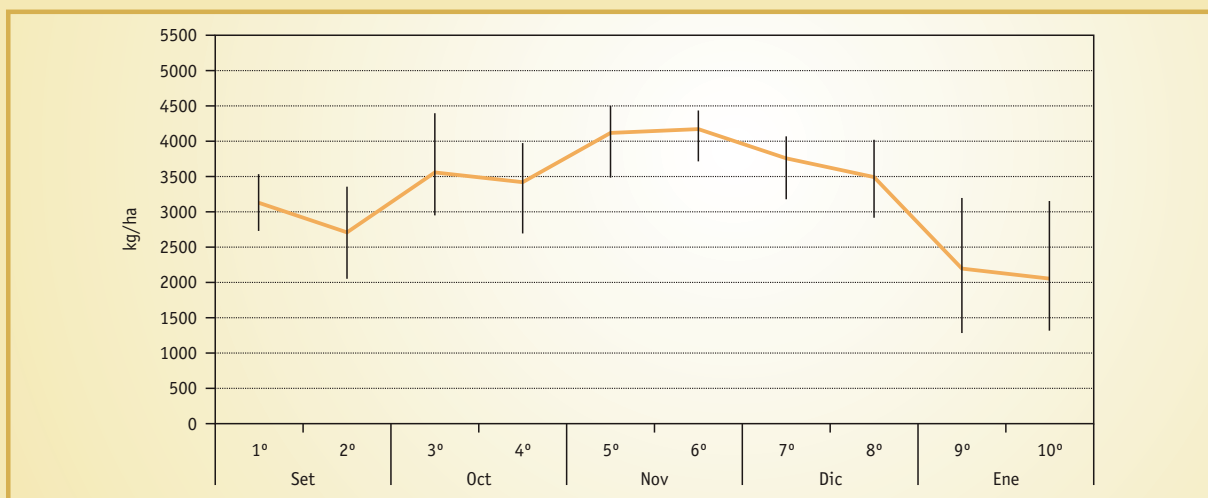
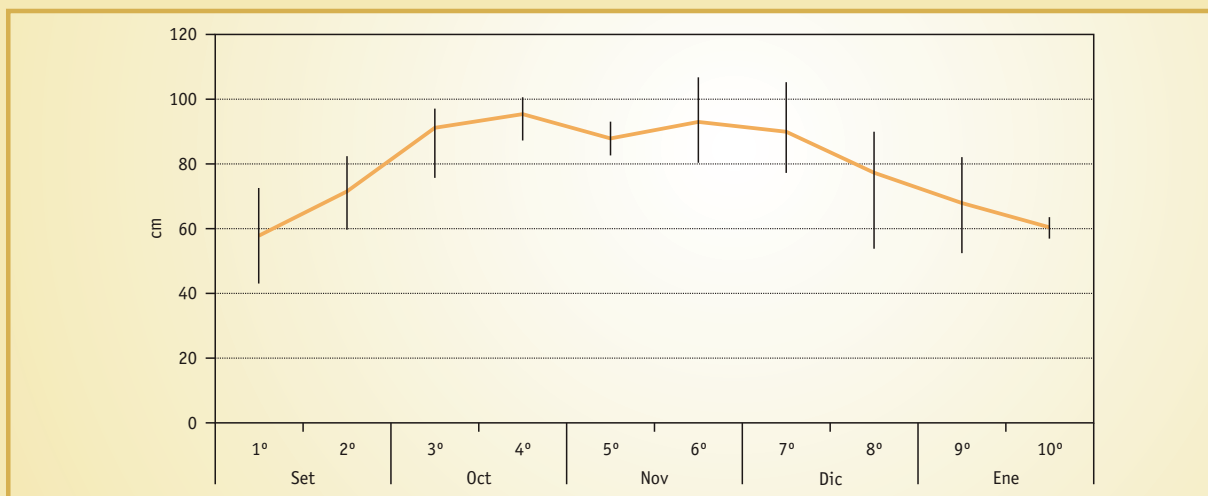


Gráfico II.10. Altura a madurez (cm) máxima, mínima y media de variedad de GM V (A 5409 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.



PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Gráfico II.11. Rendimiento (kg/ha) máximo, mínimo y medio de variedad de GM VI (A 6401 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

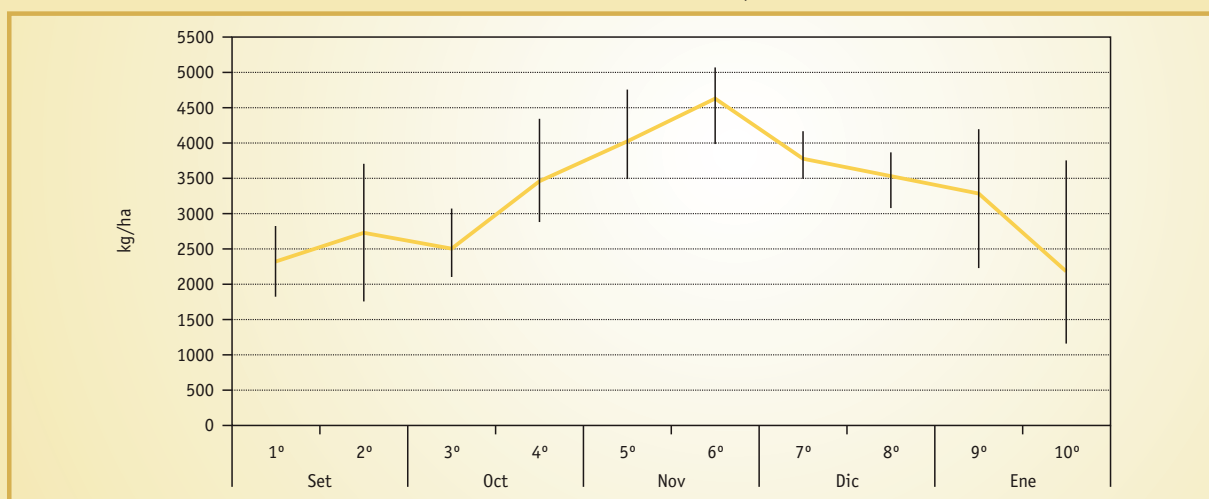


Gráfico II.12. Altura a madurez (cm) máxima, mínima y media de variedad de GM VI (A 6401 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

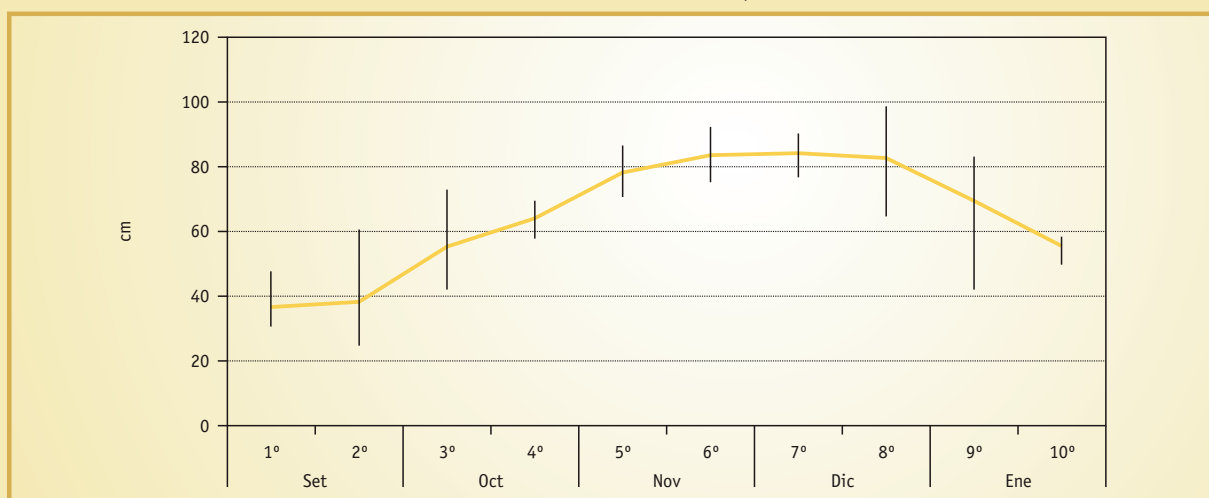


Gráfico II.13. Rendimiento (kg/ha) máximo, mínimo y medio de variedad de GM VII (A 7636 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

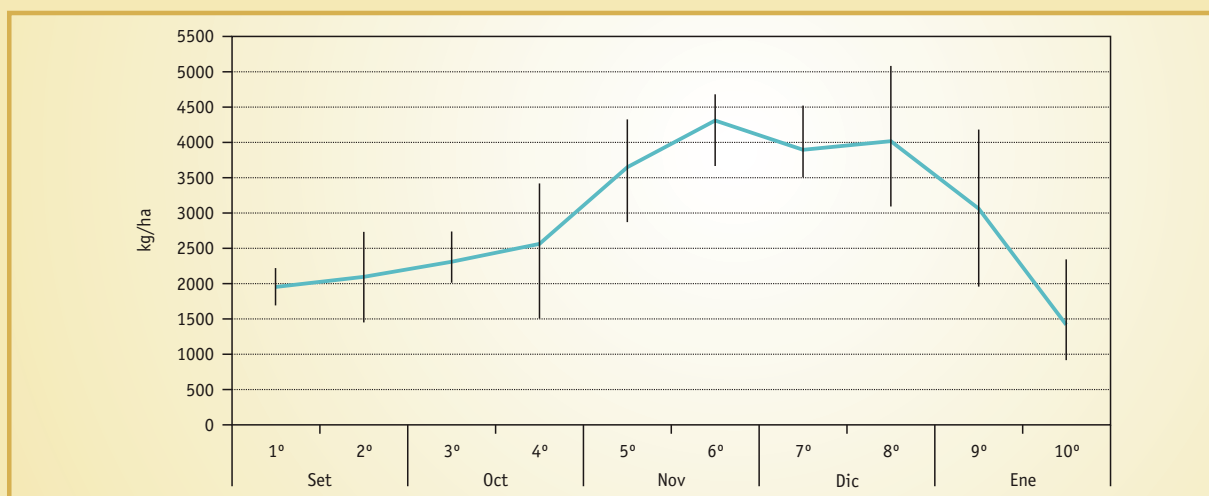


Gráfico II.14. Altura a madurez (cm) máxima, mínima y media de variedad de GM VII (A 7636 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

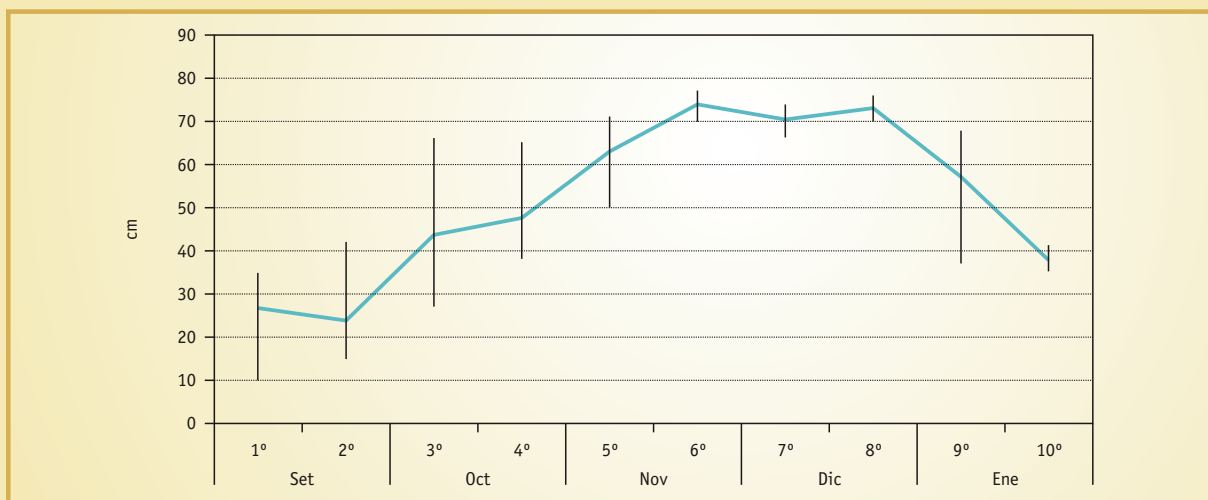


Gráfico II.15. Rendimiento (kg/ha) máximo, mínimo y medio de variedad de GM VII (I) (A 7321 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

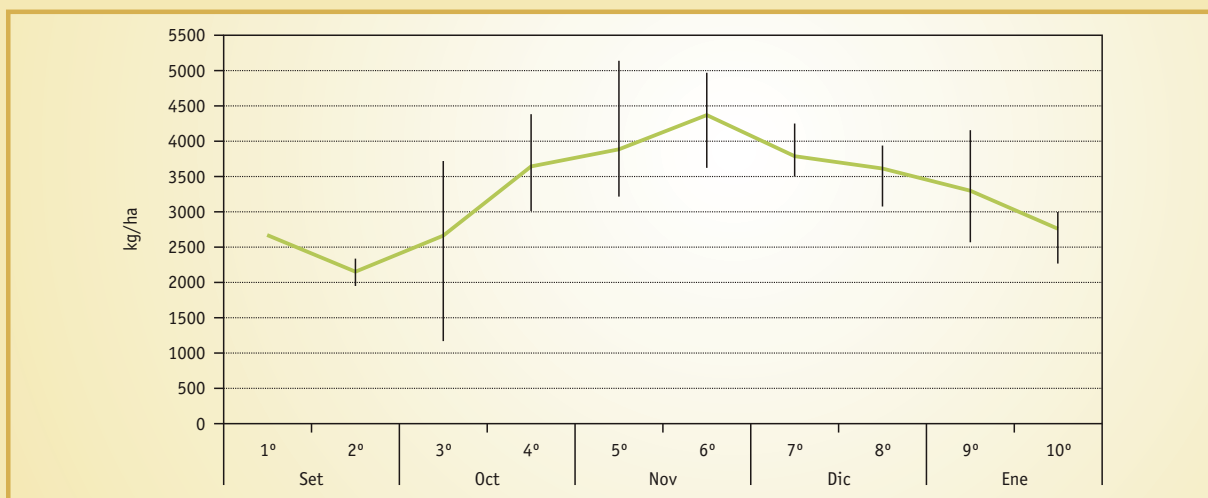
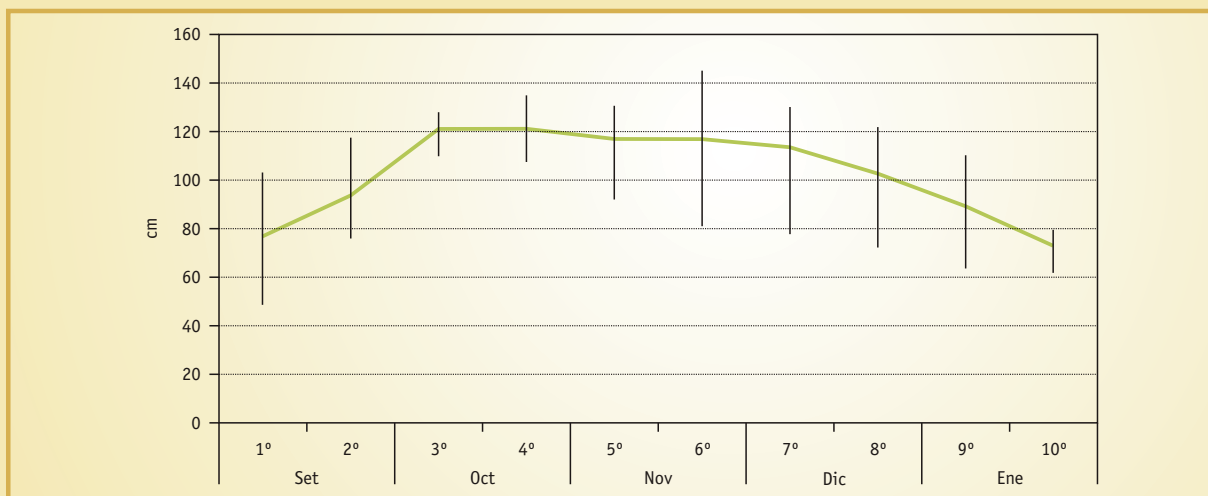


Gráfico II.16. Altura a madurez (cm) máxima, mínima y media de variedad de GM VII (I) (A 7321 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.



PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Gráfico II.17. Rendimiento (kg/ha) máximo, mínimo y medio de variedad de GM VIII (A 8000 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

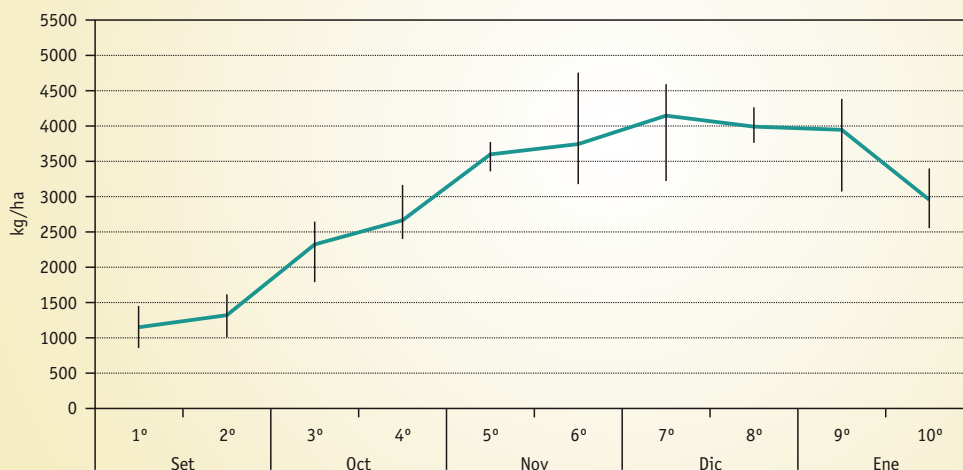


Gráfico II.18. Altura a madurez (cm) máxima, mínima y media de variedad de GM VIII (A 8000 RG), en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.

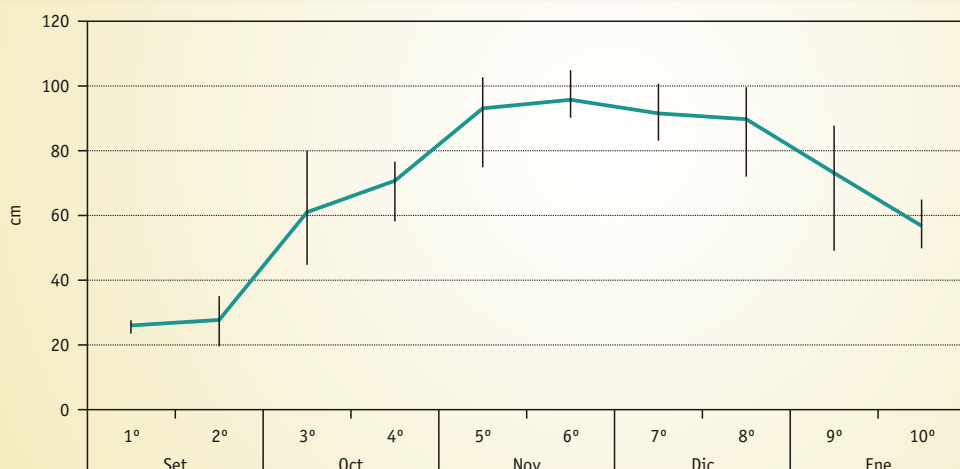
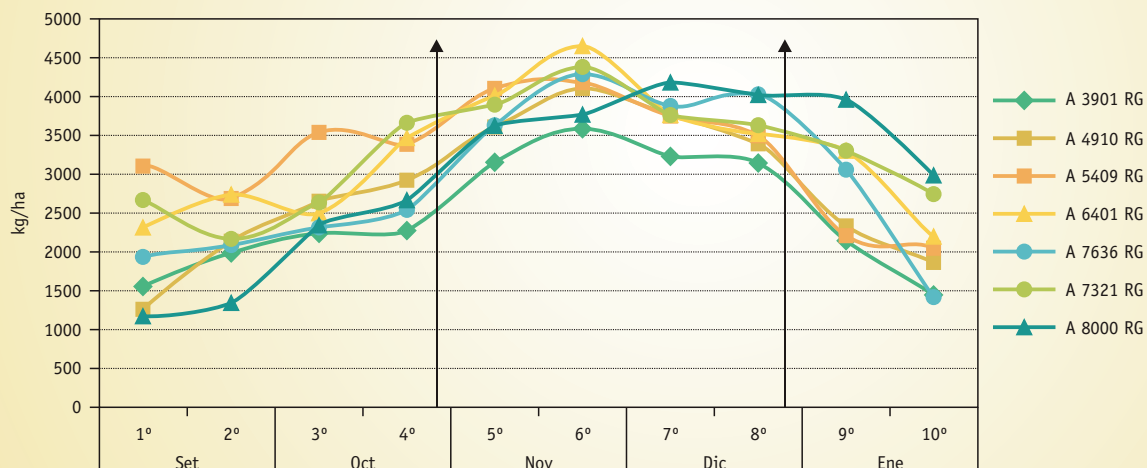


Gráfico II.19. Rendimiento (kg/ha) promedio de variedades de GM III al VIII, en 10 fechas de siembra, en la localidad de La Cruz. Campañas 2000/2001 - 2003/2004.



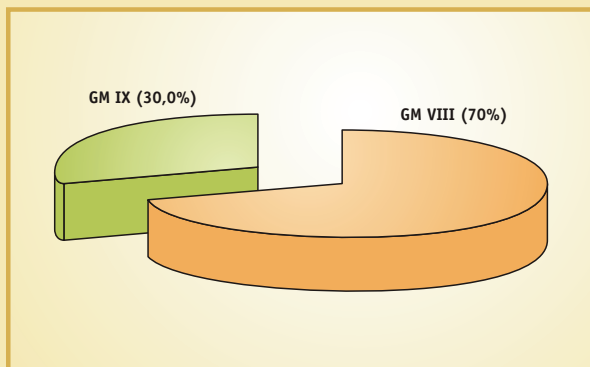
COMPORTAMIENTO DE LOS CULTIVARES COMERCIALES DE SOJA EN LA REGIÓN DEL NOROESTE ARGENTINO

Mario R. Devani - Fernando Ledesma - Julián M. Lenis

EVOLUCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE MADUREZ DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

La distribución porcentual de los grupos de madurez (GM) de soja en el noroeste argentino (NOA) fue bastante estable entre mediados de la década de 1980 hasta mediados de la década de 1990, utilizándose mayormente variedades del GM VIII y en menor medida del GM IX, en valores de alrededor del 70 y 30% respectivamente (Gráfico II.20) (Devani *et al.*, 2000a).

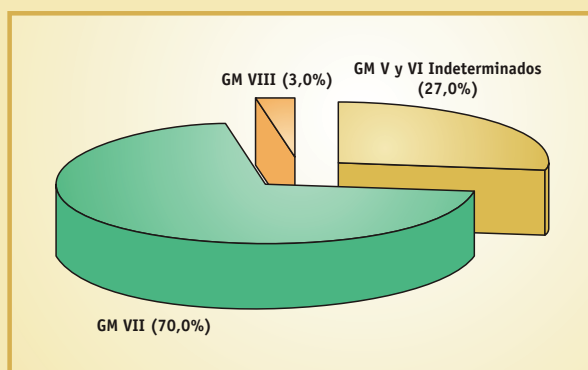
Gráfico II.20. Distribución porcentual de los grupos de maduración de soja en el NOA. Mediados de la década de 1980 a mediados de la década de 1990.



El espectro varietal durante este periodo no era demasiado amplio; en esencia estaba compuesto por variedades introducidas y seleccionadas u obtenidas en la Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" (EEAOC). Cambios ocurridos en la distribución de las precipitaciones durante la última década, la adopción generalizada de los sistemas de labranza conservacionista, la aparición de

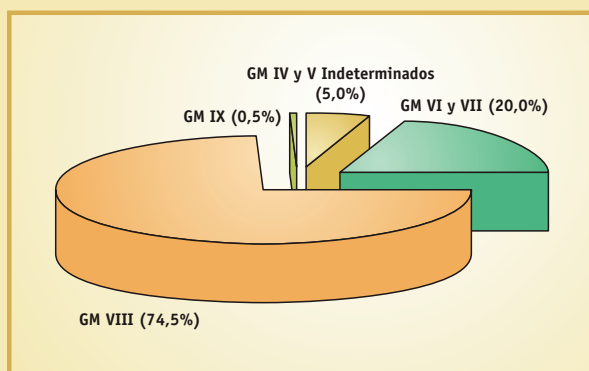
nuevas enfermedades en la región (cancro del tallo, mancha ojo de rana, etc.) y, finalmente, la aparición de cultivares transgénicos resistentes al glifosato (RG/RR) fueron factores que promovieron cambios de las variedades utilizadas, así como en la distribución porcentual de los GM en el NOA. El cambio se notó con claridad a partir de la campaña 1995/1996 cuando se produjo una importante disminución del área sembrada con el grupo VIII de maduración y un incremento del área con los grupos VII, VI y V indeterminados. Lo antes comentado se refleja en lo ocurrido en la campaña 1998/1999 en la cual la distribución por GM fue: 3% grupo VIII, 70% grupo VII y 27% grupos VI y V indeterminados (Gráfico II.21). En esta campaña comienza a destacarse el gran crecimiento del grupo VI de maduración, que en el ciclo anterior (1997/1998) solo había ocupado el 1% del total de la superficie. Esta situación estuvo estrechamente relacionada a la existencia de variedades resistentes a glifosato muy adaptadas a la zona dentro de este grupo de madurez.

Gráfico II.21. Distribución porcentual de los grupos de maduración de soja en el NOA. Campaña 1998/1999.



A partir de la campaña 1997/1998 se produjo un rápido y continuo crecimiento de la superficie sembrada con variedades RG/RR, llegando a ocupar en la campaña 2003/2004 el 99% del área total sembrada con la oleaginosa en el NOA, observándose la siguiente distribución por GM: grupo VIII 74,5%, grupo IV y V indeterminados 5%, grupo VI y VII 20% y grupo IX 0,5% (Gráfico II.22).

Gráfico II.22. Distribución porcentual de los grupos de maduración de soja en el NOA. Campaña 2003/2004.



Desde fines de la década de 1990, el incremento sostenido del área sembrada con soja y el gran potencial de crecimiento que tiene la zona, estimularon a semilleros multinacionales a desarrollar o comercializar un más amplio espectro de variedades en el NOA.

Algunas de las variedades difundidas comercialmente según GM en la región NOA se muestran en el Cuadro II.1.

RENDIMIENTO DE LOS CULTIVARES COMERCIALES

Desde la campaña 1997/1998, la EEAOC coordina una red de evaluación de cultivares de soja en macroparcels en la región del NOA. El objetivo de estos ensayos es caracterizar las variedades comerciales de soja presentes en la zona con respecto a potencial y estabilidad de rendimiento, comportamiento agronómico, fenológico y reacción frente a las principales plagas y enfermedades del área (Salas *et al.*, 1999; Devani *et al.*, 2000b; Devani *et al.*, 2001; Devani *et al.*, 2002; Devani *et al.*, 2003; Devani *et al.*, 2004). Con la finalidad de mostrar el potencial productivo de los cultivares comerciales presentes en la región, en los Cuadros II.2 al II.7 se presentan los rindes alcanzados por las variedades evaluadas en diferentes localidades del NOA desde la campaña 1999/2000 hasta

la campaña 2004/2005. También se muestra un ranking general y un ranking por GM, ambos realizados en función al rendimiento.

En los Gráficos II.23 y II.24 se presentan los rendimientos porcentuales promedio de los diferentes GM en el NOA y en Tucumán y zonas de influencia, respectivamente, a lo largo de las campañas 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004 y 2004/2005. Este análisis surge de tomar por localidad y campaña el rendimiento de todas las variedades de cada grupo de madurez. Posteriormente se promedian los rendimientos de las variedades consideradas en cada grupo y se da el valor de 100% al grupo de mayor promedio. Seguidamente, se realizó un análisis para todas las localidades participantes y otro para Tucumán y Zonas de influencia (oeste de Santiago del Estero y sudeste de Catamarca). El mismo consistió en promediar, para cada campaña, los valores alcanzados por GM a lo largo de las localidades consideradas, dando también el valor de 100% al grupo de mayor promedio general.

Comparando el comportamiento de los distintos GM en las seis últimas campañas (Gráficos II.23 y II.24), se aprecia que en la Región NOA en los últimos tres periodos analizados se presentaron bajos rendimientos, como consecuencia de un ciclo con estrés hídrico y térmico; y particularmente el período 2004/2005 fue el de menor rendimiento en casi todos los GM evaluados. Algo similar ocurrió en las localidades de Tucumán y Zonas de influencia en donde las últimas campañas presentaron los rendimientos más bajos de los periodos analizados por GM.

Del análisis general de todas las localidades evaluadas, se observa que el GM VIII se presenta como el de mayores rindes en 4 de las 6 campañas evaluadas; considerando de esta manera que estos cultivares son los que presentan el mejor comportamiento para nuestra zona. Mientras que los materiales de GM IV-V muestran los menores rendimientos, siendo más notable sus menores rindes en años con déficit hídricos. Los demás GM (VII y VI), reflejaron un comportamiento intermedio entre los anteriores GM mencionados. Por otra parte, puede observarse que en 2004/2005 todos los GM rindieron, tanto en términos absolutos (kg/ha) como en términos relativos (%), por debajo de los rindes alcanzados en las 5 campañas anteriores a excepción de los GM VIII y IX (el GM IX está representado por una sola variedad), mostrando de esta manera como el último período agrícola repercutió en los rendimientos de la región.

Cuadro II.1. Variedades comerciales de soja difundidas en el NOA.

Variedad	Grupo	Hábito de Crecimiento	CF	CP	Peroxidasa	Semillero
DM 4800 RR	IV	Indeterminado	V	M	Positivo	Don Mario
A 4910 RG	IV	Indeterminado	B	M	Positivo	Nidera
A 4725 RG	IV	Indeterminado	V	M	Positivo	Nidera
TJ 2049 RR	IV	Indeterminado	V	G	Positivo	La Tijereta
Natalia 49 RR	IV	Indeterminado	B	G	Positivo	Relmó
DM 50048 RR	V	Indeterminado	V	M	Positivo	Don Mario
A 5409 RG	V	Indeterminado	V	G	Negativo	Nidera
Nueva María 55 RR	V	Indeterminado	B	G	Positivo	Relmó
DM 5800	V	Determinado	B	M	Negativo	Don Mario
TJ 2055 RR	V	Indeterminado	V	G	Positivo	La Tijereta
A 5777 RG	V	Determinado	B	G	Negativo	Nidera
Rafaela 58 RR	V	Semideterminado	B	G	Negativo	Relmó
A 6401 RG	VI	Determinado	B	G	Negativo	Nidera
A 6019 RG	VI	Determinado	B	M	Positivo	Nidera
A 6411 RG	VI	Determinado	V	G	Positivo	Nidera
NA 6126 RG	VI	Determinado	B	G	Positivo	Nidera
NA 6355 RG	VI	Determinado	B	G	Positivo	Nidera
DM 6200 RR	VI	Determinado	B	G	Negativo	Nidera
NK Coker 6.8 RR	VI	Determinado	V	M	Negativo	Syngenta
TJ 2068 RR	VI	Determinado	B	G	Negativo	La Tijereta
Nueva Andrea 66 RR	VI	Indeterminado	B	G	Positivo	Relmó
A 7053 RG	VII	Determinado	V	G	Positivo	Nidera
Nueva Mercedes 70 RR	VII	Indeterminado	B	G	Positivo	Relmó
AW 7110 RR	VII	Determinado	B	G	23 (+) 27 (-)	Monsanto
Qaylla RR	VII	Determinado	V	G	Negativo	EEAOC
A 7118 RG	VII	Determinado	V	G	Negativo	Nidera
NK Coker 7.5 RR	VII	Indeterminado	V	G	Positivo	Syngenta
A 7321 RG	VII	Indeterminado	B	M	Positivo	Nidera
A 7636 RG	VII	Determinado	V	G	Positivo	Nidera
A 7322 RG	VII	Determinado	V	M	Positivo	Nidera
NA 7708 RG	VII	Determinado	V	G	Positivo	Nidera
TJ 2070 RR	VII	Determinado	B	G	Positivo	La Tijereta
A 8000 RG	VIII	Determinado	V	G	Positivo	Nidera
Munasqa RR	VIII	Determinado	B	G	Negativo	EEAOC
A 8100 RG	VIII	Determinado	V	G	Positivo	Nidera
NA 8010 RG	VIII	Determinado	V	G	Positivo	Nidera
NA 8164 RG	VIII	Determinado	B	G	Positivo	Nidera
NA 8413 RG	VIII	Determinado	V	M	Positivo	Nidera
Anta 8.2 RR	VIII	Semideterminado	B	G	Negativo	Relmó
NK Coker 8.0 RR	VIII	Determinado	B	M	Positivo	Syngenta
A 9000 RG	IX	Determinado	V	G	Positivo	Nidera
Ms 8080 RR	IX	Determinado	V	G	Positivo	Monsanto

PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Cuadro II.2a. Resultados de la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcelas para la región del NOA. Campaña 1999/2000.

VARIETADES RESISTENTES AL GLIFOSATO														
Varietales RR	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	Loc. 10	Loc. 11	Loc. 12	Loc. 13	Promedio
Grupos IV y V														
A 5409 RG	3027	3687	3528	3200	3944	2794	3424	2164	3812	3618	2632	3337	2744	3224
María 55 RR	3359					2506	3242		4405	3386	2461	3205		3224
A 5901 RG	3407	3480	3301	3253	3554	2014	3113	2334		3104	2680	2825	2265	2944
TJ 2053 RR	2597	3116	2877	3153	3368	2591	3069	2350		3708	2146		2372	2850
DM 4800 RR											2564			2564
Grupo VI														
Rosario 65 RR	2916	3365	3076	3230	3526	3515	3361	2955		2878	2684	3299	2690	3125
A 6401 RG	3118	3412	3215	3189	3439	2254	2926	1995	3942	3386	2838	3392		3092
A 6445 RG	3114	3340	3103	2484	3118	2443	2971	2283	4582	3338	2965	3120	2417	3021
Camila 6.4 RR	2638	3411	3003	2453	3344	2907	3060	2647	4018	2890	2681		2555	2967
HM-464 RR	2736	3105	2811	2615	3290	2539	2606			3254	3188	3269		2941
Grupo VII														
Mercedes 70 RR	2142					2896	2829		4721	3386	3374	3687		3291
Mágica 7.3 RR	3002	3294	2588	3337	3491	3114	3033	1857	4292	3158	3038	3181		3115
Virginia 572 RR	2754	3135	3057	3081	3296	3046	3222	2262		2878	3088		2518	2940
Qaylla RR							2926							2926
Grupo VIII														
A 8000 RG	3285	3569	3515	3708		3282	3495	2472	4236	4234	4420	3638	3641	3625
Munasqa RR							3442							3442
A 8100 RG		3309	3524	3558			3235				4186	3353	2488	3379
Ms 7979 RR										3464		2799		3132
Anta 8.2 RR	2652	3223	2852	1560		3052	3087	2439	4207	3193	3073	3240	2461	2920
Grupo IX														
Ms 8080 RR										2643	3656			3150
Ms 8888 RR	3257		2645			3390	3292	2238	3643	3000	2709	2748	2350	2927
A 9000 RG											3407	2966	1874	2749

Localidades: 1) La Cocha; 2) Los Altos; 3) La Virginia; 4) El Diamante; 5) Garmendia; 6) La Fragua; 7) Monte Redondo; 8) Metán; 9) Tolloche; 10) Tolloche; 11) Lajitas; 12) Lajitas; 13) Coronel Cornejo.

COMPORTAMIENTO DE LOS CULTIVARES COMERCIALES DE SOJA EN LA REGIÓN NOA

Cuadro II.2b. Resultados de la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcelas para la región del NOA. Campaña 1999/2000.

VARIEDADES CONVENCIONALES															
Variedades	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	Loc. 10	Loc. 11	Loc. 12	Loc. 13	Promedio	Ranking
Grupo V															
Spring 5.3	3381	3111	2969	2945	1961	3443	1083	3854	4072	2797	2981			2963	15
A 5409							2714			2513	3317			2879	19
GR-56	2608	3387	3026	2811	2479	2912	2265		3591	2645	2369			2809	20
Grupo VI															
Campeona 6.4	3389	3395	2892	2553	4130	2459	2862	1557	3607	3029	2632	2945	2845	2946	16
Andrea 66	2987	3054	3071	2503	2610	3068	2644	3255	2987	2795	3148	2607		2894	18
Grupo VII															
Charata 76	3718	3810	3437	2373	4079	3466	3295	1863	4604	3157	2793	2950		3295	2
FT 2002	3053	3846	3074		3531	2796	3167	2415	4273	3172	2589	2662		3143	8
TJ 2070	3412	3325	3426	3723	4018	3350	3478	724	4531	3051	2309	1861		3101	9
A 7986	3749	3039	2659		2878	3347	2015	3898	3621	2581	3227	2335		3032	11
Entremiana							3774	3069	2793	3030	2383			3010	13
Coker 6738	3747	3069	3094	2190	3844	2702	3159	996	3882	3772	2623	2774		2988	14
Grupo VIII															
Max 841			3604	3141	3522									3422	1
Shulka	3167	3860	3039	3070	2747	3348	3716	2429	4540	3420	2988	3107	3076	3270	3
Dowling	3319	3759	3081	2726	3612	3276	3516	1586	5139	3372	2620	3213	2664	3222	4
FT 2000	3028	3389	3114		3036	3626	2236	4193	3615	2261	2761	3784		3186	5
GR-80	2870	3437	3154	3575	3665	2597	2965	2473	4604	3157	2802	3017	2961	3175	6
Fam 841								3528	2760					3144	7
Huayra	2600	3283	3251	3129	3129	3103	3556	1892	4336	4004	2136	2074	2990	3037	10
Nk Coker 8.1	3704	3151	2829	2542	3651	2702	2760	1649	4095	3420	2906	2928	2845	3014	12
Sofia INTA			3201	2416	3038			2325	4032	2907	2326	3027	3091	2929	17
Grupo IX															
Interr...			2491	2251	3059			868	3711	2601	2416	2370		2471	21

Localidades: 1) La Cocha; 2) Los Altos; 3) La Virginia; 4) El Diamante; 5) Garmendia; 6) La Fragua; 7) Monte Redondo; 8) Metán; 9) Tolloche 1; 10) Tolloche 2; 11) Lajitas 1; 12) Lajitas 2; 13) Coronel Cornejo.

PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Cuadro II.3a. Resultados de la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcelas para la región del NOA. Campaña 2000/2001.

VARIETADES RESISTENTES AL GLIFOSATO																
Varietades RR	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	Loc. 10	Loc. 11	Loc. 12	Loc. 13	Promedio	Ranking	Ranking Grupos
Grupos IV y V																
A 5409 RG	2865	3338	3705	2776	3200	3575	3401	3652	3644	3508	2661	1792	3186	3177	13	7
Maravilla 45 RR		2670												2670	25	12
Agustina 49 RR		3004									2478			2741	23	11
A 5417 RG	3305	3422	3346	2534	2879	3522	3984	2970						3245	12	6
María 55 RR		3267		3032		3816	3193	2911	3341		2672			3176	14	8
A 5901 RG	3342	3519	3233	2427	3165	3839	4132	3646						3413	4	2
A 4910 RG	3018	3148	4095	3930	3074	4096	3882	3541	3362	4032	2564	1855	3315	3378	6	5
A 5634 RG							3171							3171	15	9
Rafaela 58 RR		3448												3448	3	1
DM 4800 RR	2612	3772	2377	2305	3136	4168	3915	3687	3010	3512	2049	1759	2950	3019	17	10
Grupo VI																
Rosario 65 RR	3229	3647	2257	2808	2996	3283	3013	3119		3257	2537	1989		2921	19	2
A 6401 RG	3311	3551	3313	3057	3107	3752	3570	3215	3265	3526				3367	7	1
Grupo VII																
Mercedes 70 RR							3196			3566				3381	5	3
Mágica 7.3 RR	3270	3800	4159	2607	3102	4006	3566	3729	3298	2943			2389	3352	8	4
Virginia 572 RR	2675	3168	2999	2666	2697	3669	3297	2486		2307				2885	20	7
A 7636 RG	3222	3985	3946	2865	3275	4362	3703	4010		3145				3613	1	1
A 7322 RG		4174	3591	2782	3102		3951	3897						3583	2	2
TJ 2070 RR		3292												3292	11	5
Qaylla RR	2739	3562	3175	2546	2895	3816	3415	3361		3315	2445	2384		3059	16	6
Grupo VIII																
A 8000 RG	3086	3854	3736	2816	3452	4163	3329	3761	3333	3681	2534	1863	3728	3334	10	2
Munasqa RR	3033	3709	2537	2486	2875	2865	3551	3284	2793	3075	3127	1852	3121	2947	18	3
A 8100 RG	3052	3645	3501	3049	3246	4196	3349	3893	3837	3495	2635	2053	3421	3336	9	1
Ms 7878 RR				3083			3028			2868		1894		2718	24	5
Anta 82 RR	2637	3087	2966	2473		3388	3093	3418		2714	2291	2229		2830	21	4
Grupo IX																
Ms 8080 RR	2351	2413	1468	1972	2402		2565		2518	3045	3536	3113	2849	2567	26	2
A 9000 RG		2740							2798	3287	2601	2184	2965	2763	22	1

Localidades: 1) Garmendia; 2) San Agustín; 3) La Virginia; 4) La Cocha; 5) La Cruz; 6) Javichor; 7) La Fragua; 8) Los Altos; 9) Metán; 10) Lajitas; 11) Tolloche; 12) Orán; 13) Ballivián.

Cuadro II.3b. Resultados de la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcelas para la región del NOA. Campaña 2000/2001.

VARIETADES CONVENCIONALES													
Variedades	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	Loc. 10	Promedio	Ranking	Ranking Grupos
Grupos IV y V													
Spring 53	2938	3224	3170		2706	3578		3258	4087	1817	3097	11	2
GR-56	2821	3263	4161		3286	3366	2226	3664	4220	1803	3201	8	1
Grupo VI													
Campeona 64	3047	3029	4015	3788	2805	3297	2417	3694	4449	861	3140	10	1
Grupo VII													
Coker 6738	3630	2812	4771	3507	3760					940	3237	6	2
Andrea 66						3405					3405	3	1
Grupo VIII													
GR-80	3206	3144	3944	3771	3383		2950	3003	4070	841	3146	9	5
Coker 81	2854	2958	4284	3728	3410		3050	3491	4368	880	3225	7	4
Shulka	2980	2798	4837	3915	4572	3902	2963	3955	4381	771	3507	2	1
Huayra	2497	4237	4686	3132	3694	3583	2490	3533	4130	693	3268	5	3
Max 841	2474	4136	4697	3928	3661	3636	2961	3202	3906	837	3344	4	2
Sofia INTA	2291		2870		3383	3075	2844	3329	3672		3066	12	6
Grupo IX													
Don Isidro									3720		3720	1	1

Localidades: 1) La Virginia; 2) Rumi Punco; 3) Monte Redondo; 4) Garmendia; 5) Metán; 6) Liag. Finca Toloche, Salta;
 7) Finca La Casualidad, ProAnta; 8) Ballivián; 9) Las Lajitas; 10) La Fragua.

Cuadro II.4. Resultados de la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcels para la región del NOA. Campaña 2001/2002.

VARIETADES RESISTENTES AL GLIFOSATO														
Varietales RR	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	Loc. 10	Loc. 11	Promedio	Ranking	Ranking Grupos
Grupos IV y V														
A 5409 RG	3327	3706	3963	3674	2865	3867	4030	3062	2344	3752	1180	3252	9	4
María 55 RR	2818	2989	3343	3667	2871	4076		2593	2941	4065	1050	3041	17	5
A 5901 RG	3299	3605	3612	3888	2944							3470	2	1
A 4910 RG	3128	3833	3629	3774	2891		3598			3972	1377	3275	6	3
A 5634 RG					2765							2765	22	6
DM 4800 RR	3126	3571	4049	3919	2986	3372	3681	3596	2889	4390	1126	3337	5	2
Grupos VI														
Rosario 65 RR	3244	3351	3511	3663	3021	3523	2912	2796	2976	4088	876	3087	13	2
A 6401 RG	3753	3879	3675		2747	2818				4184	1377	3205	11	1
Grupo VII														
Mercedes 70 RR	3087	3306	2879	2654	2308	3439	3948	2817	2972	3946	876	2930	19	4
Mágica 7.3 RR	3188	3612	3881	4271	3489	2685		3460		3989	895	3274	7	2
Virginia 572 RR	3182	4199	3998	3674	2982	2940	3094	2204	2002	2864	874	2910	20	5
A 7636 RG	3890	3344	4605	4121	3762	3177		3334	3058	4333	769	3439	3	1
Qaylla RR	2360	3251	3882	3775	3116	3500	3718	2208	3133	3847	881	3061	15	3
Grupo VIII														
A 8000 RG	3308	3848	4911	4043	3628	4112		3946	3694	4336	754	3658	1	1
Munasqa RR	3563	3671	4071	3915	2916	3617	4106	3087	3912	3909	897	3424	4	2
A 8100 RG	3353	2260	4515	3654	3200	3140	3175	3369	3846	4077	730	3211	10	4
Ms 7878 RR	3123	2959	3882	3397	2669	2944	3648	2872	3352	3683	726	3023	18	5
Ms 7979 RR							3261					3261	8	3
Anta 82 RR							3666	2849	2977	3879	789	2832	21	6
Grupo IX														
Ms 8080 RR		2557	4986	3535	2479	3932		2757	3207	3497	710	3073	14	2
Ms 8888 RR									2909	3196		3053	16	3
A 9000 RG			3016			3152	3382	2606	3411	3160		3121	12	1

Localidades: 1) La Virginia; 2) Rumi Punco; 3) Monte Redondo; 4) Garmendia; 5) Los Altos; 6) Metán; 7) Liag, Finca Tolloche; 8) Finca La Casualidad, Proanta; 9) Balivián; 10) Las Lajitas; 11) La Fragua.

Cuadro II.5. Resultados de la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcels para la región del NOA. Campaña 2002/2003.

VARIETADES RESISTENTES AL GLIFOSATO													
Variedades RR	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	Loc. 10	Loc. 11	Promedio	Ranking
Grupos IV y V													
A 5409 RG	1778	1814	2435	1810	3763	1896	2933	2739	4386	3145	3465	2742	20
Maravilla 45 RR	1711		1708	1692	3364	1030	2780	2106	4096	3148	3289	2492	28
Agustina 49 RR	1331		2687	1950	3249	1825	2533	2993		2212	3246	2447	30
DM 50048 RR	1245	2368	2884	2533	4142	1691	3002	2866	4491	3413	4071	2973	8
Nva. María 55 RR	1852		2493	2133	3448	1678	2614	3167	4562	3208	3414	2857	12
A 4910 RG	1979	2339	2062	1016	4003	1847	3103	3501	4173	3638	3623	2844	14
Rafaela 58 RR	1865		2460	2583	3603	1748	3047	3236	3964	3024	2960	2849	13
AW 4902 RR	1166	2164	1788	1673	3740	1446	2894	2205	3554	3592	4076	2573	26
DM 5400 RR			2611									2611	
DM 5800	1418	2453	2088	2560	3980	1948	3216	3201	4500	3210	3384	2905	9
RA 505		2358	2072		3716							2715	
A 5520 RG					3801							3801	
A 5630 RG					3678							3678	
AW 5581 RR	2724	2450	2744	2031	3900	1909	3031	2965	4050	3333	3595	2976	7
DM 4800 RR	1865	2161	2495	2160	3990	1843	3162	3107	4305	3691	3954	2976	6
Grupo VI													
RA 605	1711	2412	2774				3191					2522	
RA 606	1423	2494	2858	2981	3822	1897		2659	4088	2970	2865	2806	17
RA 602		2344	2478			1894						2239	
A 6019 RG	1556	2649	2184	2847	4078		3370					2781	18
Nva. Andrea 66 RR	1601		2501	2310	3339	2497	2477	3605	3906	3000	3465	2870	11
Cristina 64 RR	1010		2229	2440	2749	1798	2419	2096			1807	2069	31
NK 6.9 RR	1423	2785	2280	2749	3366	3223	3139	2571	3639	3084	3689	2904	10
Rosario 65 RR									4271			4271	
A 6401 RG	2312	2524	2534	2013	3886	1902	3070	3307				2694	22
													5

Cuadro II.5. Resultados de la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcelas para la región del NOA. Campaña 2002/2003.

VARIEDADES RESISTENTES AL GLIFOSATO (continuación página anterior)													
Variedades RR	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	Loc. 10	Loc. 11	Promedio	Ranking
Grupo VII													
Mercedes 70 RR	1307	2332	2758	2118	3089	2605	2235	2857	3986	3293	3101	2698	21
Mágica 7.3 RR	1579	2691	2775	2248	3528	2791	2940	2741	3193	2671	3350	2773	19
AW 7110 RR	1899	2775	3137	2084	3871	2667	2813	3134	4457	3367	3416	3056	3
A 7636 RG	1669	2750	2910	2262	3561	2803	2189					2592	25
A 7321 RG			2483					3239	4123	4019	3028	3378	
A 7322 RG	1461	2669	2896	2225	3392	2699	3086					2633	24
A 7053 RG	2021	2567	2880	2282	3644		2779	3384	4215	3229	3201	3020	5
NK 7.6 RR	1756		2386	1823	3654	2661	2768					2508	27
RA 701		2551	2667	2051	3273							2636	
RA 703	2418	2536	2308	2393	3464	2193		3139				2636	23
A 7118 RG	1614	2567	2582	2407	3864		2725	2875	3270	3091	3123	2812	16
Qaylla RR	2323	2343	2626	2071	3513	2329	2635	2480	4132	3475	3219	2831	15
Grupo VIII													
A 8000 RG	1669	2939	3183	2305	3634	2667	2911	4038	4566	2756	3610	3116	1
Munasqa RR	2027	2847	2930	1930	3449	2463	2623	4269	4487	3052	3198	3025	4
Anta 8.2 RR									4223			4223	
A 8100 RG	1811	2859	3057	2168	3058	2745	2873	3696	4456	3553	3509	3071	2
Grupo IX													
Ms 8080 RR	1184		2761	1509	3018	2541		2544	3481	3087	2232	2484	29
Cristalina										2881		2881	
A 9000 RG			2842					3016	3574	3537	2942	3182	

Localidades: 1) Garmendia; 2) La Cruz; 3) Monte Redondo; 4) La Virginia; 5) La Cocha; 6) Javiercho; 7) Los Altos; 8) Metán; 9) Tolloche; 10) Orán; 11) Ballivián.

Cuadro II.6. Resultados de la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcelas para la región del NOA. Campaña 2003/2004.

VARIETADES RESISTENTES AL GLIFOSATO													
Varietales RR	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	Loc. 10	Promedio	Ranking	Ranking Grupos
Grupo IV y V													
A 4725 RG	2080	2375	2975	1837	1476			3047	2797		2370	31	14
DM 4800 RR	1714	2732	3235	2248	2708	2900	1212	2598	2695	3647	2569	20	7
A 4910 RG	2198	2853	3077	1801	2637	2980	1389	2670	2023	3486	2511	23	10
Natalia 49 RR	2765	2271	2899		2400			2574		3626	2756	5	1
TJ 2049 RR	2426	1793			2849						2356	33	15
DM 50048 RR	2355	2632	3169	2363	2862	2895	1168	3156	2482	3706	2679	10	4
A 5409 RG	2582		3062		2459		1868	2279			2450	27	13
A 5417 RG	2908	2387	2621	1855	2254			2517	2990		2505	24	11
TJ 2055 RR	2653	2244			3023						2640	15	6
Nva. María 55 RR	2284	2556	2833		2510	2282	1328	2619	3728		2518	22	9
AW 5522 RR	2291	2048	2698		2399	2623	1176	1895	2654		2223	37	16
AW 5581 RR	2065	2623	2985	1988	3110	2861	1116	2097	3371	3110	2533	21	8
A 5777 RG	2229	2773	3067	1853	3102			2847			2645	12	5
DM 5800	2459	2739	3225	2134	2819	2577	1500	2812	3293	3338	2690	7	2
Rafaela 58 RR	2386	2723	3054	1923	2640	2289	1222	2167	3437	3013	2485	25	12
A 5901 RG	3099	2547	2884	1849	2842			2538	3020		2683	9	3
Grupo VI													
A 6019 RG	3069	2598	2989	2203	2851	2738	2060	2608	3090		2690	8	3
A 6401 RG	2578	2839	3035	2224	2842	2738	1796				2579	19	5
A 6411 RG	2711	2780	3159	2724	3311	2616	2109	2956	2934	3652	2895	2	1
Nva. Andrea 66 RR	2737	2643	2954	2115	2536	2616	1525	2569	3086	3182	2596	18	4
Nk Coker 6.8 RR	2294	2881	3286	1996	2889	2943	1575	2598	3067	3475	2700	6	2
TJ 2068 RR	2201	2589			2265						2352	34	6

Cuadro II.6. Resultados de la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcelas para la región del NOA. Campaña 2003/2004.

VARIEDADES RESISTENTES AL GLIFOSATO (continuación página anterior)													
Variedades RR	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	Loc. 10	Promedio	Ranking	Ranking Grupos
Grupo VII													
A 7053 RG	1793	2619	1622	1797	2466	1476	2708	3884	2296	35	10		
Nva. Mercedes 70 RR	2563	2842			2302	1357	2994		2412	29	8		
A 7118 RG	2464	2951	1883	2672	2106	1765	3179	3761	2598	17	5		
AW 7110 RR	2844	2501	3211	2561	4036	2802	1850	2854	3304	3342	2931	1	1
A 7321 RG				2293	3211	1857	1679	2514	3097		2442	28	7
A 7322 RG		1859	2951	1823		2302	1501	2852	3497		2398	30	9
Qaylla RR		2613	3030	2099	3027	2046	1525	2490	3507	3109	2605	16	4
Nk Coker 7.5 RR	2810	2768	3132	2435	3074	2423	1318	2448	3726	3883	2802	4	2
TJ 2070 RR					2673						2673	11	3
A 7636 RG	2310	2290	2089	2089	3579	2787	1650	2661	2413		2472	26	6
Grupo VIII													
Nk Coker 8.0 RR	2424	2235	3012	2124	2555	1872	1480	2095	2781	3080	2366	32	4
A 8000 RG	1378	2629	3393	2908	3640	2302	1856	2738	3993	4033	2887	3	1
A 8100 RG	1556	2679	3305	2244	3330	2077	1206	2680	3672	3696	2645	13	2
Munasqa RR	2179	2481			3345	2033	2206		3703		2658	14	3
Grupo IX													
Ms 8080 RR	1993	2060	2360	2452	2660	1563	1938	2217	2657	2848	2275	36	1

Localidades: 1) San Agustín; 2) La Cocha; 3) Los Altos; 4) El Palomar; 5) Lajitas Oeste P. 2; 6) Lajitas Este P. 6; 7) Lajitas P. 9; 8) Tolloche; 9) Orán; 10) Ballivián.

Cuadro II.7. Resultados de la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcelas para la región del NOA. Campaña 2004/2005.

VARIEDADES RESISTENTES AL GLIFOSATO																
Variedades RR	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	Loc. 10	Loc. 11	Loc. 12	Loc. 13	Loc. 14	Loc. 15	Loc. 16
Grupo IV y V																
A 4910 RG	1933	2874	3057	2391	2309	1247	1478	960	3357	3408	1873	3257	2197	2861	2424	3111
Natalia 49 RR	2046	2675	2925	2624	1947	773	1097	1253	3138	3158	2090	2475	2053	2257	3072	3556
TJ 2049 RR	2186	3126	3038	2652	2365	1120	1207	1333	3087	3633	3186	3175	2290	2495	2802	3565
DM 50048 RR	2259	3193	3512	2417	2230	1231	1408	1471	3193	3300	2784	2666	2067	2685	2866	2902
A 5409 RG	2578					1166		971	3415			2629	2304		2275	
Nva. María 55 RR	2360	2941	2964	2808	2522	1075	1373	671	2964	2894	2520	2792	1900	2352	2286	2929
TJ 2055 RR	2337	3030	3052	2481	2194	1199	1530	1163	3232	3224	2642	2670	2344	2505	2240	2862
DM 5800	2504	3195	3186	2686	2674	1648	1482	1465	3065	2788	3039	2439	2158	1915	2266	2816
Rafaela 58 RR	2522	3039	3084	2452	2394	1231	1373	1235	3075	3362	1947	2541	2229	1952	2337	2676
Grupo VI																
A 6019 RG	2847	3328	3483	3020	2535	1355	1758	1239	3603	3165	2505	2454	1685	1379	2849	2244
NA 6126 RG	2880	3842	3390	3112	2605	1449	1761	1279	3391							
DM 6200 RR	2586	3686	3431	2923	2665	1868	1861	1382	3530	3343	2642	2939	2148	2004	2622	2848
NA 6355 RG	2581	3382	3139	2881	2525	1619	1978	1093	3110							
A 6401 RG	2799	3552		2993	2452	1630	1701	1345	3245	3208	2472	2558	2301			
A 6411 RG	2931	3500	3500	2723	2354	1584	1563	1060	3299		2749	3090	2728	1920	2418	2874
Nva. Andrea 66 RR	2783	3303	3309	2517	2208	1377	1673	1319	2968	3005	2815	2665	2324	2239	2760	3033
NK Coker 6.8 RR	2617	3267	3192	2586	2466	1774	2286	1144	2726	2843	1998	2670	2507	2346	2638	3101
TJ 2068 RR	2896	3318	3319	3398	2297	1630	1722	1244	3394	3096	2126	2670	2392	1957	2902	3107

Cuadro II.7. Resultados de la red de evaluación de cultivares de soja en macroparcels para la región del NOA. Campaña 2004/2005.

VARIETADES RESISTENTES AL GLIFOSATO (continuación página anterior)																
Varietales RR	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	Loc. 10	Loc. 11	Loc. 12	Loc. 13	Loc. 14	Loc. 15	Loc. 16
Grupo VII																
A 7053 RG	2820	3045	3328	3263	2397	1929	1366	1183	2267	2492	1906	2621	2431	2719	2755	2761
Nva. Mercedes 70 RR	2246	3382	3145	2938	2459	1758	1839	1135	2640	2923	2170	2514	2047	3040	2788	3328
TJ 2070 RR	2600	3314	3307	3174	2588	1695	2403	1240	2483	2596	2086	2868	1969	1374	2864	2656
A 7118 RG	3003	2976	3421	3267	2303	1778	1602	1094	2676	2754	2061	1859	1519	1442	2733	1788
AW 7110 RR	2982	3500	3236		2597	1874		1078		3039	1527	2656	2221		3089	
A 7321 RG	2549					1725	1482	1056		3119	2017	2500	3079	3421	2863	2960
NK Coker 7.5 RR	3048	3243	3259	3007	2262	1723	1740	1294	2969	3196	2471	2344	2300	3376	2895	3293
A 7636 RG	2937	3056	3566	3323	2675	2021	1654	1157	2629	2976	2548	1435		977	3295	
NA 7708 RG	3064	3572	3476	3040	2536											
Grupo VIII																
A 8000 RG	3348	3182	3486	3046	2652	2284	2050	752	3141	2754	2498	2474	2331	2968	3190	3281
A 8100 RG	3144	3413	3209	3633	2925	2457	2368	995	3024	2730	3015	2344	2172	2484	2974	
NA 8010 RG	3267									2477	2696		2311		2566	3441
NA 8164 RG	2869									2828	2154		2008	2698	2823	3078
Anta 82 RR	2507	3437	3131	3130	2038	1612	2103	1138	2830	2706	1745	2580	2274	2883	2700	3029
Munasqa RR	3184	3793	3314	3261	2436	2194	1831	1000	3656	2877	2236	2651	2550	2903	2998	3342
NA 8413 RG	2842									2587	2342		2290		2689	3241
Grupo IX																
A 9000 RG	2414									2256	1436	1930	2469	2955	3269	3006

Localidades: 1) San Agustín; 2) Garmendia; 3) La Cruz; 4) La Virginia; 5) La Cocha; 6) Javichio; 7) El Palomar; 8) La Fragua; 9) Los Altos; 10) San Lorenzo; 11) Metán; 12) Lajitas Oeste; 13) Olleros; 14) Orán; 15) Tolloche; 16) Ballivián.

COMPORTAMIENTO DE LOS CULTIVARES COMERCIALES DE SOJA EN LA REGIÓN NOA

Gráfico II.23. Rendimientos porcentuales promedio de los diferentes grupos de madurez en las campañas 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004 y 2004/2005 en el NOA.

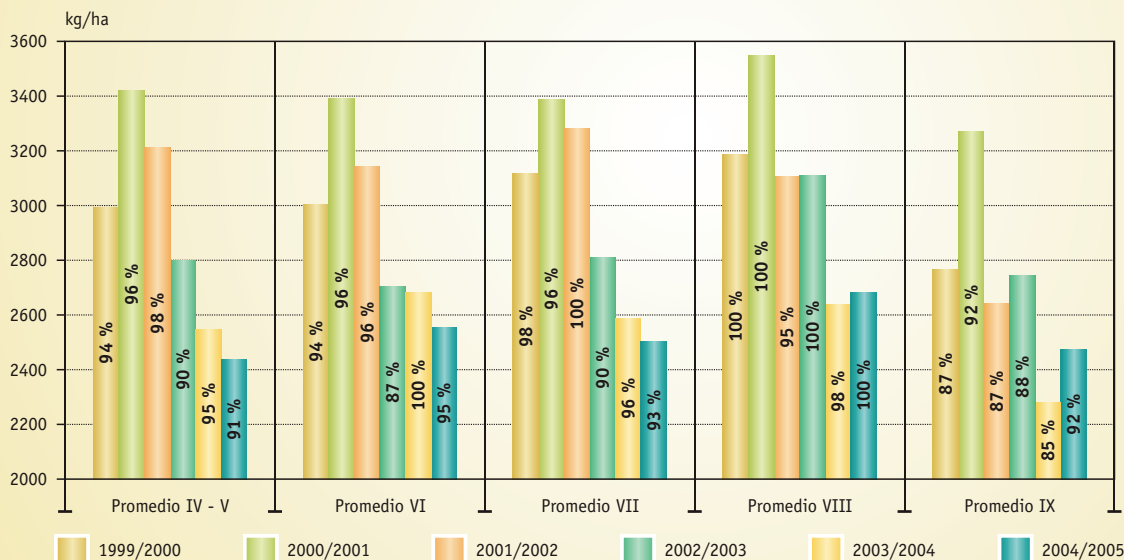
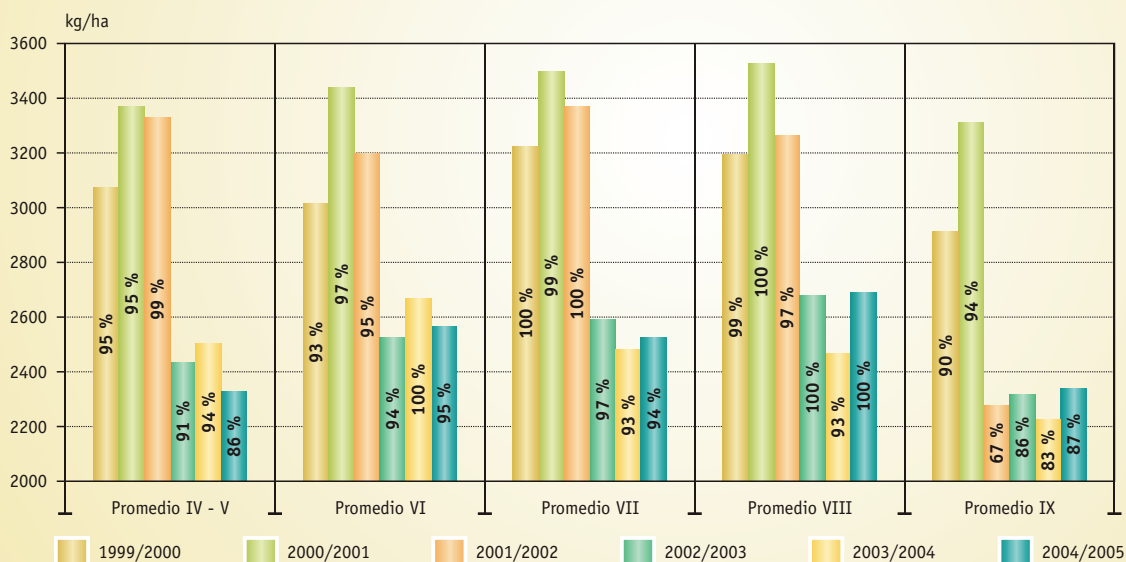


Gráfico II.24. Rendimientos porcentuales promedio de los diferentes grupos de madurez en las campañas 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004 y 2004/2005 en Tucumán y zonas de influencia.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CULTIVARES COMERCIALES

Con relación al comportamiento de los diferentes GM en Tucumán y zonas de influencia, se aprecia que, al analizar las 6 campañas, la tendencia es similar a la observada en el NOA. Presentándose nuevamente el GM VIII como el de mayores rindes en el 50% de los años de evaluación, y los GM más cortos con bajos rendimientos; comportamiento que fue más acentuado en la última campaña. Los demás GM presentaron valores de rindes medios.

Con la finalidad de poder observar los rendimientos promedio alcanzados en cada una de las campañas del período 1999/2000-2004/2005 por algunas variedades de grupos cortos (IV al VI) y grupos largos (VII al VIII) se presentan los Gráficos II.25 y II.26, respectivamente.

Para cada campaña agrícola y cada cultivar, se promediaron los rendimientos logrados a lo largo de todas las localidades donde el cultivar estuvo presente. Se consigna en cada gráfico el número total de localidades consideradas para cada material en particular y entre paréntesis el número de localidades en las que estuvo en cada campaña.

Del análisis comparativo de las seis campañas consideradas, se desprende que tanto para materiales de grupos cortos como de grupos largos, los tres últimos períodos (2002/2003, 2003/2004 y 2004/2005) fueron notablemente los de más bajo rendimiento, siendo particularmente el último período el de rindes inferiores (Gráficos II.25 y II.26). Así en el 2004/2005 todos los materiales (excepto Munasqa RR y A 8100 RG), registraron los rendimientos más bajos del período considerado.

En los Gráficos II.27 y II.28 se observa el comportamiento de las variedades comerciales de GM cortos (IV al VI) y largos (VII al IX), respectivamente, a lo largo de numerosas localidades del NOA durante seis campañas consecutivas. Se consignan los rendimientos promedio, máximo y mínimo, como así también el número de ambientes considerados para cada cultivar. Entre paréntesis se indica, para cada material, el número de campañas evaluado.

Analizando el comportamiento de las variedades de grupos cortos en las últimas seis campañas agrícolas (Gráfico II.26), se puede ver que los rindes promedio oscilaron entre los 2.400 y 2.900 kg/ha, habiendo únicamente un cultivar (A 5409 RG) que apenas superó al testigo A 6401 RG, el cual alcanzó los 2.900 kg/ha. También se destacaron por su buen comportamiento A

4910 RG, A 6411 RG, DM 50048 RR, DM 6200 RR, DM 5800, Nueva Andrea 66 RR y NA 6126 RG, cuyos rendimientos superaron los 2.600 kg/ha.

Al considerar las variedades de grupos largos (Gráfico II.27), se observa que presentaron valores de rinde promedio que oscilaron entre 2.400 y 3.100 kg/ha, siendo el testigo A 8000 RG el cultivar que alcanzó el mayor promedio (3.190 kg/ha). Las variedades NA 7708 RG, A 8100 RG, Munasqa RR, A 7636 RG, A 9000 RG, AW 7110 RR, NA 8010 RG, Anta 82 RR y NK Coker 7.5 RR, tuvieron un muy buen desempeño en el promedio de las seis campañas, con rindes que superaron los 2.700 kg/ha.

Teniendo en cuenta los valores de rinde promedio para las cinco últimas campañas tanto para los materiales de grupos cortos (entre 2.400 y 2.900 kg/ha), como para los materiales de grupos largos (entre 2.400 y 3.100 kg/ha), se aprecia que estos últimos tienen un mayor potencial de rendimiento al considerar toda la región NOA.

Es necesario remarcar que algunos de los materiales analizados, fueron evaluados por primera vez en la última campaña, mostrando valores promisorios a pesar de las condiciones adversas que se presentaron en el último período.

Entre todos los materiales evaluados, las variedades que presentaron los rendimientos más altos fueron: A 8000 RG, A 7636 RG, Nueva María 55 RR, A 8100 RG, DM 5800, DM 50048 RR, Munasqa RR y AW 7110 RR, presentando valores superiores a los 4.000 kg/ha.

FECHAS DE SIEMBRA, ESPACIAMIENTO Y DENSIDAD

El período de siembra en el NOA se extiende desde principios de noviembre (siembras tempranas) a mediados de enero (siembras tardías). A medida que disminuye la latitud las siembras se van atrasando, hasta llegar al norte de Salta donde el período de implantación está desplazado quince días más tarde en relación con Tucumán.

Juntamente con el advenimiento de la siembra directa se produjeron fuertes cambios en cuanto al arreglo espacial, generalizándose los espaciamientos a 0,52 m entre líneas. Si bien el grueso se siembra a 0,52 m, hay una pequeña proporción que se implanta a 0,70 m utilizando las máquinas reservadas para la siembra de maíz. Esta última distancia entre líneas funciona muy bien en la medida que se utilicen variedades de ciclo largo tales como A 8000 RG, Munasqa RR, A 8100 RG, en fechas de siembra óptimas para cada región.

COMPORTAMIENTO DE LOS CULTIVARES COMERCIALES DE SOJA EN LA REGIÓN NOA

Gráfico II.25. Comparación de los rendimientos promedio de las variedades de grupos de maduración cortos. Campañas 1999/2000 - 2004/2005, para el NOA.

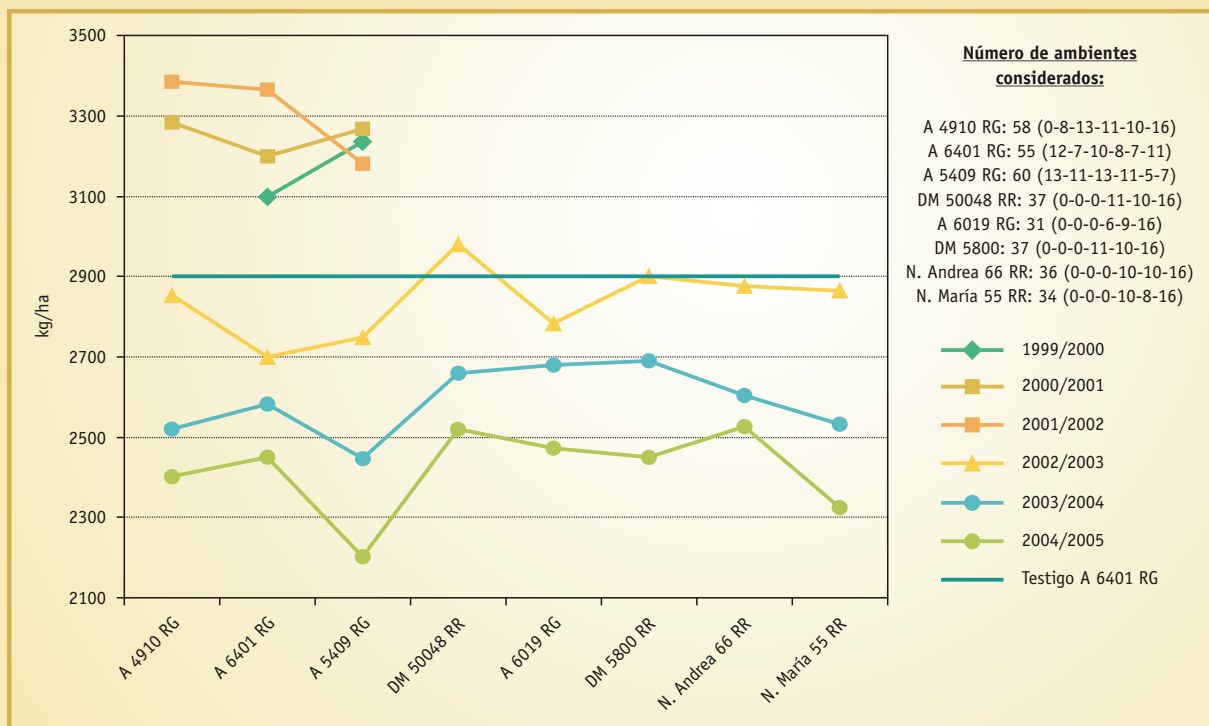
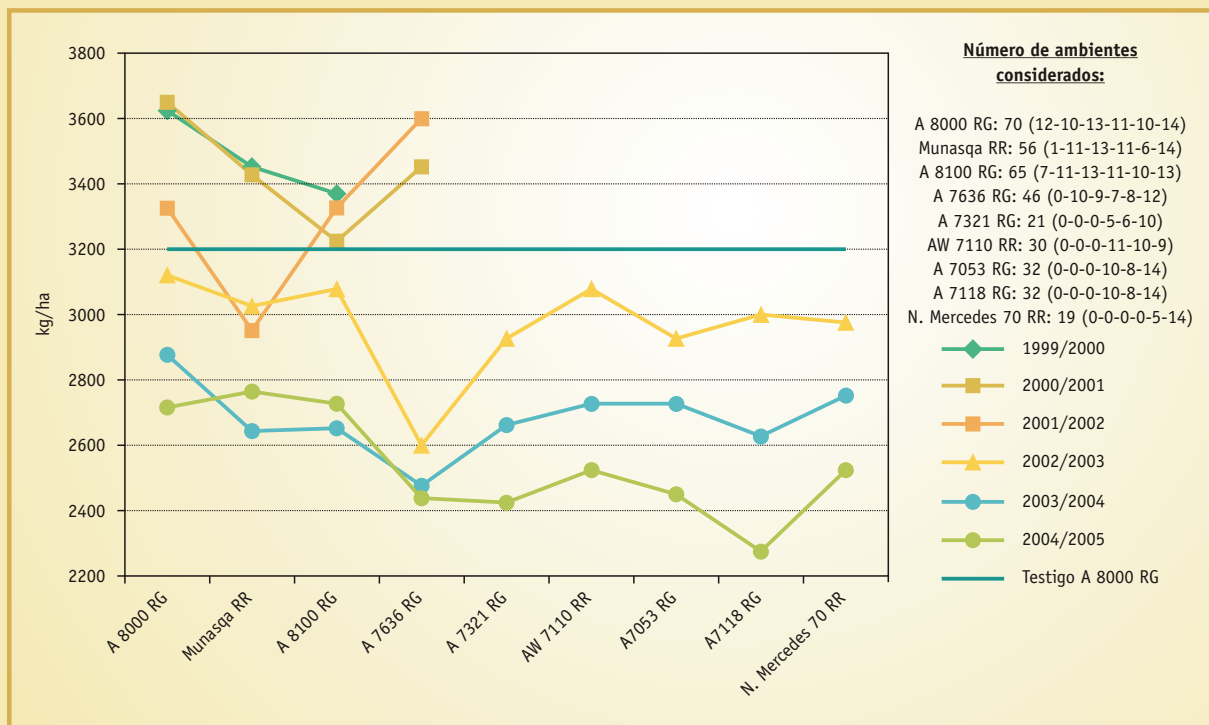


Gráfico II.26. Comparación de los rendimientos promedio de las variedades de grupos de maduración largos. Campañas 1999/2000 - 2004/2005, para el NOA.



PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Gráfico II.27. Rendimientos promedio, máximo y mínimo, de las variedades RG/RR de grupos de madurez cortos (IV al VI). Campañas 1999/2000 - 2004/2005, para el NOA.

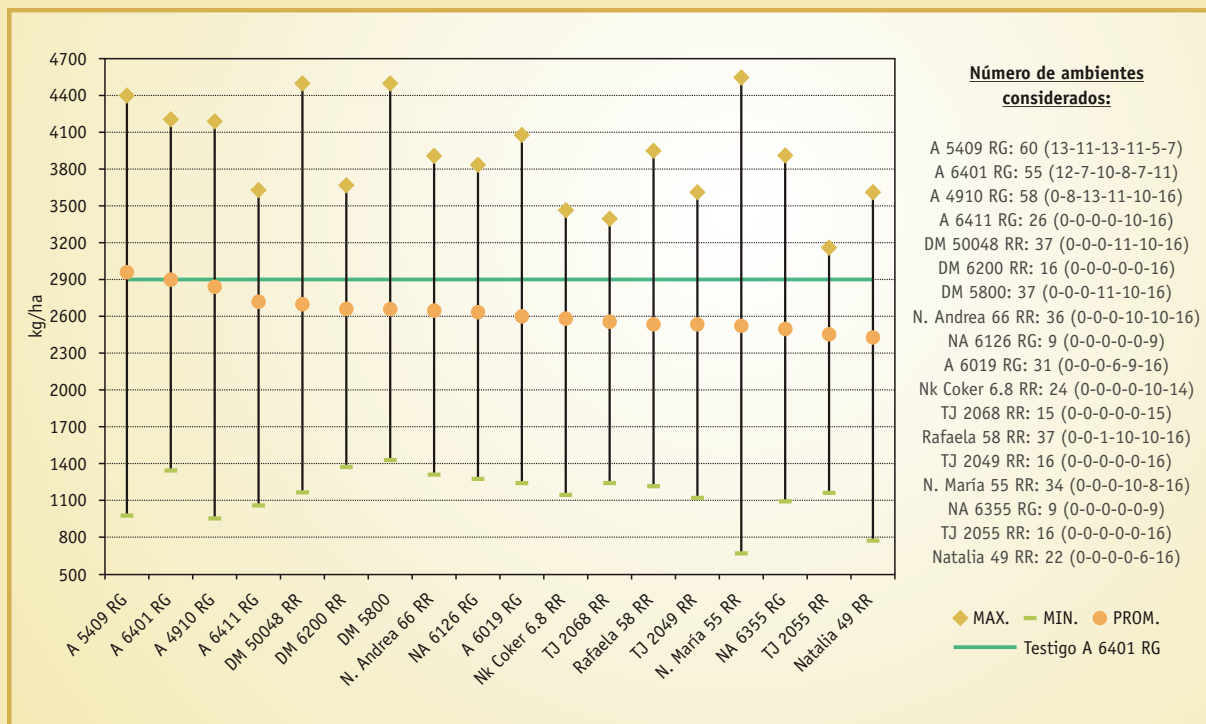
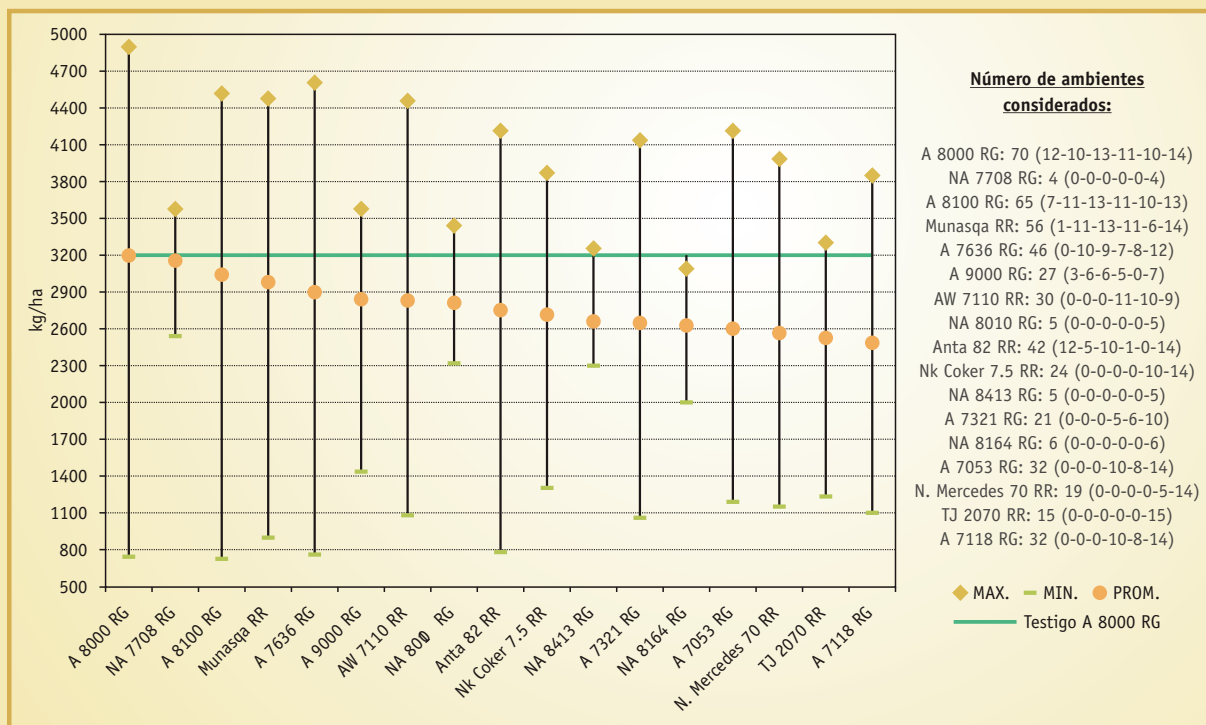


Gráfico II.28. Rendimientos promedio, máximo y mínimo, de las variedades RG/RR de grupos de madurez largos (VII al IX). Campañas 1999/2000 - 2004/2005, para el NOA.



En cuanto a la densidad poblacional por ha, la misma va a estar en función de las características intrínsecas de las variedades, GM al que pertenecen, fecha de siembra, características del ambiente en el que tienen que desarrollarse (latitud, condiciones climáticas y edáficas, etc.), entre otros factores. La utilización de GM más precoces a los tradicionalmente empleados en la región produjo un incremento de la densidad de plantas en relación con la recomendada para los cultivares de GM más largos. De esta manera la densidad utilizada en la zona, en siembras a 0,52 m entre líneas, para materiales de GM VI es de 400-420.000 plantas/ha, para los del grupo VII es de 340-360.000 plantas/ha y para los de grupo VIII es de 240-300.000 plantas/ha. Las densidades recomendadas son para fechas de siembra de estación y están en función de las características del cultivar. En la medida que se atrasa la fecha de implantación, el número de plantas por unidad de superficie debería ser mayor.

MANEJO DE CULTIVARES EN LA REGIÓN NOA

La adecuada elección de variedades es un factor clave para alcanzar altos rendimientos. Es fundamental relacionarla con el ambiente productivo (zona donde se encuentra ubicado el campo) en el cual se desarrollarán los cultivares. Numerosos materiales pueden recomendarse para una determinada localidad, tanto por su ciclo, como por su potencial de rendimiento y comportamiento agronómico, pero es importante tener en cuenta que existen otras variables que determinan el resultado final que se alcanza en una campaña (Giorda *et al.*, 1997). Las de mayor incidencia en la definición del rendimiento serían las fechas de siembra y las condiciones ambientales (principalmente precipitaciones).

Debido a que las condiciones climáticas varían todos los años, una determinada combinación de fecha de siembra y GM puede ser la mejor para un determinado año, mientras que en otra campaña puede resultar la menos conveniente. A modo de ejemplo se puede citar lo que ocurrió en el este tucumano-oeste santiagueño en los últimos años. En la campaña 2001/2002 las siembras extratempranas (realizadas en la primera quincena de noviembre) con GM cortos resultaron ser las más exitosas, logrando los rendimientos más altos de la campaña, con valores de entre 3.500 a 4.500 kg/ha. El éxito de este planteo incentivó a las siembras extratempranas en la siguiente campaña, pero las

condiciones ambientales fueron distintas, registrándose para este esquema rendimientos de alrededor de 400 kg/ha en muchos casos, o lotes con pérdidas totales.

Lo antes expuesto nos permite afirmar que las mejores combinaciones de fecha de siembra, GM y material genético serán aquellas cuyos períodos críticos coincidan con el momento de menores limitantes hídricas, térmicas, de radiación, etc.

Teniendo en cuenta esto, resulta importante considerar la necesidad de generar estrategias de manejo donde se combinen diferentes GM, variedades y fechas de siembra.

En términos generales se podría decir que en zonas óptimas, con suelos profundos, de buena fertilidad y con buen régimen hídrico, la estrategia estará orientada al logro del máximo potencial productivo mediante la utilización de un alto porcentaje de materiales de ciclo completo y de gran adaptación a la zona. Por el contrario, para áreas marginales el planteo será mucho más conservador, combinando un mayor número de variedades de diferentes ciclos en distintas fechas de siembra, tratando con ello de obtener un rendimiento estable a lo largo de los años.

Sobre la base de los datos obtenidos por el Programa Granos de la EEAOC (Red de Evaluación de cultivares de soja en macroparcels y microparcels para el NOA y ensayos de fecha de siembra), y teniendo en cuenta además las numerosas experiencias llevadas a cabo con productores y técnicos asesores de la región, se elaboraron para las distintas zonas analizadas estrategias de manejo que se consideran las más adecuadas de acuerdo a las condiciones y materiales genéticos disponibles en la actualidad. Para tal fin se dividió al NOA en las siguientes zonas:

Tucumán	
Este	1- Zona Subhúmeda - Húmeda 2- Zona Subhúmeda - Seca y Semiárida (incluye oeste de Santiago del Estero)
Sur	1- Zona Subhúmeda - Húmeda 2- Zona Subhúmeda - Seca y Semiárida (incluye sudeste de Catamarca)
Salta	
Sur (R. de la Frontera y Metán)	1- Zona Subhúmeda - Húmeda 2- Zona Subhúmeda - Seca y Semiárida
Norte (Ballivián y Tartagal)	
Centro - Este (Lajitas)	

PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

A continuación, para cada una de estas zonas, se propone el porcentaje de superficie a ocupar con los distintos GM. Los planteos que se exponen, tienen fines orientativos y son dinámicos en el tiempo; ya que cada situación particular tendrá que ser ajustada en base al ambiente (suelo, precipitaciones, etc.), a las variaciones que se produzcan con la aparición de

nuevos materiales con características mejoradas y a las decisiones técnico-económicas de cada campo analizado.

Asimismo, en los Cuadros II.7 al II.14 se sugiere para las distintas fechas de siembra la superficie a ocupar con cada GM y algunas de las variedades recomendadas para cada zona.

TUCUMÁN

ESTE

1) ZONA SUBHÚMEDA-HÚMEDA

- ❑ GRUPOS CORTOS (IV, V y VI) 20 %
- ❑ GRUPOS INTERMEDIOS (VII) 40 %
- ❑ GRUPOS LARGOS (VIII) 40 %

Cuadro II.7. Estrategia de manejo varietal para la zona Subhúmeda - Húmeda del este tucumano.

Fechas de Siembra	Grupo de Maduración	Superficie	Variedades
10 - 30 Noviembre 20 - 30 Diciembre	VIII	40 %	A 8000, A 8100, Munasqa, NA 8010
01 - 20 Diciembre	VII	40 %	A 7636, A 7118, AW 7110, TJ 2070, NA 7708
01 - 15 Diciembre	IV - V - VI	20 %	A 4910, TJ 2049, DM 50048, Rafaela 58, A 6401, A 6411, NA 6126, TJ 2068, DM 6200

2) ZONA SUBHÚMEDA-SECA Y SEMIÁRIDA

- ❑ GRUPOS CORTOS (IV, V y VI) 30-35 %
- ❑ GRUPOS INTERMEDIOS (VII) 20-35 %
- ❑ GRUPOS LARGOS (VIII) 35-50 %

Cuadro II.8. Estrategia de manejo varietal para la zona Subhúmeda - Seca y Semiárida del este tucumano - oeste santiagueño.

Fechas de Siembra	Grupo de Maduración	Superficie	Variedades
20 - 30 Noviembre Fecha probable en función de las lluvias	VIII IV - V Indeterminados	10 - 15 % 10 - 15 %	A 8000, A 8100, Munasqa, Anta 8.2, NA 8010 A 4910, Nva. María 55, A 5409, DM 50048, TJ 2049, Natalia 49
01 - 15 Diciembre	VI	20 - 30 %	A 6401, Nva. Andrea 66, Rafaela 58, TJ 2068
01 - 20 Diciembre	VII	20 - 25 %	AW 7110, NA 7708, Nva. Mercedes 70, A 7053
01 Diciembre - 10 Enero	VIII	25 - 35 %	A 8000, Munasqa, A 8100, NA 8010
25 Diciembre en adelante	V Indeterminado VII Indeterminado	5 - 10 % 5 - 10 %	Nva. María 55, A 5409, TJ 2055 A 7321, Nva. Mercedes 70, Coker 7.5

TUCUMÁN

SUR

1) ZONA SUBHÚMEDA-HÚMEDA

- ❑ GRUPOS CORTOS (IV, V y VI) 25-30 %
- ❑ GRUPOS INTERMEDIOS (VII) 35-45 %
- ❑ GRUPOS LARGOS (VIII) 25-35 %

COMPORTAMIENTO DE LOS CULTIVARES COMERCIALES DE SOJA EN LA REGIÓN NOA

Cuadro II.9. Estrategia de manejo varietal para la zona Subhúmeda - Húmeda del sur tucumano.

Fechas de Siembra	Grupo de Maduración	Superficie	Variedades
20 Noviembre - 10 Diciembre	VII	35 - 45 %	A 7636, AW 7110, Coker 6.8, A 7118, A 7053
01 - 15 Diciembre	IV - V Indeterminados	25 - 30 %	DM 50048, A 4910, A 5409, DM 5800, AW 5581, TJ 2049, A 4725, TJ 2055
	VI		DM 6200, A 6401, NA 6126, Coker 6.8
15 Diciembre - 10 Enero	VIII	25 - 35 %	A 8000, A 8100, Munasqa, NA 8010

2) ZONA SUBHÚMEDA-SECA Y SEMIÁRIDA

- ❑ GRUPOS CORTOS (IV, V y VI) 30-35 %
- ❑ GRUPOS INTERMEDIOS (VII) 30-40 %
- ❑ GRUPOS LARGOS (VIII) 30-35 %

Cuadro II.10. Estrategia de manejo varietal para la zona Subhúmeda - Seca y Semiárida del sur tucumano - sudeste catamarqueño.

Fechas de Siembra	Grupo de Maduración	Superficie	Variedades
20 - 30 Noviembre Fecha probable en función de las lluvias	VIII	10 - 15 %	A 8000, A 8100, Munasqa, Anta 8.2, NA 8010
	IV - V Indeterminados	10 - 15 %	A 4910, Nva. María 55, A 5409, DM 50048, Natalia 49, TJ 2049
01 - 15 Diciembre	VI	20 - 30 %	A 6401, Nva. Andrea 66, Rafaela 58
01 - 20 Diciembre	VII	30 - 40 %	AW 7110, NA 7708, Nva. Mercedes 70, A 7053
10 Diciembre - 15 Enero	VIII	10 - 15 %	A 8100, Munasqa, NA 8010
25 Diciembre en adelante	V Indeterminado	5 %	Nva. María 55, A 5409, TJ 2055
	VII Indeterminado	5 - 10 %	A 7321, Nva. Mercedes 70, Coker 7.5

SALTA

SUR

1) ZONA HÚMEDA-SUB HÚMEDA

- ❑ GRUPOS CORTOS (IV, V y VI) 10-15 %
- ❑ GRUPOS INTERMEDIOS (VII) 15-20 %
- ❑ GRUPOS LARGOS (VIII) 65-75 %

Cuadro II.11. Estrategia de manejo varietal para la zona Húmeda del sur salteño.

Fechas de Siembra	Grupo de Maduración	Superficie	Variedades
15 - 30 Noviembre (Fecha probable según lluvias) 10 Diciembre - 5 Enero	VIII	65 - 75 %	A 8000, A 8100, Munasqa, NA 8010, NA 8164
01 - 15 Diciembre	VII	10 - 20 %	AW 7110, Nva. Mercedes 70, A 7053, A 7321, Coker 6.8, NA 7708
01 - 10 Diciembre	V Indeterminado VI	10 - 15 %	A 5409, DM 50048, A 4910, NA 6126, DM 6200, A 6401
25 Diciembre - 5 Enero	VII Indeterminado	5 - 10 %	Nva. Mercedes 70, A 7321, Coker 7.5

2) ZONA SUBHÚMEDA-SECA Y SEMIARIDA SECA

- ❑ GRUPOS CORTOS (IV, V y VI) 15-20 %
- ❑ GRUPOS INTERMEDIOS (VII) 20-25 %
- ❑ GRUPOS LARGOS (VII y IX) 50-60 %

PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Cuadro II.12. Estrategia de manejo varietal para la zona Subhúmeda - Seca y Semiárida Seca del sur salteño.

Fechas de Siembra	Grupo de Maduración	Superficie	Variedades
20 - 30 Noviembre Fecha probable en función de las lluvias	VIII	10 - 15 %	A 8000, A 8100, Munasqa, NA 8010 Nva. María 55, A 5409, DM 50048, A 4910, Natalia 49
	IV - V Indeterminados	10 - 15 %	
01 - 25 Diciembre	VI - VII	20 - 25 %	A 6411, DM 6200, NA 6126, Nva. Andrea 66, AW 7110, Nva. Mercedes 70, NA 7708 A 8000, A 8100, Munasqa, NA 8010
	VIII	40 - 50 %	
25 Diciembre en adelante	V Indeterminado	5 %	Nva. María 55, A 5409, DM 50048, Rafaela 58, TJ 2055 Nva. Mercedes 70, A 7321, Coker 7.5
	VII Indeterminado	5 - 10 %	

SALTA

NORTE

- ❑ GRUPOS CORTOS (IV, V y VI) 10-15 %
- ❑ GRUPOS INTERMEDIOS (VII) 10-15 %
- ❑ GRUPOS LARGOS (VIII y IX) 70-80 %

Cuadro II.13. Estrategia de manejo varietal para la zona norte de Salta.

Fechas de Siembra	Grupo de Maduración	Superficie	Variedades
10 Diciembre - 25 Enero	VIII y IX	70 - 80 %	A 8100, Munasqa, Anta 8.2, NA 8164, NA 8413
05 - 20 Enero	VII Indeterminado	10 - 15 %	Coker 7.5, A 7321, N. Mercedes 70
05 - 15 Enero	IV - V - VI Indeterminados	10 - 15 %	A 4910, Nva. María 55, Nva. Andrea 66, DM 50048, TJ 2055

CENTRO-ESTE

- ❑ GRUPOS CORTOS (IV, V y VI) 10-15 %
- ❑ GRUPOS INTERMEDIOS (VII) 15-20 %
- ❑ GRUPOS LARGOS (VIII) 65-75 %

Cuadro II.14. Estrategia de manejo varietal para la zona centro - este de Salta.

Fechas de Siembra	Grupo de Maduración	Superficie	Variedades
20 Noviembre - 5 Enero	VIII	65 - 75 %	A 8100, Munasqa, Anta 8.2, NA 8010, NA 8164
01 - 12 Diciembre	IV - V Indeterminados VI - VII	15 - 30 %	A 4910, DM 50048, A 5409, DM 6200, NA 6126, NA 6355, A 6401, AW 7110, NA 7708, A 7053
25 Diciembre en adelante	VII Indeterminado	5 - 10 %	Nva. Mercedes 70, A 7321, Coker 7.5

BIBLIOGRAFÍA CITADA

❑ Devani, M., G. Salas, D. Ploper y F. Ledesma. 2000a. Evolución de los grupos de maduración de soja en las últimas campañas agrícolas en el Noroeste Argentino. Avance Agroind. 21 (1): 21-23.

❑ Devani, M., M. A. Zamorano, F. Ledesma, L. D. Ploper, M. B. García, D. Gamboa, J. Lenis, M. Gandur. 2000b. Red de evaluación de cultivares de soja para el

Noroeste Argentino. Campaña 1999/2000. Pub. Esp. EEAOC (19).

❑ Devani, M., F. Ledesma y J. M. Lenis. 2001. Red de Evaluación de Cultivares de Soja para el Noroeste Argentino. Campaña 2000/2001. Pub. Esp. EEAOC (21).

❑ Devani, M., F. Ledesma y J. M. Lenis. 2002. El Cultivo de la Soja en el Noroeste Argentino. Campaña 2001/2002. Pub. Esp. EEAOC (22).

- Devani, M., F. Ledesma, J. M. Lenis y M. Gandur. 2003. El Cultivo de la Soja en el Noroeste Argentino. Campaña 2002/2003. Pub. Esp. EEAOC (23).
- Devani, M., F. Ledesma y J. M. Lenis. 2004. El Cultivo de la Soja en el Noroeste Argentino. Campaña 2003/2004. Pub. Esp. EEAOC (25).
- Giorda L. y H. Baigorri. 1997. El cultivo de la soja en Argentina. INTA Manfredi-INTA Marcos Juárez. Editar. Argentina.
- Salas, G., M. Devani, F. Ledesma, M. A. Zamorano y S. Sartori. 1999. Red de evaluación de cultivares de soja para el noroeste argentino. Pub. Esp. EEAOC (24).

SIEMBRAS DE SOJA DE PRIMAVERA

Mario R. Devani - Julián M. Lenis - Fernando Ledesma

En la provincia de Tucumán y zonas de influencia, aproximadamente 15.000 ha del área destinada al cultivo de granos se encuentran bajo riego con pivot central. La disponibilidad de agua durante todo el año abre la posibilidad de plantear diferentes alternativas productivas, las que deberían ser suficientemente rentables para justificar los mayores costos de producción con esta tecnología.

Debido a la buena rentabilidad del cultivo de soja en las últimas campañas, su producción bajo riego en primavera se presentó como una alternativa a considerar dentro del sistema productivo de la región del NOA.

La necesidad de agua de riego es variable y muy dependiente de la marcha de las condiciones ambientales, fundamentalmente las precipitaciones y temperaturas. Se podría decir que la misma oscila entre

los 220 y 400 mm distribuyéndose en un riego de base de aproximadamente 60-80 mm y el resto durante el ciclo del cultivo hasta el inicio de las lluvias de verano.

GRUPOS DE MADUREZ Y FECHA DE SIEMBRA

Ensayos realizados por la EEAOC para determinar cuáles grupos de madurez presentan la mayor adaptación a este esquema productivo demostraron que los materiales pertenecientes al grupo de maduración V y crecimiento de tipo indeterminado fueron los de mayor potencial de rendimiento en siembras primaverales, aunque también presentaron un comportamiento aceptable cultivares de grupos de madurez IV y VII, también indeterminados (Salas *et al.*, 1997; Devani *et al.*, 1998). Lo antes expuesto se aprecia en el Cuadro II.15, en la cual, para los trece

Cuadro II.15. Grupo de madurez (GM), hábito de crecimiento (HC) y rendimiento de cultivares ensayados durante las campañas 1997 y 1998 en Tucumán y zonas de influencia.

Variedades	GM	HC	Rendimiento (kg/ha)			
			17/09/97	01/09/98	15/09/98	Promedio
A 5409	V	I	3227	3967	5073	4089
Promax 550	V	I	4227	3112	3730	3690
Spring 5.3	V	I	3620	3190	4180	3663
Promax 5100	V	I	3353	3073	3607	3344
Bonaerense	IV	I	3060	2967	3670	3232
Promax 530	V	I	3127	2820	3733	3227
A 7409	VII	I	2147	4247	2897	3097
Eureka 51	V	I	3047	2693	3377	3039
Primavera 100	V	I	3200	2783	3093	3025
A 4702	IV	I	2700	2883	2457	2680
A 4657 RG	IV	I	2440	1890	1907	2079
A 4456 RG	IV	I	2507	1750	1953	2070
A 4422	IV	I	1440	2420	1782	1881

cultivares que se repiten en los tres ensayos realizados durante las campañas 1997 y 1998, se presenta el grupo de madurez, hábito de crecimiento, los datos de rendimiento y el promedio de rinde. También se consigna la fecha de siembra de cada ensayo.

Con respecto a la fecha de siembra más adecuada para esta alternativa de producción, se observó que los rindes de la mayoría de las variedades analizadas aumentaron cuando se retrasó la implantación del cultivo (Cuadro II.15). Sin embargo, esto prolonga en forma excesiva la fecha de cosecha, quitando así la posibilidad de siembra de un segundo cultivo en el verano (Salas *et al.*, 1999). En general se podría recomendar el comienzo de estas siembras a partir de los últimos días de agosto, ya que siembras más tempranas corren riesgo de ser afectadas por heladas.

ESPACIO ENTRE LÍNEAS

Se observó que los materiales de grupo V sembrados a 0,52 m alcanzaron muy buenos niveles de productividad, mientras que los cultivares de grupo IV lograron menores alturas y no llegaron a cerrar la trocha, presentando además rendimientos intermedios (Salas *et al.*, 1998).

En los años 2000, 2001 y 2002 se realizaron ensayos con el objetivo de definir si a menores espaciamientos (0,25 m) que los comúnmente empleados en el cultivo de la soja en nuestra región (0,52 m), los rendimientos de los cultivares indeterminados de grupos III y IV, de menor estructura y porte de planta, pueden ser comparables a los de los materiales del grupo V. En los Cuadros II.16, II.17 y II.18 se presentan los datos de rendimiento promedio de las

variedades evaluadas a dos distanciamientos y los grupos homogéneos surgidos del test de comparación de medias LSD, para los años 2000, 2001 y 2002, respectivamente.

En el Cuadro II.16 se aprecia que, al disminuir la distancia entre líneas, los cultivares A 4657 RG, A 4910 RG y A 5409 RG incrementaron sus rindes aproximadamente en 300 a 400 kg/ha, siendo estos aumentos significativos sólo para A 4910 RG y A 5409 RG. En el caso de DM 4800 RR y María 55 RR se observó una disminución (no significativa estadísticamente) de los rindes en la siembra a 0,25 m con respecto a 0,52 m, lo cual estuvo relacionado con un excesivo desarrollo en altura, importante vuelco de plantas y alto porcentaje de vainas en contacto con el suelo. La variedad A 5409 RG a 0,25 m se presenta como la combinación de mayor rendimiento, difiriendo significativamente del resto de las variedades a cualquiera de los distanciamientos considerados, e incluso cuando la misma se encuentra a 0,52 m. También se observa que el cultivar A 4910 RG a 0,25 m no presenta diferencias estadísticas con las variedades A 5409 RG y María 55 RR a 0,52 m.

En el Cuadro II.17 se observa que absolutamente todos los cultivares, excepto Nativa 4.6 RR, incrementaron sus rindes por el estrechamiento entre líneas. Sin embargo, estos aumentos son estadísticamente significativos sólo para las variedades A 4910 RG, A 5409 RG, A 3901 RG, A 4404 RG y DM 4400 RR. Para el resto de los cultivares los incrementos no son significativos según el análisis estadístico. A diferencia del ensayo del año anterior, la variedad A 4910 RG a 0,25 m no difirió significativamente de A 5409 RG al mismo distanciamiento, es decir, tuvieron rindes similares. Es importante destacar también que los

Cuadro II.16. Rendimiento promedio de variedades evaluadas a dos distanciamientos y grupos homogéneos según el test de comparación de medias LSD. Año 2000, Tucumán y zonas de influencia.

Variedad	Distancia entre líneas (m)	Rendimiento (kg/ha)	Grupos Homogéneos*
A 5409 RG	0,25	4496,0	a
A 5409 RG	0,52	4088,0	b
María 55 RR	0,52	3940,0	bc
A 4910 RG	0,25	3733,3	bcd
María 55 RR	0,25	3646,7	cde
A 4657 RG	0,25	3366,7	def
A 4910 RG	0,52	3306,7	ef
A 4657 RG	0,52	3060,0	fg
DM 4800 RR	0,52	2726,7	gh
DM 4800 RR	0,25	2580,0	h
Media General		3494,4	
CV %		5,60	
LSD		367,85	

(*): Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según el test LSD de comparación de medias ($p = 0,05$).

Cuadro II.17. Rendimiento promedio de variedades evaluadas a dos distanciamientos y grupos homogéneos según el test de comparación de medias LSD. Año 2001, Tucumán y zonas de influencia.

Variedad	Distancia entre líneas (m)	Rendimiento (kg/ha)	Grupos Homogéneos*
A 4910 RG	0,25	4731,7	a
A 5409 RG	0,25	4512,3	a
A 3901 RG	0,25	4203,0	b
A 4910 RG	0,52	4116,7	b
A 4404 RG	0,25	4032,1	bc
María 55 RR	0,25	4023,3	bc
María 55 RR	0,52	3784,3	cd
A 5409 RG	0,52	3783,3	cd
A 3901 RG	0,52	3759,0	cd
DM 4800 RR	0,25	3740,0	d
Maravilla 45 RR	0,25	3680,7	de
DM 4800 RR	0,52	3636,7	de
DM 4400 RR	0,25	3633,3	de
DM 50048 RR	0,25	3622,3	de
Maravilla 45 RR	0,52	3450,0	e
DM 50048 RR	0,52	3421,3	e
Nativa 4.6 RR	0,52	3063,3	f
A 4404 RG	0,52	3026,7	f
Nativa 4.6 RR	0,25	2973,8	f
DM 4400 RR	0,52	2814,0	f
Media General		3691,4	
CV %		4,34	
LSD		280,33	

(*): Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según el test LSD de comparación de medias ($p = 0,05$).

cultivares A 4910 RG y A 3901 RG a 0,25 m presentaron diferencias estadísticas de rindes con respecto a todos los materiales de grupo V evaluados (A 5409 RG, María 55 RR y DM 50048 RR) a 0,52 m. El resto de las variedades de grupo IV a 0,25 m lograron rendimientos similares, y en un solo caso fueron inferiores (Nativa 4.6 RR) a alguno de los cultivares de grupo V a 0,52 m.

En el Cuadro II.18 puede observarse que sólo en el caso de los materiales Agustina 49 RR y A 3901 RG la siembra a 0,25 m produjo incrementos significativos de rendimiento en relación con el distanciamiento de 0,52 m. Para el resto de los materiales no hubo diferencias estadísticas de rindes al estrechar el entresurco, observándose en algunos casos una ligera merma (DM 4400 RR, A 4404 RG, DM 4600 RR, Nueva María 55 RR). El cultivar María 55 RR fue el único en el que se produjo una disminución significativa del rendimiento cuando fue sembrado a 0,25 m. Al igual que en el ensayo del año anterior se aprecia que para el distanciamiento de 0,25 m las variedades A 4910 RG y A 5409 RG no difieren estadísticamente. También se observa que al distanciamiento de 0,25 m, las variedades A 4910 RG y Agustina 49 RR tienen rendimientos similares a la

variedad de grupo V que alcanzó el mayor rinde a 0,52 m (A 5409 RG) y superiores a los logrados por los demás cultivares del grupo más alto (DM 50048 RR, Nueva María 55 RR y María 55 RR). El resto de los cultivares de grupo III-IV y sembrados a 0,25 m, tuvieron rendimientos iguales e incluso superiores a por lo menos uno de los materiales de grupo V evaluados.

Como conclusión, siembras a 0,25 m entre líneas posibilitó que algunos materiales de grupos de maduración III y IV alcancen e incluso superen los rendimientos mostrados por los cultivares de grupo V sembrados a 0,52 m. Lo expresado anteriormente es de gran importancia si tenemos en cuenta que el empleo de los cultivares de ciclo más corto permite desocupar los campos aproximadamente 15 días antes (en promedio) que las variedades de grupo V. Esto haría posible, lograr mejores condiciones de fecha de siembra para la implantación de un cultivo de verano con su mayor potencial productivo posible. Los materiales de grupo V también mostraron un incremento de sus rendimientos al reducir el espaciamiento de siembra, especialmente los cultivares de estructura erecta y resistentes al vuelco (Devani *et al.*, 2003).

Cuadro II.18. Rendimiento promedio de variedades evaluadas a dos distanciamientos y grupos homogéneos según el test de comparación de medias LSD. Año 2002, Tucumán y zonas de influencia.

Variedad	Distancia entre líneas (m)	Rendimiento (kg/ha)	Grupos Homogéneos*
A 5409 RG	0,25	3620,0	a
A 4910 RG	0,25	3349,7	ab
A 5409 RG	0,52	3343,3	ab
Agustina 49 RR	0,25	3201,0	bc
A 4910 RG	0,52	3016,7	bcd
DM 4800 RR	0,25	2920,0	cde
DM 4800 RR	0,52	2893,3	cde
A 3901 RG	0,25	2860,0	cdef
DM 50048 RR	0,25	2806,7	defg
Agustina 49 RR	0,52	2800,0	defg
Mireya 4.2 RR	0,25	2780,0	defg
Nativa 4.6 RR	0,25	2746,7	defgh
Nativa 4.6 RR	0,52	2628,3	efghi
DM 50048 RR	0,52	2590,0	efghij
Mireya 4.2 RR	0,52	2505,3	fghij
DM 4600 RR	0,52	2500,0	fghij
Nva. María 55 RR	0,52	2489,7	ghij
Nva. María 55 RR	0,25	2446,7	ghijk
A 3901 RG	0,52	2390,0	hijk
A 4404 RG	0,52	2380,0	ijk
DM 4600 RR	0,25	2300,0	ijkl
A 4404 RG	0,25	2233,3	jkl
María 55 RR	0,52	2106,1	klm
DM 4400 RR	0,52	1946,7	lmn
DM 4400 RR	0,25	1860,0	mn
María 55 RR	0,2	1706,7	n
Media General		2637,4	
CV %		8,18	
LSD		364,34	

(*): Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según el test LSD de comparación de medias ($p = 0,05$).

ASPECTOS SANITARIOS

Uno de los aspectos sanitarios a destacar en el cultivo de la soja sembrado en estas fechas es que la presión de chinches suele ser mayor que en siembras de verano. Esto se puede constatar por el daño manifiesto en semillas.

Entre las chinches responsables de los daños se encontraron a la chinche verde (*Nezara viridula*), la chinche de la alfalfa (*Piezodorus guildinii*), el alquiche chico (*Edessa meditabunda*) y la chinche marrón (*Dichelops furcatus*), siendo las mismas frecuentes en los lotes de soja de siembra estival de la región del NOA. El uso de variedades de crecimiento indeterminado obliga a una protección más prolongada del cultivo, ya que los períodos de floración y fructificación son más largos que en el caso de cultivares determinados, incrementando el período en que las plantas permanecen en su estado más susceptible a la acción de esta plaga.

Otros organismos perjudiciales que suelen aparecer en cultivos de soja sembrados en primavera, especialmente en condiciones de altas temperaturas y retraso de las lluvias primavera-estivales, son los trips (Triptidae) y las arañuelas (Tetranychidae), los cuales pueden producir daños de importancia económica.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Devani, M. R., G. Salas, F. Ledesma, A. Monteros y C. Lemme. 1998. Evaluación de variedades de soja para siembras de primavera en Tucumán. Avance Agroind. 73: 27-29.
- Devani, M. R., J. M. Lenis, F. Ledesma, M. A. Gandur y M. B. García. 2003. Respuesta de cultivares de soja de grupos III, IV y V de maduración a la disminución del espaciamiento entre líneas en siembras de primavera en

Tucumán y zonas de influencia. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 80(1-2):37-43.

▣ Salas, G., M. Devani y F. Ledesma. 1997. Primeras experiencias locales en siembras de soja de primavera. Avance Agroind. 69: 12-13.

▣ Salas, G., M. Devani, F. Ledesma, J. Lenis y A. Monteros. 1998. Evaluación de variedades de soja para

siembras de primavera en Tucumán. En: III Reunión Nacional de Oleaginosos, 1998, Bahía Blanca: 163-164.

▣ Salas, G. M., M. R. Devani, F. Ledesma, S. M. Sartori y B. T. Montanari. 1999. Evaluación de variedades y fechas de siembra para soja de primavera en las condiciones del NOA. En: Mercosoja, Rosario, 1999, Sección Tecnología del cultivo: 19-20.



CAPÍTULO III

SISTEMAS DE LABRANZA Y NUTRICIÓN



**EL MANEJO DE SUELOS
EN EL ÁREA PRODUCTORA DE GRANOS
DEL NOROESTE ARGENTINO**

INOCULACIÓN

EL MANEJO DE SUELOS EN EL ÁREA PRODUCTORA DE GRANOS DEL NOROESTE ARGENTINO

Roberto Figueroa - Carlos Hernández - Miguel Morandini - Mario R. Devani - Daniela R. Pérez

La zona productora de soja del NOA tiene suelos profundos, que poseen una textura muy uniforme, franco a franco limoso en todo el perfil. En las zonas que tienen precipitaciones altas puede existir un horizonte franco arcillo limoso entre los 40 y los 90 cm de profundidad, que corresponde a la acumulación de arcilla que proviene de la parte superior del perfil (horizonte B textural).

Esta amplia zona fue desmontada rápidamente desde principios de la década de 1970, y la habilitación de tierras tuvo un sostenido avance hacia el este, fruto de la buena rentabilidad de la soja y de algunos avances tecnológicos.

La baja estabilidad estructural de estos suelos y las condiciones ecológicas de la región NOA, sumado al monocultivo de la soja bajo un sistema convencional de laboreo, provocaron una lenta pero continua degradación física, química y biológica de los mismos. Esta degradación se puso de manifiesto por una marcada disminución de la materia orgánica y de los niveles de fósforo disponible, una reducción de la velocidad de infiltración y una fuerte susceptibilidad al encostramiento. A ello se agregaron importantes procesos erosivos de origen hídrico y eólico, producto de la labranza convencional y la falta de sistematización para el control del escurrimiento.

Desde la campaña 1995/1996 hubo un avance notable de las prácticas de laboreo conservacionista, determinando que más del 95% de la superficie con soja se encuentre actualmente bajo el sistema de siembra directa (Devani *et al.*, 2004).

La siembra directa permitió ocupar áreas que anteriormente eran consideradas marginales para la soja, debido a que incrementa la captación de agua de lluvia y reduce pérdidas de humedad por evaporación directa. Esto estuvo acompañado por la adopción de variedades de

grupos cortos que podían sembrarse más tarde y cumplir su ciclo en un periodo más breve, reduciendo los requerimientos de agua.

La adopción de la siembra directa constituye un importante avance en la búsqueda de la sustentabilidad de la producción agrícola de la región. Así mismo, influye positivamente en muchos aspectos de la relación suelo-agua-planta. De ellos, los tres de mayor importancia son los siguientes:

- 1.- Determina que el suelo conserve mejor la humedad almacenada.
- 2.- Determina que se mantenga una tasa de infiltración mas alta, aumentando la captación de agua.
- 3.- Determina que la velocidad de escurrimiento sea menor, disminuyendo la erosión y aumentando la cantidad de agua útil.

La disponibilidad de máquinas para la siembra directa de excelente performance y un adecuado manejo de los herbicidas, han hecho que esta práctica se lleve a cabo con muy buenos resultados en cuanto a uniformidad, densidad de plantas y control de malezas. A esto se agrega que las variedades RR han simplificado este último aspecto y abaratado costos en forma más que significativa. Se puede afirmar en términos generales, que el paquete tecnológico constituido por siembra directa y manejo de herbicidas está siendo aplicado con éxito por parte de la mayoría de los productores.

Quedan por resolver algunos aspectos relacionados al efecto de la siembra directa sobre algunas propiedades de los suelos en el largo plazo, fundamentalmente contenido y distribución de nutrientes disponibles en el perfil y

compactación superficial.

La rápida adopción de la siembra directa en la región permitió reducir el ritmo de degradación, pero el monocultivo de soja continuó y continúa siendo un sistema no sustentable de producción. Su sustentabilidad se hace más cuestionable en la medida que se avanza a zonas con balance hídrico más negativo. Esto está asociado a la obtención de rendimientos más bajos y a un menor aporte de residuos de cosecha, lo que redundará en una menor restitución de materia orgánica, mayor encostramiento y mayor evaporación directa.

En la actualidad, los puntos relevantes vinculados directamente al manejo del suelo son:

- ❑ Economía del agua.
- ❑ Control de la erosión hídrica.
- ❑ Rotaciones y sustentabilidad.
- ❑ Manejo de fertilizantes.

ECONOMÍA DEL AGUA

La soja presenta una gran capacidad para sortear condiciones de baja humedad durante su ciclo sin que éstas tengan un fuerte impacto en los rendimientos. Esto se debe a que el periodo de máxima sensibilidad al estrés hídrico, que se inicia con la floración (R1) y va hasta la primera parte del llenado de granos (R5), es extenso en relación a lo que ocurre con otras especies. Tal característica hace que solo condiciones muy prolongadas de baja humedad de suelos puedan reducir los rendimientos de manera muy significativa.

La captación de humedad y la reducción de pérdidas por escurrimiento y evaporación son los factores de mayor peso en los resultados de una campaña. Esto tiene mucha importancia en cualquier punto del área productora. A la par de ello, la decisión de que grupo o variedad sembrar y cuando hacerlo responde a un análisis donde se debe tener en cuenta las condiciones agro-ecológicas de cada localidad, el agua almacenada en el perfil y la influencia que en este sentido puede tener el cultivo anterior en la campaña que se va a iniciar. Este análisis es mucho más crítico cuanto mayor es el déficit hídrico de la localidad en cuestión. El área sembrada con trigo crece y se expande hacia el este cuando las precipitaciones del periodo febrero-abril son abundantes, pues existen perspectivas ciertas de obtener beneficios económicos. Con respecto a este tema, recientemente la EEAOC ha hecho aportes significativos al conocimiento del balance hídrico de la

secuencia soja-trigo (Figuerola *et al.*, 2004) en el área productora de Tucumán. Se ha demostrado la importancia que tiene en los rendimientos la captación y conservación de la humedad, lograda por medio de barbechos y de la conservación de rastrojos en superficie. Se ha demostrado también que la humedad residual de la campaña de soja, cuando es tomada por el trigo o consumida por las malezas, tiene una fuerte repercusión sobre la producción de la próxima campaña. Este impacto es mayor cuando mayor es el déficit de precipitaciones durante el ciclo de la soja. De igual manera, a medida que se avanza hacia áreas con menores precipitaciones, el trigo precedente puede deprimir los rendimientos del cultivo de verano de una manera creciente en función a la cantidad y distribución de las lluvias.

Se debe tener presente que la evapotranspiración potencial crece en la misma dirección que disminuyen las precipitaciones. Esto determina que la demanda de agua de los cultivos se haga mayor en igual sentido. Desde el punto de vista de una estrategia de siembra, en la zona con bajas precipitaciones se debe privilegiar las siembras intermedias y tardías (desde mediados de diciembre en adelante) y con variedades que cumplan su ciclo en menor tiempo (grupos intermedios y cortos). Esto incluye dos conceptos que deben jugar preponderantemente en las decisiones:

- 1.- Las siembras tardías, unidas a prácticas de almacenaje y conservación de la humedad, determinan generalmente una cantidad mayor de agua almacenada en el perfil al momento de la siembra. Cuando ésta es mayor, más altas son las posibilidades de superar con éxito periodos con lluvias escasas y obtener altos rendimientos. Esta mayor cantidad de agua almacenada se logra con un buen control de malezas, mayor volumen de rastrojo en superficie y reducción del escurrimiento por medio de terrazas y cultivos en contorno.
- 2.- El requerimiento de agua se hace menor cuando más corto es el ciclo de la variedad.

Una alternativa no adoptada aún en el NOA, en las áreas donde las precipitaciones son menores y las pendientes tienen gradientes bajos, es la construcción de sistemas de terrazas a nivel con extremos cerrados. Estas terrazas, que pueden ser de base ancha, tienen la función de retener el escurrimiento y lograr una infiltración diferida del agua que, de otra manera, se perdería cuando las lluvias son de alta intensidad. La baja velocidad de infiltración de los

suelos franco limosos y franco arcillosos, hace pensar que puede ser un recurso efectivo para aumentar el almacenaje de humedad. Esta práctica ha dado resultados favorables en otras regiones semiáridas del mundo.

CONTROL DE LA EROSIÓN HÍDRICA

Con respecto al control de erosión, aspecto estrechamente relacionado a la fertilidad de los suelos y a la captación y conservación de la humedad, la adopción de la siembra directa ha significado un importante paso adelante en este sentido. A tal punto que erróneamente se la ha considerado sustituta de las prácticas de conservación de suelo para control de la erosión hídrica, cuando en realidad ambas son complementarias. En términos generales, la siembra directa no brinda suficiente protección cuando ocurren lluvias cuya intensidad-duración tiene baja probabilidad de ocurrencia, más aún en suelos con baja velocidad de infiltración y baja estabilidad estructural, como los del área productora. La determinación de llevar a cabo trabajos especiales como cultivos en contorno y/o sistemas de terrazas y canales de desagüe, debe ser objeto de un análisis detallado en cada situación y de una observación cuidadosa de lo que ocurre cuando se presentan lluvias de alta intensidad. Este análisis abarca aspectos tales como la intensidad de las lluvias, la pendiente y su longitud, la posición del predio en la cuenca y las posibilidades de recibir agua de escurrimiento de las partes más altas, la rotación y el tipo de suelo.

Los primeros trabajos de sistematización de suelos realizados en el área se hicieron construyendo terrazas de base angosta, en lo posible paralelizadas, para lograr un mejor aprovechamiento de la superficie y elevar la eficiencia de la maquinaria agrícola. En los últimos años se ha generalizado el planteo de terrazas de base ancha, con lo que se logra el aprovechamiento de la totalidad de la superficie, mantener la eficiencia de las máquinas en un nivel alto y una mejor uniformidad en las aplicaciones terrestres de agroquímicos y fertilizantes. El gran ancho de las sembradoras actualmente en uso impone la construcción de terrazas con una base de 8 m a 12 m y una altura de coronamiento de 0,40 m a 0,50 m con relación a la rasante. De esta manera se pueden lograr siembras uniformes en cuanto a distribución y profundidad. El intervalo vertical entre terrazas, su longitud máxima y los gradientes de diseño son motivo de un análisis para cada situación. En términos generales se recomienda no superar los 700 m de longitud y mantener gradientes de canal de

terrazza por debajo del 0,2%. En la actualidad, muchos productores transformaron las terrazas de base angostas en base ancha.

Un aspecto muy importante es el diseño y mantenimiento de los canales de desagüe. Se ha generalizado el planteo de canales vegetados de sección parabólica pues poseen las siguientes características:

- 1.- Bajo radio hidráulico, lo que significa una menor velocidad de flujo y menores riesgos de erosión.
- 2.- De fácil construcción.
- 3.- De fácil mantenimiento.
- 4.- En la mayor parte de los casos pueden ser cruzados con la maquinaria agrícola, por lo tanto no constituyen un obstáculo a la circulación.

La cobertura recomendada es la grama bermuda (*Cynodon dactylon*), la cual brinda una excelente protección al suelo, confiriéndole estabilidad aún con velocidades de flujo de hasta 2,00 m/s. Desafortunadamente, el uso indiscriminado de herbicidas totales y graminicidas atentan contra la supervivencia de esta especie y comprometen seriamente la estabilidad de los canales.

Se observa en los últimos años un sostenido aumento del área sistematizada con terrazas y canales de desagüe, como consecuencia de que el agricultor reconoce las ventajas que aporta el sistema. Sin embargo, subsisten inconvenientes muy serios cuando se proyectan estos trabajos sin una planificación a nivel de cuenca. Es frecuente ver como la ejecución de algunas sistematizaciones se frustra pues los predios no cuentan con vías de drenaje natural adonde volcar los excedentes de escurrimiento. En estos casos, si los vecinos aguas abajo no se suman al proyecto o no permiten que la canalización de las aguas continúe por sus predios, normalmente las obras no se llevan a cabo. Cuando se las hacen sin una planificación y acuerdos previos, se pueden generar conflictos de gran magnitud. La solución a estos problemas exige una activa participación del estado en el ordenamiento de las cuencas y como promotor de las obras que deben realizar los productores en sus respectivos campos.

ROTACIONES Y SUSTENTABILIDAD

El otro problema, no menos significativo, es la adopción de rotaciones que sean sustentables desde el punto de vista agroecológico. La sustentabilidad debe estar basada en la

conservación de la fertilidad física, química y biológica de los suelos y en la captación de la lluvia y el uso del agua almacenada de la manera más eficiente posible. Esto debe ser acompañado por la sustentabilidad económica de la producción agrícola.

La sustentabilidad abarca muchos aspectos, de ellos, los relevantes para el NOA son:

- ❑ Mejorar la economía del agua.
- ❑ Lograr un balance adecuado de carbono en el suelo.
- ❑ Lograr un balance equilibrado de nutrientes en cuanto a suministros y exportaciones.
- ❑ Mantener una condición física favorable.

Cada uno de estos aspectos puede ser objeto de extensas consideraciones. En el ámbito local es importante mencionar algunas de ellas que han suscitado discusiones entre técnicos y productores.

La economía del agua está en directa relación con la cantidad de rastrojo en superficie. Cuando mayor es el volumen de rastrojo, menores son las pérdidas por evaporación directa, como ha sido demostrado en numerosos trabajos llevados a cabo en otras áreas del mundo, principalmente en las planicies del centro y sur de los Estados Unidos de Norteamérica. En este sentido, un rastrojo de maíz cuyo rendimiento es 6.000 kg/ha brinda una mejor protección que el de un trigo de 2.000 kg/ha o el de una soja de 3.000 kg/ha en cuanto a pérdidas por evaporación directa. Esto está vinculado al mayor volumen de rastrojo que deja el maíz. Existen algunas experiencias

locales donde los rendimientos de la soja fueron comparativamente más altos cuando el cultivo antecesor fue maíz a cuando fue soja. Las diferencias tienden a incrementarse en años con precipitaciones inferiores a las normales y están estrechamente relacionadas a una mejor conservación de la humedad por parte del rastrojo de maíz. El rastrojo de sorgo cumple un cometido muy parecido, siendo un cultivo con menores costos de implantación y mayor plasticidad para superar períodos con déficit de humedad. Lamentablemente, su baja rentabilidad ha hecho que no se lo vea como un cultivo alternativo en la rotación.

Lograr un adecuado balance de carbono implica introducir en la rotación cultivos que aporten en forma superficial y subsuperficial una cantidad significativa de materia orgánica. En este sentido, el aporte de la soja es bajo y la cantidad de rastrojo es más o menos igual al 72% a 75% de grano producido. De los otros dos cultivos importantes, en el maíz, el grano constituye aproximadamente un 40% de la materia orgánica total producida, del 60% restante, 1/3 es sistema radicular y 2/3 parte aérea.

Para dar una idea de la magnitud de los aportes de rastrojos de distintas rotaciones se considera que rendimientos de 3,0 t/ha de soja contribuyen aproximadamente con 2,25 t/ha de rastrojo, 6,0 t/ha de maíz con 6,0 t/ha de rastrojo y 2,0 t/ha de trigo con 3,0 t de rastrojo.

En base a estos valores aproximados, las incorporaciones del maíz en una relación con soja 1:1; 1:2 y 1:3 aportan las siguientes cantidades de rastrojo (sin considerar raíces).

Rotaciones	Maíz-Soja 1:1	Maíz-Soja 1:2	Maíz-Soja 1:3	Doble Cultivo Trigo-Soja	Monocultivo Soja
Aporte promedio (t/año)	4,125	3,500	3,187	5,555	2,250

La incorporación del maíz y el trigo en la rotación tiene ventajas adicionales por cuanto en ambos la cosechadora no tritura ni desmenuza la totalidad del rastrojo, lo cual sí hace con la soja. Esto determina una menor vulnerabilidad ante la acción de la microflora y una mayor permanencia sobre la superficie del suelo. No es menos importante el hecho que ambos modifican el perfil de variación de velocidad del viento, haciendo que ésta sea menor en la superficie del suelo reduciendo las pérdidas por evaporación.

El doble cultivo anual trigo-soja está limitado a la zona húmeda del área productora y a años en que se logra un muy buen nivel de humedad de suelos hasta 1,20 m a 1,50 m de profundidad en mayo. Se mencionó anteriormente el

efecto negativo que tiene el trigo como cultivo antecesor de la soja en una campaña con precipitaciones inferiores a las normales.

Si se analiza particularmente lo que ha ocurrido con la rotación maíz-soja en Tucumán y zonas de influencia (oeste santiagueño y sudeste de Catamarca), se observa una marcada disminución en el área con maíz y en la relación superficie sembrada con maíz vs maíz más soja (Cuadros III.1 y III.2). En el NOA, en general, se recomienda rotar con gramíneas entre 20% y 50% del área cultivada.

En Tucumán la rotación se encuentra por debajo de lo recomendado, ya que en todos los departamentos la relación mencionada está en general por debajo del 15%. Esta situación es más grave en las áreas con mayor déficit

hídrico, donde el porcentaje debería ser superior al 30%. Aunque las ventajas agronómicas de la rotación maíz-soja y su importancia en la sustentabilidad del sistema son

ampliamente conocidas, la menor rentabilidad del primero de estos cultivos ha llevado a disminuir paulatinamente su participación en la misma.

Cuadro III.1. Superficie implantada con maíz y soja, y relación del maíz versus maíz + soja por campaña, 1998/1999 - 2003/2004.

Campaña	Hectáreas Sembradas		Relación Maíz/(maíz + soja)
	Maíz	Soja	
1998/1999	45.000	152.000	22,8 %
1999/2000	58.000	125.000	31,7 %
2000/2001	35.000	199.800	14,9 %
2001/2002	32.180	219.590	12,8 %
2002/2003	27.900	226.350	11,0 %
2003/2004	29.280	257.820	10,2 %

Fuente: 1998/1999 y 2000/2001 SAGPyA. 2000/2001 - 2003/2004 SR y SIG EEAOC.

Cuadro III.2. Relación de superficie implantada con maíz versus maíz + soja, por departamento en Tucumán y en las zonas de influencia (oeste de Santiago del Estero y sudeste de Catamarca) en el periodo 2001/2002 - 2003/2004.

Zona	Maíz/(Maíz + Soja)		
	2001/2002	2002/2003	2003/2004
Burruyacú	15,9%	13,8%	14,3%
Cruz Alta	8,2%	6,8%	6,2%
Leales	11,7%	8,9%	6,3%
Graneros	10,3%	5,6%	8,9%
La Cocha	5,0%	7,7%	4,7%
Tucumán	12,8%	11,0%	10,2%
Oeste de Santiago	17,5%	14,7%	9,2%
SE de Catamarca	8,0%	7,9%	5,5%

Fuente: EEAOC elaborado con datos de Sección Sensores Remotos y SIG.

Al analizar por separado y en el corto plazo el monocultivo de soja y el de maíz, la oleaginosa ha resultado más atractiva para los agricultores, al ser su producción menos costosa, más sencilla, más resistente a rigores del clima y sus rindes un poco más estables en las diferentes campañas. Actualmente la presencia de roya en el área significa una amenaza que puede complicar el manejo del cultivo y elevar los costos de producción. Se espera que esto sirva de aliento para incrementar la superficie sembrada con maíz.

Cuando la situación se analiza en el largo plazo, y se apunta a la sustentabilidad y rentabilidad del sistema y no al de la soja y maíz por separado, las conclusiones pueden ser otras. Es conocido que el maíz genera incrementos en los rendimientos de soja u otros cultivos que le suceden, hecho que ha sido demostrado por ensayos a largo plazo en otras áreas productoras del país. De esta manera, la rotación gana rentabilidad y sustentabilidad. En este sentido, en la medida en que disminuyen el precio de la

soja y sus rendimientos, menores son los requerimientos en toneladas de maíz (en rotación 2:1) necesarios para igualar los ingresos que produce el monocultivo. Lo mismo ocurre cuando aumenta el precio del maíz (Gráficos III.1 y III.2). En términos generales, las rotaciones con gramíneas contribuyen a mejorar la estructura del suelo por un mayor aporte de materia orgánica y por que poseen un sistema radicular más denso. La mejora de la estructuración y la estabilidad de los agregados son aspectos importantes relacionados con la porosidad, el almacenaje de agua y la velocidad de infiltración. Sin embargo, no deben esperarse cambios importantes en el contenido total de materia orgánica del suelo, como producto de la incorporación del maíz en la rotación. Lo que ocurre en latitudes como las del NOA, con altas temperaturas durante una parte importante del año, es que los aportes de materia orgánica generan aumentos en la tasa de mineralización de tal manera que el efecto, aún en el largo plazo, es poco significativo o nulo.

PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Gráfico III.1. Toneladas de maíz en rotación con soja (2:1) necesarias para compensar el monocultivo de soja (precio del maíz: 80 u\$/t o 232 \$/t).

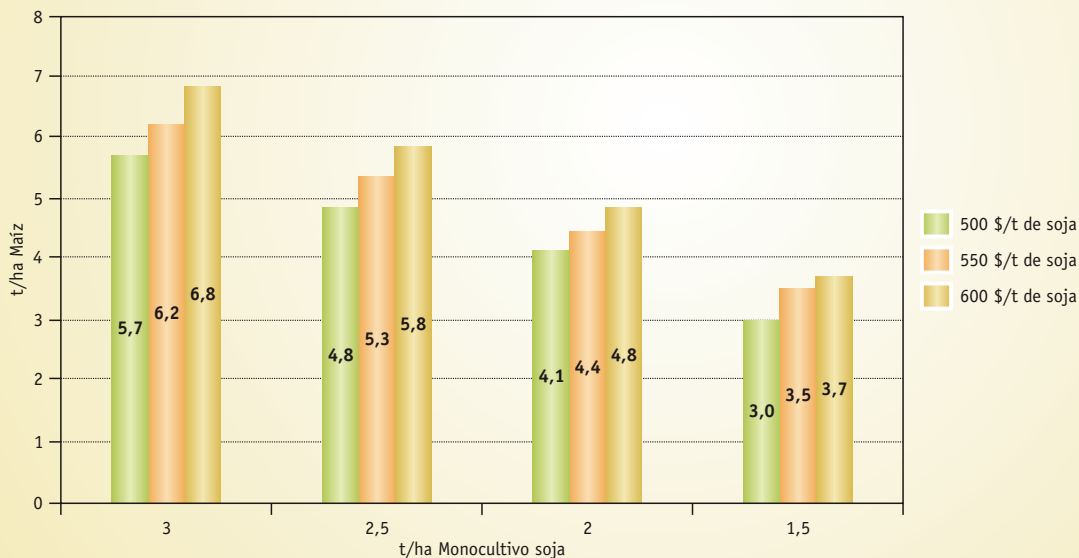
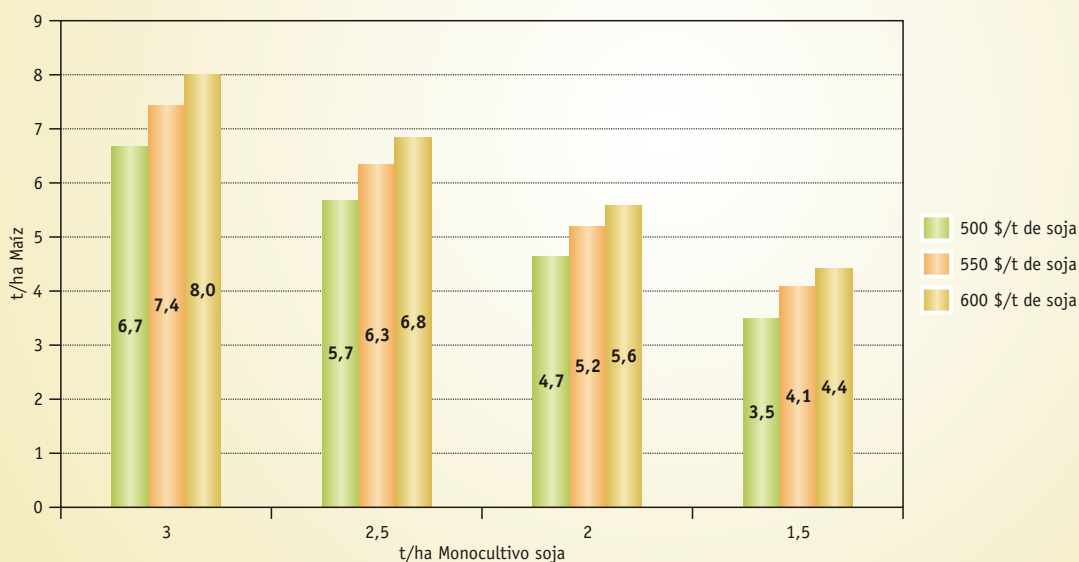


Gráfico III.2. Toneladas de maíz en rotación con soja (2:1) necesarias para compensar el monocultivo de soja (precio del maíz: 90 u\$/t o 261 \$/t).



Una práctica que está difundiendo con rapidez entre los productores cañeros, es la rotación caña-soja. En este caso, la siembra de una variedad RG que es resistente a la acción del glifosato, tiene como objetivo principal disminuir la presión de malezas, fundamentalmente gramíneas, en la próxima plantación de caña de azúcar. La presión de malezas, particularmente la originada por la grama bermuda (*Cynodon dactylon*), va en aumento con la edad del cañaveral. A esto contribuyen los equipos de cultivo y, principalmente, los de cosecha. El productor cañero es conciente que una plantación que comienza con una menor presión de malezas tiene mayor productividad y longevidad.

MANEJO DE FERTILIZANTES

El suministro equilibrado de nutrientes mediante el agregado de fertilizantes contribuye a lograr un nivel de disponibilidad adecuado de los elementos esenciales, haciéndolo con un criterio económico y, al mismo tiempo, de preservación del ambiente. Al respecto, cada nutriente tiene características propias en cuanto a disponibilidad y movilidad, y tanto las dosis como las formas y los momentos de aplicación deben estar en función de las características de los suelos, el clima y los cultivos.

Los suelos del área productora tienen en general menos de 40 años de agricultura, su fertilidad se mantiene todavía alta y, hasta el momento, el único nutriente con importancia zonal es el fósforo. La distribución geográfica, según los niveles de disponibilidad de este nutriente, es muy variable y existen áreas con altos contenidos, donde no se esperan respuestas a la fertilización en el corto y mediano plazo.

En la actualidad aproximadamente entre 35 y 40% de la superficie dedicada al cultivo de soja se fertiliza con fósforo (Devani *et al.*, 2004). Las fuentes de fósforo más empleadas son 11-52-0 (fosfato monoamónico) y 0-46-0 (superfosfato triple).

La calibración del método de Bray-Kurtz 1 para soja ha demostrado que la respuesta del cultivo a la fertilización es segura con valores de P disponible inferiores a 8 ppm. Con valores de P entre 8 y 13 ppm la respuesta es probable, pudiéndose tomar como parámetro de interpretación el contenido de materia orgánica del suelo, que a valores inferiores a 2,5% indicaría mayor probabilidad de respuesta a la aplicación de P. Finalmente, con contenidos de P disponible superiores a los 13 ppm la probabilidad de respuesta es muy baja (Morandini *et al.*, 2002).

Tomando en cuenta la disminución de los contenidos de fósforo disponible desde el momento del desmonte, que está en directa relación con los años dedicados a la agricultura, la EEAOC recomienda fertilizar cuando los resultados del análisis arrojan valores inferiores a 16 - 18 ppm, con el propósito de impedir que la disponibilidad caiga dentro del rango crítico.

Se aconseja la toma de muestras de suelo siguiendo las recomendaciones dadas por la EEAOC (Figueroa, L. R., 2001). En suelos con valores superiores a 25 ppm de fósforo no es necesario repetir los análisis por los próximos 5 años. En la medida que este valor se acerca al de los niveles críticos se recomienda incrementar la frecuencia para poder detectar anticipadamente potenciales deficiencias.

En cuanto a la forma de aplicación, numerosos ensayos experimentales llevados a cabo por la EEAOC han demostrado que no existen diferencias significativas entre las aplicaciones incorporadas y las superficiales. Estos resultados obedecen a la baja capacidad de fijación de fósforo de los suelos del área productora. Tal característica representa una ventaja económica y operativa muy importante, pues la incorporación del fertilizante en el momento de la siembra hace más lenta esta tarea y encarece los costos al compararla con aplicaciones superficiales al voleo.

Cuando se trata de agregar fósforo a la rotación soja-trigo, es preferible fertilizar a la siembra de la oleaginosa para que el efecto residual del fertilizante lo tome el trigo. Se alienta a seguir esta práctica por cuanto la rentabilidad de la soja es mayor (mayor retorno por cada unidad de fertilizante) y por que el suelo se mantiene, en términos generales, con un alto nivel de humedad en superficie durante su ciclo, lo cual permite un mejor aprovechamiento de este elemento que se comporta como poco móvil. En efecto, el fósforo se mantiene en una capa superficial de pocos centímetros de espesor. Cuando esta se seca, cesa allí la actividad radicular y también la absorción del elemento aportado por el fertilizante.

Estudios llevados a cabo por la EEAOC en lotes con muchos años de agricultura y donde la siembra directa fue adoptada varios años atrás, muestran fuertes variaciones en la distribución del fósforo disponible de los primeros 20 cm. Para demostrar esto se tomaron muestras estratificadas de suelo en capas de 2,5 cm de espesor, las cuales pusieron de manifiesto en muchos casos que un 40% a 60% del contenido total de los 20 cm superficiales, determinado por Bray y Kurtz I, se encuentra en los

primeros 5 cm de profundidad. Esto confirma la baja movilidad de este elemento y advierte sobre la necesidad de investigar acerca de la profundidad de toma de muestras que tenga un mayor valor diagnóstico.

Últimamente se comenzó a encontrar respuesta a la fertilización azufrada, especialmente en algunos suelos con bajo contenido de materia orgánica y de textura gruesa. En estas pocas situaciones se está aplicando azufre elemental, superfosfato simple y mezclas físicas o químicas que combinan distintos macro elementos.

No se han realizado mayores avances en el área en cuanto a la respuesta a elementos menores. Las aplicaciones comerciales de fertilizantes foliares que contienen micro elementos no han mostrado incrementos en los rendimientos. Esto está de alguna manera asociado al pH de gran parte de los suelos, el cual se ubica entre ligeramente ácido y ligeramente alcalino, rango donde estos elementos se encuentran disponibles.

Si bien constituye un problema menor, se han observado deficiencias de hierro o hierro y zinc en suelos con carbonato de calcio en superficie. La presencia de este carbonato en los horizontes superiores está asociada a problemas de erosión, a áreas con marcado de déficit hídrico y/o a situaciones topográficas altas. En estos ambientes el hierro y zinc se inmovilizan y las aplicaciones de los mismos al suelo generalmente no dan respuesta. Por otro lado, los resultados de aplicaciones foliares han sido hasta ahora muy erráticos. La solución pasa por el agregado de enmiendas acidificantes que reducen sustancialmente el pH y la cantidad de carbonato de calcio y el uso de quelatos específicos para esta situación. Ambas soluciones no tienen por ahora sustento práctico ni económico.

OTROS ASPECTOS RELEVANTES

SALINIDAD, ALCALINIDAD Y FREÁTICA ALTA

El área productora de granos presenta sectores salinos y sódicos, asociados a la presencia de una freática alta. Es importante destacar que la determinación de la aptitud de un predio dado para el crecimiento de la soja se basa en el estudio de perfiles y el análisis de muestras de suelo. Cuando los factores limitantes son salinidad y/o alcalinidad, ocasionados por la presencia de una freática alta, el momento de la toma de muestras resulta de fundamental importancia para la elaboración de un diagnóstico correcto. En estas condiciones las variaciones

de salinidad, y en menor medida de pH, a lo largo del año son muy marcadas. El momento en que los perfiles de suelo alcanzan la máxima salinidad en superficie es septiembre-octubre y determinaciones realizadas en este bimestre sobreestiman la magnitud del problema. Por el contrario, aquellas hechas en febrero-marzo tienen el efecto contrario, pero reflejan en mejor medida las condiciones de suelo durante el ciclo del cultivo. Las variaciones en las condiciones edáficas obedecen al aporte de agua de la freática a la atmósfera por ascenso capilar durante la primavera, que produce fuertes incrementos en la salinidad de los horizontes superiores, y luego, al lavado de las sales provocado por las lluvias de verano.

Estos sectores han mostrado una gran variabilidad en los rendimientos, la cual está asociada al grado de salinidad y sodicidad y a las condiciones de humedad edáfica durante el ciclo de la soja. En años con precipitaciones inferiores a las normales el impacto sobre los rendimientos es mucho mayor que en otras áreas como consecuencia de la acumulación de sales en superficie por ascenso capilar y la consiguiente reducción de la disponibilidad de agua. Estas mismas áreas en años muy húmedos registran ascensos de la freática superiores a los normales, generando condiciones de mala aireación en las depresiones. La soja muestra una baja tolerancia a la salinidad y alcalinidad de suelos, como así también a condiciones de mala aireación. Esta es la razón por la que condiciones de estrés hídrico o alta humedad de suelo producen un fuerte impacto en los rendimientos en estas áreas.

Las áreas afectadas con estos problemas pueden ser mejoradas en forma significativa mediante trabajos de sistematización que promuevan el escurrimiento superficial. En general, se trata de áreas con un relieve llano y con bajas pendientes donde es frecuente el encharcamiento prolongado en las depresiones. Los puntos con mal drenaje superficial experimentan una recarga de la freática mayor, que determina un mayor ascenso capilar y, como consecuencia, una mayor salinidad promedio a lo largo de año. Esto hace que la gravedad del problema esté íntimamente asociado a la topografía, correspondiendo los puntos más afectados a las depresiones. En estos casos la sistematización consistente en la construcción de una red de canales de desagüe, acompañada por una buena orientación de las líneas de siembra, mejora las condiciones para el crecimiento de la soja. Las mejoras en cuanto a las condiciones para la producción de soja son significativas siempre y cuando no se trate de situaciones de elevada salinidad y/o graves problemas de drenaje.

COMPACTACIÓN

Este problema no ha sido estudiado aún con la suficiente atención. La adopción de la siembra directa ha suprimido el laboreo y ha reducido el tráfico de la maquinaria y la compactación tanto superficial como subsuperficial. Pueden presentarse algunas situaciones con pie de arados originados cuando el suelo estaba siendo manejado con equipos de labranza convencional, las que deben ser corregidas antes de la adopción de la siembra directa.

Otra forma de compactación se presenta como pisos de tránsito que se generan por el paso de tractores, sembradoras, aplicadores de agroquímicos y equipos de cosecha y transporte, que forman parte del manejo en directa. Se trata de una compactación superficial que, cuando se presenta, puede significar una disminución en la velocidad de infiltración, una menor captación del agua de lluvia o crear condiciones de mala aireación durante lluvias prolongadas. Este aspecto debe ser estudiado en aquellos suelos con muchos años de siembra directa. En caso de tener que corregir una situación como la descrita, el uso de cincele con cortadores de rastreo, trabajados a una profundidad de 20 cm a 25 cm, con una separación entre herramientas no mayor de 40 cm constituye una solución adecuada.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ▣ Devani, M. R., D. Pérez, L. D. Ploper, I. L. Olea, H. Salas, F. Ledesma y J. M. Lenis. 2004. Evolution and current status of soybean production in northwestern Argentina. En: VII World Soybean Research Conference, IV International Soybean Processing and Utilization Conference, III Brazilian Soybean Congress. Foz de Iguazú. Brasil. 29 de febrero al 05 de marzo.
- ▣ Figueroa, L. R. 2001. Recomendaciones generales relacionadas con la toma de muestras y la interpretación de los análisis de suelo. *Avance Agroind.* 22 (1): 41-43.
- ▣ Figueroa, L. R., M. Morandini, C. Hernández, M. Devani, D. Gamboa y M. F. Figueroa. 2004. Incidencia del cultivo antecesor sobre los rendimientos de soja. Campaña 2002/2003 y 2003/2004. El cultivo de la soja en el noroeste argentino. Campaña 2003/2004. *Pub. Esp. EEAOC* (25).
- ▣ Morandini, M., C. Hernández, R. Figueroa y A. Durán. 2002. Calibración del Método Bray y Kurtz 1 para la fertilización fosfórica en soja. *Avance Agroind.* 23 (1): 25-27.

INOCULACIÓN

Mario R. Devani - Julián M. Lenis - Fernando Ledesma

La planta de soja debe acumular una cantidad significativa de nitrógeno (N) para lograr los altos contenidos de proteínas que son característicos de sus granos, los cuales pueden alcanzar valores promedios de hasta un 40% (González, 1997).

Se estima que para una producción de 1.000 kg de granos se necesitan aproximadamente 65 kg de N, a los cuales hay que agregarle 15 kg más para la producción de hojas, tallos y raíces, totalizando 80 kg de N. Por lo tanto para una producción de 3.000 kg de soja se necesitarían aproximadamente 240 kg del mencionado elemento (Hungria, 2001).

Los requerimientos de nitrógeno de esta leguminosa son cubiertos principalmente a través del aporte realizado por la mineralización de la materia orgánica (MO) del suelo, fertilizantes y por medio de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) (Hungria, 2001). La contribución realizada por la descomposición de la MO es limitada y muy susceptible de agotarse luego de varios cultivos, mientras que la efectuada por la aplicación de fertilizantes nitrogenados es de alto costo y baja eficiencia, estimándose que aproximadamente el 50% del producto aplicado se pierde por procesos de lixiviación, volatilización y desnitrificación (Hungria, 2001). En cuanto a la FBN, la misma aporta entre el 25 y el 84% del total absorbido por el cultivo de la soja (en condiciones de funcionamiento normal), lo cual demuestra la importancia de esta fuente de N (González, 1997; Racca, 2002).

La inoculación de semillas de soja con bacterias del género *Bradyrhizobium* (comúnmente conocidas como rizobios) es una práctica agrícola común y muy utilizada por los productores de diversas zonas sojeras de Argentina y del mundo, debido a que obtienen importantes incrementos de rendimiento con respecto a la no inoculación. Alrededor del

60% de los productores de soja en Brasil utilizan esta práctica (Hungria, 2001). Sin embargo, en la región NOA hasta comienzos de la actual década, no era una práctica generalizada entre los productores. Esto se debía fundamentalmente al hecho que hasta ese momento no se encontraba una respuesta clara en cuanto al efecto del tratamiento de semillas con bacterias fijadoras de nitrógeno, siendo los resultados, tanto de ensayos como de campos comerciales, más bien erráticos (Devani *et al.*, 2002). Teniendo en cuenta este aspecto, se consideró importante evaluar los efectos, principalmente sobre el rendimiento cultural, de la inoculación con diferentes cepas comerciales y precomerciales de *Bradyrhizobium*.

En los Gráficos III.3 y III.4 se pueden observar resultados de ensayos realizados en la localidad de San Agustín, Tucumán, con diferentes inoculantes, en las campañas 2001/2002 y 2002/2003, respectivamente.

Se puede apreciar que por medio de la inoculación se obtienen, en promedio, incrementos de rendimiento del orden del 4% respecto al testigo sin inocular, aunque cuando se analizan los inoculantes en forma particular estos aumentos llegan a alcanzar un 12%.

Estos resultados sugieren que la inoculación es una práctica que conduce a incrementar los rindes. Si bien estos aumentos de productividad pueden no llegar a ser muy importantes, desde el punto de vista económico se aprecian beneficios interesantes. Esto se debe al bajo costo de la técnica en relación con el aumento de rendimiento que genera (alta relación beneficio/costo).

La difusión de estos resultados, que marcan una tendencia al incremento de los rindes como resultado de la inoculación, está llevando a una rápida adopción de la práctica por parte de los productores de la región.

PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Gráfico III.3. Rendimiento promedio de soja tratada con diferentes inoculantes en la campaña 2001/2002 en la localidad de San Agustín, Tucumán.

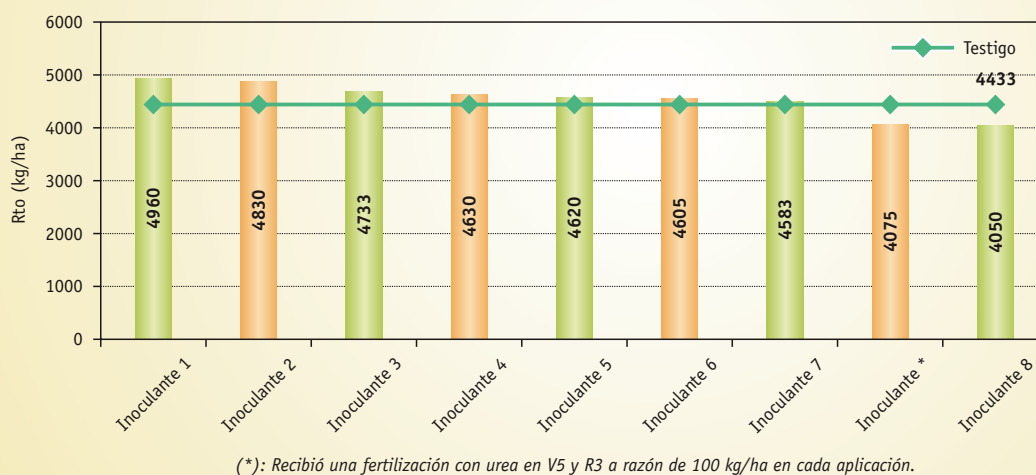
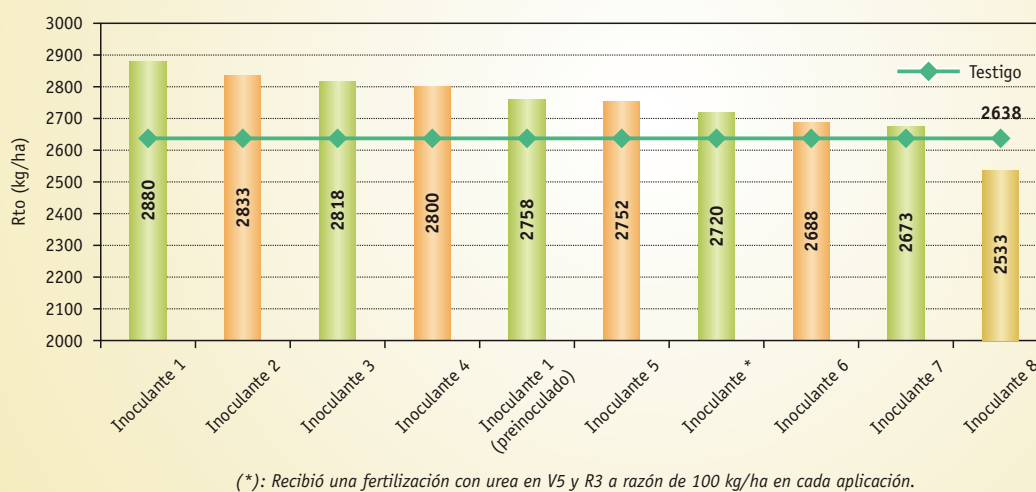


Gráfico III.4. Rendimiento promedio de soja tratada con diferentes inoculantes en la campaña 2002/2003 en la localidad de San Agustín, Tucumán.



Por otra parte también se efectuaron ensayos de laboratorio con la finalidad de determinar la forma de combinar la aplicación de curasemillas (fungicidas e insecticidas) e inoculante a la semilla, de manera tal de afectar lo menos posible las bacterias de interés. Se encontró que cuando no se mezclan los curasemillas con el inoculante, aplicando a la semilla primeramente los biocidas y luego las bacterias fijadoras, la cantidad de unidades formadoras de colonias

(ufc) por semilla se mantiene por arriba del mínimo requerido para una buena infección (8×10^4 ufc/semilla). Debido a que no solo es necesario que las bacterias conserven su viabilidad sino también su capacidad de infección y eficiencia de fijación, actualmente se está tratando de determinar cómo impactan los curasemillas en estos parámetros también fundamentales para una buena fijación biológica de nitrógeno.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ❑ Devani, M., J. M. Lenis, F. Ledesma, J. Amigo, A. Stegmayer, D. Ploper y M. Gandur. 2002. Inoculación de Soja en la Provincia de Tucumán. Resultados de la campaña 2001/2002. *Avance Agroind.* 23 (3): 12-15.

- ❑ González, N; A. Peticari; B. Stegman de Gurfinkel y E. Rodríguez Cáceres. 1997. Nutrición nitrogenada. El cultivo de la soja en Argentina. INTA Manfredi-INTA Marcos Juárez. pp. 188-198.

- ❑ Hungria, M.; R. J. Campo y I. Carvalho Mendes. 2001. Fixação biológica do nitrogênio na cultura de soja. *Circular Técnica EMBRAPA Soja* (35).

- ❑ Racca, R. W. 2002. Fijación Biológica del Nitrógeno. X Congreso Nacional de AAPRESID. (1): 197-208. Rosario. Santa Fe. Argentina. 13 al 16 de Agosto de 2002.



CAPÍTULO IV

SANIDAD VEGETAL



**LOS INSECTOS EN EL CULTIVO
DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO**

**NEMATODOS ASOCIADOS AL CULTIVO
DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO**

**ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE SOJA
EN EL NOROESTE ARGENTINO Y SU MANEJO**

**MANEJO DE MALEZAS EN EL CULTIVO
DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO**

LOS INSECTOS EN EL CULTIVO DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Hernán Salas - Roxana Avila

INTRODUCCIÓN

Las plagas de mayor importancia en el cultivo de la soja en el NOA podrían dividirse en dos grupos de acuerdo a la etapa del cultivo en la que atacan. En el período vegetativo, desde el nacimiento hasta inicio de floración, los mayores problemas se deben a la presencia del complejo de curculiónidos (llamados normalmente picudos), grillo subterráneo, gusanos cortadores, *Loxostege sp.* y *Elasmopalpus sp.* Durante el período reproductivo, desde floración, las plagas que se presentan con mayor frecuencia pertenecen a los complejos de orugas defoliadoras y bolillera, chinches, trips y arañas.

PERÍODO VEGETATIVO

COMPLEJO DE PICUDOS

Con respecto al complejo de picudos, *Sternechus subsignatus* y *Promecops carinicornis* son las principales especies y producen una disminución importante del número de plantas llevando, en algunos casos, a la pérdida total del lote.

Sternechus subsignatus, aunque detectado en Brasil en el año 1973, fue considerada plaga de importancia de algunas leguminosas como soja y poroto a partir de la década del 80 (Hoffmann-Campo, 1999). En Bolivia, *Sternechus pingui* fue registrado como insecto plaga de la soja en el año 1982. En nuestro país, fue detectado por primera vez en la localidad de Tartagal, provincia de Salta, en relevamientos realizados durante la campaña sojera 1987/1988 (Costilla *et al.*, 1990). En el mes de diciembre de 1998 fue observado en lotes de soja del departamento Juan B. Alberdi de la provincia de Tucumán. Si bien la

primera identificación correspondió a *Sternechus pingui*, estudios recientes de individuos colectados en la provincia de Tucumán realizados en Brasil, indican que se trataría de *Sternechus subsignatus* (Sosa Gomez *et al.*, 2004).

El adulto mide aproximadamente 8 mm de longitud, su tegumento es duro con líneas amarillas a ambos lados del tórax (pronoto) y en los élitros que abarcan la parte dorsal del abdomen (Figura IV.1). Posee el rostro prolongado en un pico corto y grueso, típico de esta familia por lo que se los denomina picudos. Presenta dimorfismo sexual siendo el macho más pequeño que la hembra. El huevo es de forma oval, color amarillento y mide aproximadamente 1,3 mm de largo y bajo condiciones de laboratorio, su período de incubación es de 4 a 5 días (Costilla *et al.*, 1990). La larva tiene cuerpo cilíndrico levemente curvado de color blanco amarillento, es ápoda, llega a medir hasta 9 mm y su cabeza es más oscura que el resto del cuerpo. La pupa es también blanco amarillenta, de tamaño similar a la larva y en el dorso se pueden apreciar los primordios de los apéndices (patas y alas) (Figura IV.2).



Figura IV.1. Adulto de *Sternechus subsignatus*.



Figura IV.2. Larva de *Sternechus subsignatus*.



Figura IV.3. Daños en tallo causados por *Sternechus subsignatus*.

Sternechus subsignatus ataca normalmente a leguminosas como soja, poroto y alfalfa. Presenta una sola generación al año y tiene hábitos crepusculares (mayor actividad desde el atardecer hasta las primeras horas de la mañana). El período de emergencia de los adultos es muy prolongado y por lo general se extiende desde fines de noviembre hasta principios de febrero. Permanecen activos durante 100 días aproximadamente. El potencial de daño de esta plaga es muy importante ya que ocasiona serios perjuicios como larva y adulto en las ramas principales, laterales y en los pecíolos. El macho al alimentarse raspa la epidermis del tallo en forma longitudinal deshilachando los tejidos (Figura IV.3), mientras que las hembras realizan un anillado característico en el tallo principal donde deposita los huevos. Un solo individuo puede ocasionar la muerte parcial o total de varias plantas por día lo que incidirá en forma directa sobre el rendimiento final. Si el daño afecta el tejido apical del cultivo, éste produce ramificaciones, retrasando su crecimiento. El período de mayor susceptibilidad de la soja es durante los primeros estadios vegetativos. La hembra deposita los huevos entre el tejido vegetal desgarrado y una vez que nacen las larvas se introducen al interior de los tejidos estimulando la formación de agallas de mayor diámetro que el tallo y en algunos casos raíces adventicias (Figura IV.4). Por este daño, tanto tallos como ramas quedan muy debilitados y las plantas pueden quebrarse por acción del viento o de elementos mecánicos. Una vez que la larva completa su desarrollo se dirige al suelo introduciéndose en el mismo hasta una profundidad de 20 cm, creando una cámara donde permanecerá hasta que las condiciones para emergencia del adulto sean las adecuadas (Hoffmann-Campo, 1999).



Figura IV.4. Agallas en tallo de soja causadas por *Sternechus subsignatus*.

Para el manejo eficiente del picudo de la soja se deben combinar métodos de control químicos y culturales. Entre estos últimos se puede citar la rotación con gramíneas que no sean hospederas de este picudo (maíz o sorgo). La fecha de siembra también representa una herramienta para el manejo de este insecto. Las siembras convencionales (noviembre y diciembre) son las óptimas para el cultivo pero coinciden con el momento de mayor presión de adultos en superficie. Siembras tempranas (octubre), si bien tendrán baja presión de adultos durante la primera etapa de desarrollo del cultivo, estarán más expuestas a períodos de baja humedad que pueden retrasar el crecimiento del mismo, mientras que las siembras tardías (enero) soportarán una presión elevada en el inicio del ciclo de la soja pero la población de adultos comenzará a disminuir gradualmente, según las observaciones realizadas en las últimas campañas.

El uso de productos curasemillas como tiametoxan confiere al cultivo un período de protección de

aproximadamente 20 días después de la siembra (Figura IV.5). Otra valiosa herramienta a considerar para la protección del cultivo es la aplicación foliar, aunque el efecto de control alcanzado es relativamente breve debido a la continua emergencia de adultos. En Brasil, el umbral de daño económico determinado para *Sternechus subsignatus* es de 2 adultos por metro lineal de entresurco o trocha cuando el cultivo se encuentra al estado V3 (2 hojas trifoliadas) y de 4 individuos en el estado V6 (5 hojas trifoliadas) (Hoffmann-Campo *et al.*, 1990). Los activos recomendados son fipronil (4 gr.ia/ha), deltametrina (7.5 gr.ia/ha), clorpirifós (480 gr.ia/ha), metamidofós (480 gr.ia/ha), lambdacialotrina (8,3 gr.ia/ha), fenitrotion (800 gr.ia/ha) o permetrina (50 gr.ia/ha) entre otros. Estos tratamientos deben realizarse con abundante caldo (más de 100 litros por hectárea) especialmente si son posteriores al cierre del cultivo y durante las primeras o últimas horas del día, momento de mayor exposición de la plaga.



Figura IV.5. Lote testigo versus tratado con curasemilla.

Con respecto a *Promecops carinicornis*, es más pequeño que el anterior (4 a 5 mm), presenta dimorfismo sexual siendo el macho más pequeño que la hembra y tiene el cuerpo oscuro cubierto por escamas de color blanco grisáceo con algunas manchas más oscuras (Figura IV.6). Los huevos son de color negro, miden entre 0,4 y 0,5 mm y son depositados en el rastrojo. El adulto, estadio en el cual provoca los mayores daños, se alimenta de hojas nuevas provocando una gran defoliación dejando los bordes de las mismas festoneados (Costilla, 1995) (Figura IV.7). Si su aparición es temprana puede atacar los cotiledones durante la emergencia de la plántula llegando, en algunos casos, a provocar la muerte de la misma. La recuperación del cultivo dependerá de la edad del mismo y de las condiciones ambientales (humedad y temperatura). Si bien permanecen sobre el cultivo gran parte de la campaña, los daños solo adquieren importancia en la etapa inicial. Toda situación que provoque estrés durante la etapa inicial del cultivo y un retraso en el crecimiento del mismo agudizará los daños producidos por esta plaga.



Figura IV.6. Adulto de *Promecops carinicornis*.



Figura IV.7. Daños causados por *Promecops carinicornis*.

Para el manejo de este complejo de picudos los productores recurren al uso de curasemillas como tiametoxán, aplicaciones foliares con activos como fipronil o metamidofós, rotación con gramíneas (la medida más eficiente) y retraso de fecha de siembra, evitando los momentos de mayor emergencia de los picudos.

ORUGAS

Otra de las plagas que suelen aparecer en este estadio son los gusanos cortadores *Agrotis* sp. La larva puede medir hasta 5 o 6 cm de longitud, presenta una banda dorsal verde amarillenta y otras dos laterales de color beige oscuro (Saini, 2001). Es de hábito nocturno y su daño consiste en el raído del tallo de la plántula, llegando en muchos casos a cortarlo. Los daños comienzan en forma de manchones dentro de los lotes. Para su control se usan aplicaciones foliares nocturnas y volúmenes elevados (no inferiores a 100 litros por hectárea) con activos como clorpirifós, deltametrina y lambdacialotrina (Villata *et al.*, 1994).

En algunas zonas del este de la provincia, en la últimas campañas se detectó también la presencia de *Loxostege bifidallus*, conocida comúnmente en la zona norte del país como "yica" y en el sur como la "oruga de la verdolaga". La larva es de color verde claro y presenta una doble hilera de puntos negros de los cuales emergen unos pelos característicos. Se alimenta de algunas malezas, como "ataco" y "verdolaga", que se encuentran presentes antes de la siembra. Generalmente, luego del barbecho inicial, al ser controladas éstas, las orugas se trasladan al cultivo alimentándose del mesófilo de las hojas tiernas de los brotes y provocando un enrulamiento posterior de la misma donde quedan como evidencia de su presencia excrementos y ecdisis (mudas). Para el control de esta plaga las aplicaciones con piretroides suelen tener gran eficacia.

En años en los cuales se acentúa el déficit hídrico durante la etapa inicial del cultivo, pueden aparecer ataques importantes de la polilla de las gramíneas *Elasmopalpus lignosellus*, conocida como gusano saltarín. La larva mide aproximadamente 1,7 cm y es de color verde azulado con líneas de color castaño oscuro o rojizo. Forma una especie de capullo de seda con partículas de tierra en la base de las plantas, ingresando a las mismas a la altura del cuello, ascendiendo luego por el tallo, produciendo la marchitez inmediata y posterior muerte de la planta (Saini, 2001). En muchos casos, puede obligar a la resiembra de los lotes afectados. Una vez que el cultivo logra cierto desarrollo (posterior a V3) los tejidos adquieren rusticidad, escapando

al peligro de ataque de la plaga.

GRILLOS

En el caso del grillo subterráneo *Anurogryllus muticus*, plaga difundida en los últimos años con la generalización de la siembra directa, puede cortar el tallo de las plántulas reduciendo en forma significativa el número de plantas por lote (Figura IV.8). Es un ortóptero muy similar al grillo común, pero se diferencia de este por ser de color marrón oscuro. Algunos productores también lo llaman erróneamente "grillo topo", pero se diferencia de este por no tener patas anteriores cavadoras y realizar galerías más profundas (30 cm) y verticales u oblicuas, donde permanece durante el día, tapando la entrada de las mismas con montículos de tierra. Tiene una generación por año. Al comienzo del verano las hembras depositan los huevos en el fondo de las galerías, las cuales son tapadas para impedir la entrada de enemigos. Al emerger las ninfas, las hembras salen a superficie durante las últimas horas para cortar plántulas y transportarlas al interior de sus cuevas, pudiendo cortar cada individuo entre 6 y 8 plántulas (Gassen, 2002). La madurez sexual de los individuos coincide con la época de siembra del cultivo. Los mayores daños se producen en períodos secos y con temperaturas nocturnas elevadas (mayores a 16°C), llegando en muchos casos a provocar la resiembra de los lotes afectados hasta el estado V3 del cultivo. Para su control se debe tener en cuenta el estado de desarrollo del cultivo: en emergencia, 1 planta cortada; al estado V1, hasta 3 plantas cortadas y en V3, más de 3 plantas cortadas. Las aplicaciones nocturnas con fipronil (25 cc/ha) han tenido muy buenos resultados en el control de esta plaga. Otra forma de detectar el momento apropiado de control es mediante la observación nocturna de los lotes, ya que los machos suelen emitir sonidos para atraer a las hembras, y en aquellas noches donde abundan estos sonidos se presumen que saldrán a superficie la mayor cantidad de individuos adultos, los cuales podrán ser controlados mediante las aplicaciones (Igarzábal, 2004).

PERÍODO REPRODUCTIVO

ORUGAS DEFOLIADORAS

Durante esta etapa adquieren importancia entre otras plagas el complejo de orugas defoliadoras.

Anticarsia gematallis: la oruga de las leguminosas es una de las más importantes. Las larvas son de color verde y

presentan líneas longitudinales en el dorso, midiendo hasta 4 cm de longitud totalmente desarrolladas. Poseen 4 pares de patas abdominales y el 5º más largo que los otros y dirigido hacia la parte posterior en forma de V (Figura IV.9). Es muy activa cuando es perturbada y empupa en el suelo. El ataque se inicia en las hojas superiores y se alimenta del follaje sin respetar las nervaduras (Figura IV.10). Por su ubicación, el control de esta plaga no presenta demasiados inconvenientes siendo la mayoría de los piretroides eficientes en las aplicaciones.



Figura IV.8. Adulto de *Anurogryllus muticus*.



Figura IV.9. Larva de *Anticarsia gematallis*.



Figura IV.10. Ataque de *Anticarsia gematallis*.

Las orugas medidoras (*Rachiplusia sp.*, *Pseudoplusia sp.*) reciben este nombre debido a la forma tan particular para trasladarse ya que solo poseen 3 pares de patas abdominales (espuripedios), lo que las obliga a trasladarse arqueando su cuerpo y juntando las patas abdominales con las torácicas, desplazándose luego hacia adelante con el tórax y el abdomen, dejando fijo los espuripedios (Figura IV.11). Es de color verde claro con líneas longitudinales. Su cabeza es color castaño y presenta el extremo abdominal un poco más ensanchado con respecto al resto del cuerpo. Empupa en las hojas del cultivo tejiendo un capullo desde donde emergerá el adulto. El ataque se produce sobre las hojas del cultivo sin importar la ubicación de las mismas, consumiendo siempre la lámina respetando las nervaduras de la hoja (Figura IV.12). Por esta ubicación, en muchas ocasiones donde predominan éstos géneros, las aplicaciones de insecticidas suelen tener resultados variables dependiendo de la llegada del producto o la calidad de la aplicación.



Figura IV.11. Larva de *Rachiplusia sp.*



Figura IV.12. Ataque de *Rachiplusia sp.*

Para el manejo de este complejo de orugas, el umbral de daño es de 15 a 20 orugas de más de 1,5 cm de longitud por metro de surco o 35% de defoliación para los estadios del cultivo previos a la floración, reduciéndose el mismo a 15 orugas de más de 1,5 cm de longitud por metro de surco o 20% de defoliación durante el período reproductivo. Cuando ocurren períodos de déficit hídrico, es conveniente ajustar este umbral aproximadamente un 20% debido a la escasa producción de tejidos nuevos.

Si bien no es muy frecuente su presencia, en algunas campañas *Helicoverpa gelotopoeon*, la oruga bolillera del lino o isoca del maíz, suele provocar daños en el cultivo consumiendo hojas, brotes y vainas (Figura IV.13). Mide aproximadamente 35 mm de largo y su color es muy variable pudiendo presentarse verde, rosa, amarilla o parda, con una banda lateral blanca muy marcada. El período larval abarca entre 12 y 20 días y finalmente, empupa en el suelo. Para su control se debe considerar que presenta mayor tolerancia a los insecticidas que las otras orugas citadas anteriormente.



Figura IV.13. Larva de *Helicoverpa gelotopoeon* produciendo daño en vaina.

Bajo condiciones ambientales normales durante el período estival, la presencia de estas orugas requiere generalmente de una sola aplicación de insecticida, completando luego la tarea de control en forma eficiente los entomopatógenos, como *Nomuraea rileyi* (Figura IV.14), Entomophthora y el báculo virus. Cuando las condiciones son adversas, el manejo de estas plagas suele dificultarse bastante debido a la mala calidad de las aplicaciones y a la ausencia del complejo de entomopatógenos citado anteriormente.

Los insecticidas normalmente utilizados son cipermetrina, lambdacialotrina, deltametrina, clorpirifós y metamidofós. En estos últimos años, se iniciaron las evaluaciones de



Figura IV.14. Oruga atacada por *Nomuraea rileyi*.

insecticidas con modos de acción diferente a los convencionales citados anteriormente, los cuales en su gran mayoría actúan a nivel del sistema nervioso central de los insectos. Estos nuevos activos poseen la particularidad de actuar sobre el sistema de muda de las orugas, ya sea inhibiendo la síntesis de quitina, componente fundamental en el exoesqueleto y las piezas bucales, o acelerando la muda, lo que provoca una formación anticipada de la nueva cutícula antes de que se desprenda la ya existente. Debido a su modo de acción, la mortalidad de las larvas se produce una vez transcurrido cierto tiempo, durante el cual reducen su voracidad alimenticia permaneciendo en el cultivo hasta morir por inanición. Esto debe ser considerado a la hora de definir los umbrales de daño, teniendo en cuenta que el uso de estos productos debería implementarse con niveles de infestación menores a los establecidos en el umbral convencional para los otros tipos de activos (8 a 10 orugas de más de 1,5 cm por metro de surco). Dentro del primer grupo podemos citar al lufenuron, triflumuron, diflubenzuron, novalurone, entre otros, mientras que en el segundo grupo se encuentra el metoxifenocida. Todos estos activos poseen una selectividad marcada, lo cual favorece ampliamente a la implementación de un manejo integrado de plagas basándose en el respeto por la fauna benéfica. Además, presentan mayor residualidad que los productos convencionales. Como detalle de importancia a tener en cuenta, es el bajo efecto de choque que presentan una vez aplicados, debido a la necesidad de que los insectos ingieran la cantidad necesaria de tejido para producir el efecto letal sobre los mismos, por lo cual, su correcta evaluación debe iniciarse una vez transcurridos por lo menos 3 días de la aplicación.

COMPLEJO DE CHINCHES

Durante la etapa final del cultivo, habitualmente se produce el ataque de insectos pertenecientes a la familia de los hemípteros, llamados comúnmente chinches, las cuales limitan la fructificación normal de la soja impidiendo la formación del grano, lo que se conoce como vaneos, o provocando un desarrollo deficiente del mismo. Las especies de mayor importancia económica son *Nezara viridula* y *Piezodorus guildini*. El daño lo hacen al alimentarse con su aparato bucal picador succionador, extrayendo la savia de tallo, hojas y principalmente vainas e inyectando toxinas nocivas para el cultivo. También provoca el manchado de la semilla y la picadura puede actuar como vía de entrada de patógenos. En algunos casos, donde el ataque es muy intenso, se produce una retención foliar típica al final del ciclo de la soja. El período crítico de daño ocurre desde la floración hasta la formación total de la semilla, disminuyendo los riesgos a medida que el grano se va endureciendo.

En el caso de *Nezara viridula* (chinche verde), el adulto es de color verde y mide 15 mm (Figura IV.15). Coloca los huevos, con forma de barril y de color amarillo, agrupados en forma hexagonal en la hoja; desde donde emergen las ninfas. Estas son de color verde con bordes rojizos y pasan por cinco estadios.



Figura IV.15. Adulto de *Nezara viridula*.

Piezodorus guildinii, la chinche de la alfalfa, es algo más pequeña (10 mm), de color verde claro y presenta una línea transversal de color amarillo intenso a castaño rojizo en la parte superior del tórax (Figura IV.16). La hembra deposita los huevos, de color gris oscuro a negro, sobre las hojas formando una doble hilera. Las ninfas que emergen tienen la cabeza y el tórax de color negro y el abdomen rojo con

manchas negras rectangulares en el dorso. Por lo general, esta chinche posee una mayor tolerancia a las aplicaciones de insecticidas, dificultando en algunos casos el control eficiente de la plaga.



Figura IV.16. Adulto de *Piezodorus guildinii*.

El control de este complejo puede efectuarse mediante aplicaciones de endosulfán o mezclas de metamidofós más cipermetrina cuando los umbrales lo indican.

También en ésta etapa y con períodos prolongados de escasez de lluvia, suele presentarse el complejo de trips y arañuelas. Los trips rasgan los tejidos de las hojas absorbiendo los jugos vegetales y provocando la aparición de manchas cloróticas y plateadas, conjuntamente con pequeñas puntuaciones negras que corresponden a los excrementos del insecto. La especie que se presenta con mayor frecuencia es el *Caliothrips phaseoli*, cuyas ninfas son alargadas y de color amarillento, mientras que el adulto, que mide de 1 a 2 mm tiene alas negras con bandas transversales blancas (Saini, 2001) (Figura IV.17 y IV.18). Con respecto a las arañuelas (ácaros), éstas provocan daños al estado de ninfa y adulto (Figura IV.19). Se alimentan de la savia vegetal provocando una clorosis



Figura IV.17. Adulto de *Caliothrips phaseoli*.

luego un amarillamiento generalizado, llegando a la caída de las hojas bajo ataques intensos (Klubertanz, 1994). Si bien no se conoce con exactitud la identidad de estos ácaros los mismos pertenecerían al grupo de los tetránquidos.

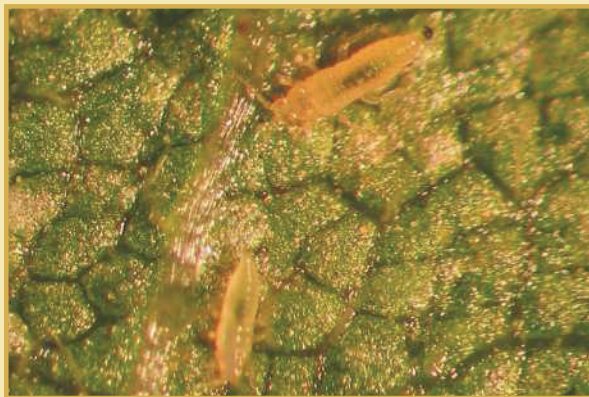


Figura IV.18. Ninfas de *Caliothrips phaseoli*.



Figura IV.19. Arañuelas.

PLAGAS DE LA SOJA DE PRIMAVERA

En los últimos años, algunas empresas optaron por hacer pozos e implementar sistemas de riego a través del sistema de pivot o de avance frontal, buscando la posibilidad de producir soja en dos oportunidades en la misma campaña. Esto implica que la primera siembra deba efectuarse durante la primavera, por lo que la parte inicial del cultivo se desarrolla normalmente con condiciones de muy baja humedad relativa y temperaturas moderadas.

En la primera parte del cultivo se debe tener en cuenta la posible presencia de gusanos cortadores (*Agrotis sp.*) para procurar mantener un número adecuado de plantas por metro. La oruga bolillera (*Helicoverpa gelotopoeon*) produce un daño significativo al alimentarse de los brotes tiernos impidiendo el desarrollo normal de la planta y se mantiene en el cultivo por un período prolongado. El

complejo de trips y arañuelas (principalmente éstas últimas) es muy común en ésta época también por las condiciones mencionadas. El inconveniente se plantea debido a que las mismas condiciones favorables para el desarrollo de éste complejo (baja humedad y altas temperaturas) son las peores para las aplicaciones, por lo cual las mismas no siempre tienen resultados satisfactorios (Mueller, 1994).

En la etapa final del cultivo, el complejo de chinches afecta en forma considerable a la soja, brindando además la posibilidad de que estas plagas no vean interrumpido su ciclo, por lo que generalmente terminan invadiendo en forma temprana las siembras convencionales de fines de primavera o principios de verano.

IMPORTANCIA DEL MONITOREO

Dentro de las actividades relacionadas con el proceso productivo, la implementación de un correcto monitoreo es clave para lograr el manejo eficiente de las plagas y contribuye a alcanzar resultados exitosos. Entre los principales elementos a tener en cuenta en un programa de monitoreo podemos mencionar los siguientes: elementos de muestreo (pañó vertical u horizontal, lupa de mano, bolsas plásticas, libreta o planilla de registro y lápiz) y la información precisa del lote (superficie, variedad, fecha de siembra, antecedentes, labores). Asimismo, la persona responsable de esta tarea deberá ser alguien no sólo con capacidad de observación sino también con conocimiento y convencimiento total y absoluto de la importancia de la información que registre en cada caso y de las consecuencias que tendrá la misma para el productor. Para la metodología de trabajo se deben considerar la frecuencia y la forma de muestreo. La observación semanal sería la frecuencia ideal, ya que permitiría una planificación y oportunidad correcta de las posibles medidas a tomar por parte del productor. El tipo de plaga, el horario del día y el momento fenológico del cultivo condicionan la forma de realizar el muestreo. También es importante establecer el número de muestras a tomar dentro de cada lote y, si bien existen diversos criterios al respecto, se sugiere una muestra u observación cada 5 hectáreas. La forma en que se camina el lote dependerá del momento del cultivo ya que en una primera etapa convendría hacerlo en zigzag mientras que una vez que se produce el cierre del cultivo, lo mejor es entrar en línea recta respetando las líneas de siembra.

Otro factor a tener en cuenta para poder implementar

correctamente las medidas a tomar es el “monitoreo” o supervisión de las aplicaciones. Los principales puntos a evaluar serán las condiciones ambientales al momento de la aplicación (temperatura, humedad relativa, viento, rocío), estado fenológico del cultivo, biología de la plaga a controlar (hábitos y posición dentro del cultivo), estado de

la maquinaria, producto y dosis a utilizar, formulación y elementos de medición (tarjetas hidrosensibles, por ejemplo). A continuación en el Cuadro IV.1 se observa ocurrencia de las plagas según la época de la campaña y en el Cuadro IV.2, los umbrales de daño económico para las principales plagas de la soja.

Cuadro IV.1. Ocurrencia de las plagas según la época de la campaña.

Plagas	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
Epoca de Siembra Convencional								
Picudos (<i>Sternechus pinguis</i> y <i>Promecops carinicornis</i>)								
Grillo subterráneo (<i>Anurogryllus muticus</i>)								
Orugas cortadoras (<i>Agrotis</i> sp.)								
<i>Loxostege bifidalis</i> y <i>Elasmopalpus lignosellus</i>)								
Orugas defoliadoras (<i>Anticarsia</i> sp., medidoras)								
Chinchas, trips y arañuelas								
Siembra de Primavera								
Oruga bolillera y cortadoras								
Trips y arañuelas								
Chinchas								

Cuadro IV.2. Umbrales de daño económico para las principales plagas de la soja.

Plagas	Umbral
Gusanos cortadores	1 oruga / 5m lineales
Grillo subterráneo	Ve: 1 pc - V1: 3 pc - V3: > 3 pc /m lineal
<i>Sternechus subsignatus</i>	V2: 1 ind - V5: 2 ind /m lineal
<i>Promecops carinicornis</i>	Ve: 1 ind - Vc: 3,5 ind - V1: 10 ind - V2: 44 ind /m lineal
Orugas medidoras y defoliadoras	Etapla veg.: 1520 orugas > 1,5 cm/m lineal - 35 % Defoliac. Etapla repr.: 15 orugas > 1,5 cm/m lineal - 20 % Defoliac.
Oruga bolillera	20 % de plantas atacadas en brote terminal - 3 orugas/m lineal
<i>Nezara viridula</i>	Hasta R5: 2 chinchas > 0.5 cm/m lineal
<i>Piezodorus guildinii</i>	Después R5: 6 chinchas > 0.5 cm/m lineal P/semilla: 1 chinche > 0.5 cm/m lineal

Pc: planta cortada / Ind: individuo

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Costilla, M. A. y M. E. Venditti. 1990. El curculiónido *Sternechus pinguis* (Fabricius) (Coléoptera: Curculionidae), nueva plaga de la soja en Argentina. Rev. Ind. Agric. de Tucumán 67 (1): 47-53.
- Costilla, M. A. 1995. Nueva especie de curculiónido *Promecops carinicornis* en el cultivo de la soja. Avance Agroind. 15 (60): 41-43.
- Gassen, D.N. 2002. Informativos técnicos cooplantío. 27-86.
- Hoffmann-Campo, C. B, E. B. Oliveira, R. M. Mazzarin y

- M. C. N. Oliveira. 1990. Niveis de infestação de *Sternechus subsignatus* Boheman, 1836: influencia nos rendimentos e características agronómicas da soja. Pesquisa agropecuaria. Brasília, 25 (2): 221-227.
- Hoffmann-Campo, C. B, M. T. B. Silva y L. J. Oliveira. 1999. Aspectos biológicos e manejo integrado de *Sternechus subsignatus* na cultura da soja. EMBRAPA Soja. Circular Técnica. pp. 22-32.
- Igarzábal, D. 2004. El grillo subterráneo: *Anurogryllus muticus*. En: 5º Seminario de productores AAPRESID siembra directa en el norte. 24-28.
- Klubertanz, T. H. 1994. Twospotted spider mite.

Handbook of soybean insect pests. 92-95.

▣ Mueller, A. J. 1994. Soybean thrips. Handbook of soybean insect pests. 82-83.

▣ Saini, E. D. 2001. Insectos y ácaros perjudiciales al cultivo de soja y sus enemigos naturales. INTA. Publicación del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, N°4.

▣ Sosa-Gómez, D. R., G. R. Neto, J. J. D. Silva, E. Borges, N. Coronel y H. Salas. 2004. *Sternechus pinguis*, a missidentification of *Sternechus subsignatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Argentina. En: XX Congresso Brasileiro de Entomologia, Gramado, Brasil.

▣ Villata, C. A. y A. M. Ayassa. 1994. Manejo integrado de plagas en soja. INTA. Centro Regional Cuyo, Argentina.

NEMATODOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Norma B. Coronel

INTRODUCCIÓN

Los nematodos parásitos de plantas son animales microscópicos generalmente de cuerpo alargado y fusiforme, que viven en el suelo. Presentan en su extremo anterior un estilete con el cual perforan las células del tejido radical para alimentarse. La mayoría afecta al sistema radicular de los vegetales. Pueden dañar a las plantas en forma directa causando heridas en el tejido vegetal o inyectando sustancias químicas que pueden matar a la célula o hacer que se desarrolle en forma irregular. A su vez, pueden interactuar con hongos, bacterias y virus agravando los daños producidos.

Existen en el mundo numerosas especies de nematodos asociados al cultivo de la soja, pero sólo algunas de ellas pueden causar daños de importancia. Entre éstas podemos nombrar a: el nematodo del quiste (*Heterodera glycines*), el nematodo de la agalla (*Meloidogyne* spp.), el nematodo de la lesión (*Pratylenchus* spp.), el reniforme (*Rotylenchulus reniformis*), el nematodo del aguijón (*Belonolaimus* spp.), y el nematodo de lanza (*Hoplolaimus* spp.).

Entre estos sobresalen el nematodo del quiste y el nematodo de la agalla por las pérdidas y los daños que causan a nivel mundial. En el NOA se dispone de escasa información sobre las pérdidas ocasionadas por los nematodos, pero sí se tiene conocimiento sobre los daños que ocasionan. Revisten particular importancia *H. glycines* y *Meloidogyne* spp.

NEMATODO DEL QUISTE DE LA SOJA (*Heterodera glycines*)

Es una de las principales plagas de la soja a nivel mundial.

Está presente, entre otros, en Estados Unidos y Brasil. En Argentina fue detectado en el año 1997 y en el NOA en el año 1998. Tiene además la característica de presentar numerosas "razas", lo cual dificulta su control.

Presenta dimorfismo sexual, los machos son alargados y las hembras tienen forma de limón. Se caracteriza por formar quistes, que son el cuerpo de la hembra muerta repleto de huevos. Dentro de estos quistes los huevos permanecen en el suelo hasta la próxima campaña. Las hembras y los quistes pueden observarse 35 días después de la emergencia adheridos a las raíces. Son bastante pequeños (menores que la cabeza de un alfiler) y de color blanco a castaño oscuro (Figura IV.20), las hembras pueden poner entre 200 a 300 huevos.



Figura IV.20. Hembras y quistes de *Heterodera glycines*.

SÍNTOMAS

En general, los síntomas en la parte aérea no son visibles, sobre todo si las poblaciones son bajas y hay buena

disponibilidad de agua y nutrientes. A veces pueden observarse rodales con plantas de escaso desarrollo y cloróticas (Figuras IV.21 y IV.22), pero este síntoma no tiene carácter diagnóstico ya que otros factores los pueden producir (hongos del suelo, compactación, deficiencia mineral, etc.). No se encontró este nematodo asociado a plantas de soja con síndrome de muerte súbita.



Figura IV.21. Rodales con plantas afectadas por *Heterodera glycines*.



Figura IV.22. Plantas sanas (izquierda) y plantas afectadas por *Heterodera glycines* (derecha).

CONDICIONES FAVORABLES

Las altas temperaturas y estrés hídrico favorecen la incidencia de este nematodo. Cuanto mayor es la temperatura menos días son necesarios para completar el ciclo del nematodo y la falta de agua hace a la planta menos tolerante al ataque de esta plaga. Los suelos arenosos son ideales para el desarrollo de este nematodo, mientras que aquellos con partículas muy finas no son los más adecuados.

DISEMINACIÓN

Es dispersado a través de restos de cultivo y partículas de

suelo transportados por el viento, maquinarias agrícolas y semillas con partículas de suelo adheridas. Los quistes permanecen viables en el suelo por varios meses e inclusive años.

DISTRIBUCIÓN EN EL NOA

Prospecciones realizadas desde 1998 hasta 2004 en los campos más representativos de la región, permitieron determinar su presencia en las provincias de Tucumán, Salta, y Santiago del Estero (Cuadro IV.3). No se encontró este nematodo en Catamarca. Está ampliamente difundido en el área de cultivo de la provincia de Tucumán (Cuadro IV.4), en las localidades de: Garmendia, La Virginia, Taruca Pampa, Tala Pozo, Gobernador Piedrabuena, La Tuna y Puesto del Medio (dpto. Burruyacu); Los Pereyra, Las Cejas y San Agustín (dpto. Cruz Alta); Viclos (dpto. Leales); San Luis de las Casas Viejas (dpto. Graneros); La Invernada y Casas Viejas (dpto. La Cocha). Los departamentos más afectados son Burruyacu, Cruz Alta y Graneros, que presentaron los niveles más altos de infestación.

A partir de los últimos monitoreos se viene observando una tendencia decreciente en los niveles poblacionales de este nematodo respecto a los primeros monitoreos. Sin embargo estos niveles están dentro de los umbrales de daño conocidos para esta plaga (1-3 quistes/100 cm³) excepto para el departamento La Cocha. En la provincia de Santiago del Estero el nematodo fue encontrado solamente en una muestra proveniente del departamento Jiménez, con una densidad poblacional de 27 quistes/100 cm³ de suelo. En Salta también fue hallado en una muestra, proveniente del departamento Anta, con un nivel poblacional de 0,5 quistes/100 cm³ de suelo.

RAZAS DEL NEMATODO DEL QUISTE (*Heterodera glycines*)

Las poblaciones de *H. glycines* se clasifican en razas en base a su capacidad de reproducirse sobre cuatro genotipos diferenciales de soja (PI 88788, PI 90763, Peking y Pickett), es decir que una raza es una población del nematodo que se desarrolla sobre estas variedades diferenciales en un patrón específico. El conocimiento de las razas presentes en la zona de cultivo es necesario para una correcta elección de cultivares para el manejo de este nematodo y para orientar los programas de mejoramiento. En el año 2002 (Niblack *et al.*), fue publicado un nuevo test para clasificar las poblaciones de *H. glycines*. Este test

NEMATODOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE SOJA EN EL NOA

Cuadro IV.3. Lotes infestados con *H. glycines* en el NOA. 1998/2004.

Provincia	Nº de Lotes Muestreados	Nº de Lotes Infestados	% de Lotes Infestados
Tucumán	368	54	15
Salta	44	1	2
Catamarca	19	0	0
Stgo. Estero	20	1	5

Cuadro IV.4. Niveles de infestación y lotes infestados con *H. glycines* por departamentos en la provincia de Tucumán. 1998/2004.

Departamento	Nº de Lotes Muestreados	Nº de Lotes Infestados	% de Lotes Infestados	Quistes/100 cm ³ Promedio	Quistes/100 cm ³ Rango
Burrupacú	60	11	18	74	1 - 228
Cruz Alta	100	32	32	42	0.5 - 498
Leales	30	1	3	2	-----
Graneros	12	6	50	46	4 - 116
La Cocha	166	4	2	0.5	0.5

Cuadro IV.5. Índice de hembras (IH%) y reacción (REA) de cultivares y líneas diferenciales respecto a 5 poblaciones de *Heterodera glycines* de Tucumán.

Cultivares y Líneas	Garmendia		Taruca Pampa		San Agustín		Los Pereyra		S. Luis de C. Viejas	
	IH %	REA	IH %	REA	IH %	REA	IH %	REA	IH %	REA
Lee	100	S(+)	100	S(+)	100	S(+)	100	S(+)	100	S(+)
PI 88788	9,3	R(-)	3,7	R(-)	43,4	S(+)	19,2	S(+)	5,6	R(-)
Pickett	8,9	R(-)	20,6	S(+)	22,5	S(+)	50	S(+)	27,7	S(+)
Peking	0	R(-)	0	R(-)	0	R(-)	0	R(-)	0,2	R(-)
PI 90763	0	R(-)	0	R(-)	0	R(-)	0	R(-)	0	R(-)
Hartwig	*		0	R(-)	0	R(-)	0	R(-)	0	R(-)
PI 43765	*		0	R(-)	0	R(-)	0	R(-)	0	R(-)
Raza	3		6		5		5		6	

(*): no testada; R: resistente, IH < 10%; S: susceptible, IH >10%; REA: reacción

llamado Test Tipo HG, al igual que el Test de razas, es un bioensayo que caracteriza a las poblaciones del nematodo por su virulencia sobre un set de sojas diferenciales. Se diferencia del anterior en el número de líneas de soja resistentes usadas para el test (siete) y en la forma de nombrar a las poblaciones. Esta prueba provee una información más completa acerca del potencial de las poblaciones del nematodo para adaptarse o romper resistencia.

Empleando el test de raza original, se caracterizaron cinco poblaciones de *H. glycines* procedentes de la provincia de Tucumán de las localidades de Garmendia y Taruca Pampa (dpto. Burruyacú); San Agustín y Los Pereyra (dpto. Cruz Alta) y San Luis de Las Casas Viejas (dpto. Graneros). Como puede observarse en el Cuadro IV.5 las poblaciones estudiadas pudieron clasificarse de la siguiente manera: la población de Garmendia respondió a la raza 3,

presentando índices de parasitismo inferiores a un 10% sobre los cuatro diferenciales; las poblaciones de San Agustín y Los Pereyra, se clasificaron como raza 5 en base a su reproducción sobre PI 88788 y Pickett, y las poblaciones de San Luis de las Casas Viejas y de Taruca Pampa respondieron a la raza 6, las cuales presentaron niveles de parasitismo superiores al 10% en el cultivar Pickett. Las poblaciones evaluadas no se reprodujeron sobre Peking, PI 90763, PI 43765 ni sobre Hartwig.

Mediante el Test Tipo HG, se caracterizó una población de *H. glycines* procedente de la provincia de Tucumán de la localidad de San Agustín (dpto. Cruz Alta), clasificada anteriormente como raza 5 mediante el Test de razas original.

Como puede observarse en el Cuadro IV.6, la población estudiada se clasificó como Tipo 2,5,7 presentando IH% superiores al 10% en PI 88788, PI 209332 y PI 548316.

Cuadro IV.6. Determinación del Tipo HG de la población de San Agustín, Tucumán.

Nº Hembras Lee 74	IH							Tipo HG
	1	2	3	4	5	6	7	
	PI 548402 (Peking)	PI 88788	PI 90763	PI 437654	PI 209332	PI 89772	PI 548316 (Cloud)	
124.7	0.0	31.3	7.0	0.0	81.6	0.0	109	2,5,7

IH: Índice de hembras.

CONTROL

Las principales estrategias de control de este nematodo son el uso de cultivares resistentes, siembra directa y rotación con gramíneas (maíz). Para evitar el surgimiento de una nueva raza que quiebre la resistencia de los cultivares resistentes, se recomienda utilizar un sistema de rotación que involucre cultivos no hospederos, cultivares resistentes

y cultivares susceptibles. Se determinó mediante estudios de reacción (Cuadros IV.7 y IV.8) que los siguientes cultivares se comportaron como moderadamente resistentes a la raza 5: Qaylla RR, Forrest, Coker 8.1 y Campeona 6.4. Las variedades Qaylla RR, A 6040 RG, A 6401 RG, Anta 82 RR, Campeona 6.4, Coker 8.1, GR 80, Mágica 7.3 RR, Maravilla 45 RR se comportaron como moderadamente resistentes a la raza 6 de este nematodo.

Cuadro IV.7. Reacción de cultivares de soja a *Heterodera glycines* raza 5.

Cultivar	IH %	Reacción*
Lee 74	100	S
Camila 64 RR	128,1	S
Dowling	127,5	S
Charata	127,4	S
Spring 53	113,3	S
Rosario 65 RR	107,9	S
Shulka	107,5	S
A 7986	101,4	S
María 55 RR	99,7	S
A 8000 RG	95,1	S
Mercedes 70 RR	91,8	S
A 6401 RG	81,3	S
Huayra	79,6	S
A 5409 RG	78,4	S
GR 80	71,0	S
Fogata 7.2	66,4	S
Entrerriana	65,6	S
HM 3-60 RR	65,6	S
Bedford	63,5	S
Mágica 7.3 RR	63,2	S
A 5634 RG	56,2	MS
Anta 82 RR	55,0	MS
A 6445 RG	46,5	MS
A 5818 RG	40,0	MS
Virginia 5.72 RR	32,3	MS
Coker 6738 SC	32,3	MS
Campeona 6.4	27,4	MR
Coker 8.1	22,4	MR
Forrest	17,2	MR

(*): R = Resistente, MR = Moderadamente resistente, MS = Moderadamente susceptible y S = Susceptible.
IH: Índice de hembras.

Cuadro IV.8. Reacción de cultivares de soja a *Heterodera glycines* raza 6.

Cultivar	IH %	Reacción*
A 8000 RG	100	S
A 9000 RG	182	S
A 7636 RG	177	S
A 4910 RG	153	S
A 8100 RG	145	S
Shulka	141	S
A 5417 RR	123	S
Munasqa RR	116	S
A 5634 RG	98	S
DM 4800 RR	97	S
Agustina 49 RR	97	S
M-Soy 8080 RR	92	S
Rosario 65 RR	81	S
M-Soy 7878 RR	69	S
Huayra	65	S
María 55 RR	62	S
A 5409 RG	59	MS
Mercedes 70 RR	54	MS
A 5818 RG	34	MS
A 7986	33	MS
TJ 2070	31	MS
Mágica 7.3 RR	30	MR
GR 80	29	MR
Anta 82 RR	27	MR
A 6040 RG	27	MR
Qaylla RR	21	MR
Campeona 6.4	17	MR
A 6401 RG	14	MR
Maravilla 45 RR	14	MR
Coker 8.1	10	MR

(*): R = Resistente, MR = Moderadamente resistente, MS = Moderadamente susceptible y S = Susceptible. IH: Índice de hembras.

NEMATODO DE LA AGALLA

(*Meloidogyne* spp.)

Son nematodos endoparásitos sedentarios e inducen la formación de agallas en las raíces afectadas (nodulaciones radicales). Este nematodo muestra un marcado dimorfismo sexual, los machos adultos son filiformes y las hembras son de forma globosa o piriforme (Figura IV.23), miden de 0,8 a 1 mm de longitud y se encuentran en el interior de las agallas.



Figura IV.23. Hembras de *Meloidogyne* sp.

SÍNTOMAS

Los síntomas típicos en la parte subterránea son las agallas, que son deformaciones de la raíz que pueden tener variadas formas y tamaños. En ataques severos esas agallas aumentan de número y tamaño, inhibiendo la formación de raíces secundarias, afectando la absorción de agua y nutrientes.

En la parte aérea se pueden observar manchones caracterizados por plantas pequeñas y amarillas. En cultivares susceptibles puede haber maduración temprana de las plantas afectadas y hasta plantas muertas (Figuras IV.24 y IV.25). Estos síntomas se observaron en las variedades A 8000 RG y A 7636 RG. Los síntomas típicos provocados por este nematodo en la parte subterránea de las plantas fueron la presencia de agallas. Se han observado en el departamento Leales manchones con plantas de reducido tamaño o con plantas muertas en lotes con alta infestación de *Meloidogyne javanica* (757 juveniles/100 cm³ de suelo), muchas de esas plantas también estaban infestadas con *Phomopsis*. Se observó en la localidad de la Virginia que la variedad de soja A 8000 RG rindió 3.600 kg/ha en lotes con una infestación de 2 juveniles/100 cm³ y 2.600 kg/ha en lotes con una infestación de 61

juveniles/100 cm³, en campaña con buena disponibilidad hídrica.

Los daños provocados por este nematodo se acentuaron en condiciones de estrés hídrico. Una soja moderadamente resistente a este nematodo rindió 2.000 kg/ha y una soja susceptible rindió 1.300 kg/ha en un lote con presencia de *M. javanica* (dpto. Leales). En el sur de la provincia de Tucumán los lotes provenientes de tabaco fueron los que presentaron infestación del nematodo de la agalla.



Figura IV.24. Rodal con plantas muertas en un lote de soja afectado por *Meloidogyne javanica*.



Figura IV.25. Planta afectada por el nematodo de la agalla.

CONDICIONES FAVORABLES

Las altas temperaturas y estrés hídrico favorecen la incidencia de este nematodo. Cuanto mayor es la temperatura menos días son necesarios para completar el ciclo del nematodo y la falta de agua hace a la planta menos tolerante al ataque de esta plaga. Estos nematodos se desarrollan mejor en suelos sueltos (franco-arenosos).

DISEMINACIÓN

Se diseminan fácilmente a través de las partículas de suelo y restos de cultivo, transportados por diversos agentes como el viento, el agua, las herramientas, etc.

DISTRIBUCIÓN EN EL NOA

Se encuentra ampliamente difundido en la región (Cuadro IV.9). Se lo detectó en las provincias de Tucumán, Salta, Santiago del Estero y Catamarca (en esta última provincia se determinó su presencia a través de muestras de raíces con agallas). Está ampliamente difundido en la provincia de Tucumán (Cuadro IV.10), su presencia fue confirmada en todos los departamentos productores de soja. Los niveles promedios de infestación en general son elevados, por encima de los umbrales de daño (10-60 juveniles/100 cm³ de suelo). El nematodo de la agalla fue encontrado en las localidades de La Ramada de Abajo, La Virginia y Puesto del Medio (dpto. Burruyacú); Los Pereyra, Las Cejas y San Agustín (dpto. Cruz Alta); San Luis de las Casas Viejas (dpto. Graneros); Viclos y Tusquita (dpto. Leales); La Invernada, El

Huayco, Rumi Punco, Palancho, Casas Viejas, El Mistol, Las Parcelas y Marapa (dpto. La Cocha). Mediante estudios de la región perineal de hembras pudo identificarse la especie *M. javanica*. en La Virginia (dpto. Burruyacú); Tusquita y Viclos (dpto. Leales); San Luis de las Casas Viejas (dpto. Graneros); La Invernada, Marapa, Rumi Punco y Casas Viejas (dpto. La Cocha); Los Altos (Catamarca) y Las Lajitas y Metán (Salta).

Las poblaciones de este nematodo se han incrementado en las últimas campañas favorecidas por el monocultivo de soja y el empleo de variedades altamente susceptibles a esta plaga y a la rotación con otros cultivos hospederos (tabaco). Las variedades A 7636 RG, RA 605, RA 505, DM 5800 y A 8000 RG se comportaron como variedades muy susceptibles a este nematodo. Las especies encontradas en la región son *M. javanica* y *M. incognita*.

Cuadro IV.9. Lotes infestados con *Meloidogyne* sp. en el NOA. 2000/2004.

Provincia	Nº de Lotes Muestreados	Nº de Lotes Infestados
Tucumán	169	89
Salta	2	2
Catamarca	3	0
Stgo. del Estero	2	1

Cuadro IV.10. Niveles de infestación y lotes infestados con *Meloidogyne* sp. por departamentos en la provincia de Tucumán. 2000/2004.

Departamento	Nº de Lotes Muestreados	Nº de Lotes Infestados	% de Lotes Infestados	Juveniles/100 cm ³ Promedio	Juveniles/100 cm ³ Rango
Burruyacú	21	6	28	19	0.25 - 61
Cruz Alta	12	5	42	62	4 - 108
Leales	9	3	33	269	5 - 757
Graneros	10	5	50	231	16 - 858
La Cocha	117	70	60	43	0.25 - 137

CONTROL

Uno de los principales métodos para controlar esta plaga es el uso de cultivares resistentes. Por lo tanto, es importante conocer el comportamiento de los cultivares frente a este nematodo (Figuras IV.26 y IV.27). Mediante estudios en campo de reacción de variedades de soja (Cuadro IV.11) se determinó que la variedades A 5409 RG, Nueva Mercedes 70 RR y Mágica 7.3 RR son moderadamente resistentes a *M. javanica*. Otra opción de control es la rotación con cultivos no hospederos. Aunque se trata de un nematodo polífago, en general la rotación con gramíneas (maíz) reduce sus poblaciones.

Figura IV.26. Variedad de soja moderadamente resistente a *M. javanica*.

Cuadro IV.11. Promedio de índice de agallamiento (IA) y reacción de cultivares a *M. javanica*. Campaña 2002/2003.

Cultivar	Promedio IA	Reacción*
DM 5800	7.0 a**	AS
RA 505	6.7 ab	AS
RA 605	6.0 a-c	AS
A 7636 RG	6.0 a-c	AS
A 8000 RG	5.9 a-d	S
Qaylla RR	5.9 a-e	S
DM 50048 RR	5.7 a-f	S
AW 5581 RR	5.7 a-f	S
Cristina 64 RR	5.5 a-g	S
Munasqa RR	5.5 a-h	S
A 9000 RG	5.4 a-h	S
RA 602	5.3 a-h	S
A 8100 RG	5.0 a-i	S
AW 7110 RR	4.9 a-j	S
DM 4800 RR	4.7 a-k	S
RA 703	4.7 a-k	S
A 7322 RG	4.7 a-k	S
A 6401 RG	4.6 b-k	S
Agustina 49 RR	4.5 b-k	S
RA 606	4.5 b-k	S
Rafaela 58 RR	4.2 c-k	S
A 7321 RG	4.2 c-k	S
Nueva Andrea 66 RR	3.9 c-k	MS
A 5417 RG	3.9 c-k	MS
MS 8080 RR	3.9 c-k	MS
A 6019 RG	3.9 c-k	MS
A 6411 RG	3.8 c-k	MS
AW 4902 RR	3.7 c-k	MS
RA 701	3.7 c-k	MS
NK 7.6 RR	3.6 d-k	MS
Maravilla 45 RR	3.5 e-k	MS
A 4910 RG	3.5 e-k	MS
Nueva María 55 RR	3.5 f-k	MS
NK 6.9 RR	3.3 g-k	MS
M 5400 RR	3.1 h-k	MS
Mágica 7.3 RR	2.7 i-k	MR
Nva. Mercedes 70 RR	2.5 j-k	MR
A 5409 RG.	2.4 k	MR
LSD (p < 0.05)	2.3	

(*): MR = Moderadamente resistente, MS = Moderadamente susceptible, S = Susceptible y AS = Altamente susceptible.



Figura IV.27. Variedad de soja susceptible a *M. javanica*.

NEMATODO DE LA LESIÓN (*Pratylenchus* sp.) Y EL NEMATODO ESPIRAL (*Helicotylenchus* sp.)

Ambos nematodos fueron encontrados en los departamentos Burruyacu, Cruz Alta, Leales, Graneros y La Cocha de la provincia de Tucumán. Los niveles poblacionales de *Pratylenchus* fueron bajos (2 individuos/100 cm³ de suelo) y los de *Helicotylenchus* un poco más altos (38 individuos/100 cm³ de suelo). Aún no se conoce la real incidencia de estos nematodos en el cultivo de la soja, pero fueron muy frecuentes en las muestras (86% *Helicotylenchus*, 66% *Pratylenchus*). *Pratylenchus* fue encontrado asociado a plantas de soja con síndrome de muerte súbita (dpto. La Cocha) y *Helicotylenchus* a plantas con *Phomopsis* (dpto. Leales).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ▣ Niblack, T. L., P. R. Arelli, G. R. Noel, C. H. Opperman, J. H. Orf, D. P. Schmitt, J. G. Shannon y G. L. Tyla, 2002. A revised classification scheme for genetically diverse populations of *Heterodera glycines*. Journal of Nematology 34 (4): 279-288.

ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO Y SU MANEJO

L. Daniel Ploper - Victoria González - M. Roberto Gálvez - M. Antonia Zamorano - Cecilia G. Díaz

INTRODUCCIÓN

Numerosos aspectos de la producción de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] en el noroeste argentino (NOA), al igual que en el resto del país, experimentaron cambios sustanciales en los últimos 20 años. Estas profundas transformaciones han abarcado prácticamente a todos los aspectos del cultivo, incluidos los sistemas de labranza, las variedades, la nutrición, el riego, el control de malezas, la producción de semilla, los sistemas de cosecha, etc.

También en lo concerniente al aspecto sanitario del cultivo se observaron cambios de importancia, especialmente en el tema enfermedades. El número de patologías identificadas en el cultivo y sus respectivos niveles de infección ha venido aumentando en forma sostenida, en especial desde los inicios de la década de 1990. Incluso, a partir de la ocurrencia de severas epifitias, se empezó a percibir a las enfermedades como factores de alto riesgo para la producción de soja.

La gran preocupación reside en que, bajo condiciones ambientales favorables, estos problemas sanitarios pueden afectar severamente los cultivos de soja, causando pérdidas de rendimiento y/o disminución de la calidad comercial del grano, como así también problemas en la germinación cuando los granos afectados son utilizados como semilla.

El uso de cultivares susceptibles, la falta de rotación de cultivos, la adopción de sistemas conservacionistas de labranza, el aumento de la densidad poblacional de plantas y la ocurrencia de condiciones ambientales favorables para los patógenos son algunos de los factores que han contribuido al incremento de la

presencia de las enfermedades. Después de la adopción de la siembra directa, las enfermedades de soja pasaron a manifestarse con mayor intensidad, aumentando las pérdidas especialmente en aquellos lotes con monocultivo de soja.

La creciente importancia de las patologías de soja ha obligado a productores y técnicos a considerar a las mismas dentro de sus esquemas de manejo del cultivo. Para poder desarrollar un programa de manejo de enfermedades que sea eficaz y tenga altas posibilidades de alcanzar sus objetivos, resulta importante conocer aspectos trascendentes de las enfermedades, que tienen que ver con su etiología, epidemiología e interacción hospedante-patógeno. En este sentido, constituye una ventaja decisiva para encarar programas de manejo conocer los patógenos involucrados en las distintas enfermedades, sus ciclos de vida, la presencia de razas o variantes en las poblaciones del patógeno, las partes de la planta que son afectadas, los momentos de infección, los factores asociados con la reproducción y dispersión de los agentes causales, los hospedantes alternativos, la interacción entre distintos patógenos, la reacción de los cultivares a los patógenos más importantes, etc.

En el presente trabajo se describen las principales enfermedades que afectan al cultivo de la soja, especialmente en lo referido a sus síntomas, agentes causales y principales aspectos epidemiológicos, enfatizando en aquellas condiciones que favorecen su desarrollo. También se analizan las principales recomendaciones para un manejo integrado y se presentan resultados obtenidos en la Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" (EEAOC).

CONCEPTO DE ENFERMEDAD DESARROLLO DE LAS ENFERMEDADES

Se define como enfermedad a la "alteración detrimental del normal desarrollo fisiológico y bioquímico de la planta". Se trata de un proceso biológico dinámico, donde hay una progresión de cambios morfológicos y fisiológicos desde el inicio hasta el final del proceso, que tienen lugar en un determinado período de tiempo (Botta, 2001). Este proceso resulta de la interacción entre un hospedante susceptible, un agente causal y un ambiente favorable, donde la duración del tiempo durante el cual tiene lugar esta interrelación representa un papel importante para el desarrollo de la enfermedad (pirámide de la enfermedad: patógeno-hospedante-ambiente-tiempo). Esta interacción se hace evidente cuando se observa que un determinado agente patógeno es altamente destructivo en una temporada y difícil o imposible de hallar en la siguiente.

La magnitud y gravedad de las enfermedades de la soja dependen del grado de compatibilidad entre el hospedante y el agente patógeno y la influencia que esta asociación posee en el medio ambiente, constituido por el aire-suelo. Así, existen factores que deben tenerse en cuenta para considerar las posibilidades de desarrollo de enfermedades en gran escala. Por ejemplo, la alimentación de los nematodos puede predisponer a la soja a la infección por agentes patógenos que le provoquen daño en la raíz o induzcan al marchitamiento.

Todas las partes de la planta de soja pueden resultar afectadas por determinado número de agentes patógenos. Para el cultivo de la soja el período crítico para la generación del rendimiento ocurre luego de R1 (floración) hasta R5-R6 (formación de semillas y llenado), siendo particularmente críticos los estados R3, R4 y R5 (Kantolic, 2003). En estos estados fenológicos, los aspectos fisiológicos involucrados por la presencia de enfermedades son: la reducción del área fotosintética, senescencia foliar anticipada, disminución de la intercepción de la luz, pérdida de asimilados, destrucción de tejidos, reducción de la turgencia, inferior calidad y alteraciones en la morfogénesis, que finalmente reducen la cantidad de la producción de granos. El monto de la pérdida depende del tipo de agente patógeno involucrado, el estado de desarrollo de la planta y el número de plantas infectadas.

DIAGNÓSTICO

Las enfermedades de la soja pueden clasificarse en infecciosas o no infecciosas; las primeras se deben a agentes que pueden transmitir la patología de una planta infectada a una sana y causar enfermedad con determinadas condiciones favorables. Los hongos, bacterias, virus, viroides, mollicutes y nematodos provocan las enfermedades infecciosas, mientras que las no infecciosas se deben a diversas condiciones ambientales desfavorables, nutricionales y otras.

Las patologías del cultivo de la soja pueden afectar raíces, tallos, hojas, vainas y/o semillas; resulta común encontrar a más de una enfermedad afectando a un lote de soja. La magnitud de los daños estará en función del o los patógenos involucrados, del estado fenológico de la planta al momento de producirse la infección, de las condiciones ambientales, del cultivar de soja sembrado, del cultivo antecesor, del sistema de labranza, etc.

Antes de aplicar las medidas adecuadas de manejo es necesario determinar la causa del problema. Un diagnóstico seguro requiere la correcta identificación de la enfermedad y su agente causal.

Los síntomas (expresión visible de la enfermedad) no siempre ofrecen un diagnóstico seguro de la enfermedad, ya que diferentes agentes pueden producir síntomas similares, aunque, los síntomas junto a otras evidencias, unidos a la experiencia, pueden ofrecer un diagnóstico satisfactorio. El tipo de síntoma puede indicar el tipo de patógeno que está involucrado. En general se observan tres tipos de síntomas: la necrosis (muerte de células, tejidos u órganos), que está relacionada con marchitamientos, manchas de hojas y canchales; aunque pueden presentarse, también, la hipotrofia (disminución del crecimiento de células, tejidos u órganos, que producen síntomas como enanismo y clorosis) y la hipertrofia (crecimiento celular excesivo que conduce a la formación de agallas, nódulos y tumores).

El patógeno normalmente produce estructuras como parte de su crecimiento; es el signo de la enfermedad y permite realizar un diagnóstico más seguro, al ser correctamente identificado. Así, por ejemplo, los esclerocios están asociados con la podredumbre húmeda del tallo (causada por *Sclerotinia sclerotiorum*), los microesclerocios con la podredumbre carbonosa del tallo (*Macrophomina phaseolina*), y la

presencia de matas algodonosas blanquecinas en la cara inferior de las hojas con el mildiu (*Peronospora manshurica*). El conjunto de síntomas y signos constituye el síndrome de la enfermedad.

A continuación se resumen los aspectos más destacados de las principales enfermedades que afectan al cultivo de la soja.

ENFERMEDADES INFECCIOSAS

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

ENFERMEDADES DE LA RAÍZ Y PARTE INFERIOR DEL TALLO

TIZÓN POR RHIZOCTONIA

Esta enfermedad es una de las principales del complejo que causa "damping-off" en pre y post emergencia. En estados reproductivos causa podredumbre de raíces y muerte de plantas.

Agente causal: *Rhizoctonia solani* Kühn.

Síntomas: Muerte de plántulas en pre y post emergencia, con estrangulamiento en forma de cancro de color pardo-violáceo en el hipocótilo (Figura IV.28). Aunque con menor frecuencia se puede observar la enfermedad hasta la madurez del cultivo.

Principales aspectos epidemiológicos: La muerte de plántulas en los primeros estados del cultivo está asociada a condiciones ambientales adversas a la germinación de las semillas (generalmente baja temperatura y estrés por exceso o deficiencia de agua).



Figura IV.28. Estrangulamiento de hipocótilo de plántula de soja, causado por *Rhizoctonia solani*.

PODREDUMBRE DE LA RAÍZ Y BASE DEL TALLO

Esta enfermedad puede causar pérdidas de plantas y de rendimiento de hasta un 100% en cultivares susceptibles. La severidad de la enfermedad depende no solamente de la susceptibilidad del cultivar, sino también del tipo y capacidad de drenaje del suelo, de las precipitaciones, de las temperaturas, del esquema de rotación de cultivos y del sistema de labranza utilizado.

La podredumbre de la raíz y base del tallo había sido citada por primera vez en Tucumán en 1979. Sin embargo, recién empezó a cobrar importancia en la campaña agrícola 1998/1999, cuando fue detectada en cultivos de soja del sur y noreste de la provincia de Tucumán y del sur de Salta (Ploper *et al.*, 1999a). Inoculaciones en invernáculo efectuadas en 1997 habían mostrado que la gran mayoría de los cultivares de soja difundidos en esa época en el NOA, así como las líneas avanzadas de programas locales de mejoramiento, eran susceptibles a las razas de *Phytophthora sojae* determinadas en el país (Ploper *et al.*, 1998). Esta situación se fue gradualmente revirtiendo con la incorporación al mercado de cultivares con resistencia a una o más razas del hongo.

Agente causal: *Phytophthora sojae* Kaufmann & Gerdemann.

[sinónimos: *Phytophthora megasperma* f.sp. *glycinea* Kuan & Erwin, *P. megasperma* var. *sojae* A.A. Hildebrand]. El patógeno presenta especialización fisiológica. Hasta el presente se han citado más de 50 razas fisiológicas.

Síntomas: Los síntomas pueden presentarse en cualquier estado del cultivo. En implantación, el patógeno ocasiona podredumbre de semilla y "damping-off" de pre y post emergencia, disminuyendo el stand de plantas (Figura IV.29). En plántulas de mayor tamaño se observa una podredumbre pardo-acuosa del tallo que conduce a la muerte de las mismas.

En plantas adultas (V7-R3) el hongo ocasiona una podredumbre de la raíz y base del tallo que se extiende hasta el quinto o sexto entrenudo, observándose una coloración parda que contrasta con el color verde de los tejidos sanos (Figura IV.30). La lesión del tallo puede extenderse a las ramas laterales. Internamente, la corteza y los tejidos vasculares enfermos adquieren una coloración parda. Las plantas afectadas presentan el sistema radicular casi completamente destruido y un amarillamiento de hojas. Cuando la enfermedad progresa se produce marchitamiento y finalmente la muerte de la planta.

Las plantas enfermas pueden observarse en el surco en



Figura IV.29. Plantas de soja afectadas por *Phytophthora*; se observa disminución del número de plantas.



Figura IV.30. Planta de soja afectada por *Phytophthora*. Decoloración en tallo y muerte de planta.

forma individual o más frecuentemente en áreas delimitadas por anegamiento.

Principales aspectos epidemiológicos: Las formas de resistencia del hongo (oosporas) sobreviven en invierno sobre residuos de cultivo en el suelo, y en primavera-verano germinan formando esporangios. A partir de estos esporangios y en condiciones de suelo inundado se liberan

las esporas (zoosporas), que se diseminan por el agua infectando a las plantas con las que toma contacto.

La enfermedad se presenta más frecuentemente en las partes bajas de los lotes y en suelos o zonas con problemas de drenaje, es decir, en situaciones donde el agua tiende a acumularse. Sin embargo, en temporadas más húmedas, se pueden observar plantas enfermas aún en los sectores más elevados de los campos. Los mayores niveles de la enfermedad suelen presentarse cuando se registra anegamiento del terreno dentro de la primera semana después de la siembra.

Otras condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad son suelos de textura arcillosa, monocultivo de soja, sistemas de labranza cero y mínima, alta fertilidad, compactación del suelo, uso de cultivares susceptibles y temperaturas relativamente frescas (15 a 20°C).

TIZÓN POR *SCLEROTIUM*

El tizón por *Sclerotium*, también conocido como tizón sureño, prevalece más en zonas tropicales y subtropicales que en zonas templadas. El hongo causal es polífago, afectando a más de 500 especies vegetales, incluidas plantas cultivadas y malezas. En soja causa mortandad prematura de plantas. Se han citado pérdidas de plantas de hasta el 30%, aunque lo común es encontrar áreas pequeñas y aisladas con plantas muertas.

Agente causal: *Sclerotium rolfsii* Sacc.

[teleomorfo: *Athelia rolfsii* (Curzi) Tu & Kimbr.].

Síntomas y signos: Las plantas pueden ser infectadas durante todo su ciclo de vida. La presencia de la enfermedad normalmente se advierte cuando se encuentran plantas que comienzan a marchitarse, ubicadas en forma dispersa en la plantación. Las plantas marchitas muestran una necrosis marrón pálido en el tallo a nivel del suelo. Sobre la superficie del tallo y suelo adyacente se puede observar un crecimiento micelial algodonoso muy característico. Sobre este crecimiento del hongo se forman los esclerocios, cuerpos esféricos de 1 a 2 mm de diámetro, que se van oscureciendo con el tiempo desde color blanco a marrón oscuro (Figura IV.31). Estas estructuras cumplen un importante papel en la supervivencia y diseminación del patógeno. Las plantas infectadas mueren prematuramente, por lo general antes de la formación de semillas. El material orgánico que permanece en la superficie del suelo puede servir como fuente de inóculo.

Principales aspectos epidemiológicos: La tasa de



Figura IV.31. Micelio y esclerocios de *Sclerotium* en el tallo de soja infectada.

supervivencia de los esclerocios depende de factores varios, tales como temperatura, humedad, proximidad a hospedantes susceptibles y profundidad en el suelo. Aquellos esclerocios sobre o próximos a la superficie del suelo sobreviven por más tiempo.

El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por suelos sueltos, temperaturas entre 25 y 35 °C, elevada humedad del suelo y una densa canopia, aunque la ocurrencia de sequías suele preceder a epifitias de importancia. El material orgánico de cultivos previos, que permanece en la superficie del suelo sin descomponer, también favorece la infección, ya que sirve como fuente de energía para la germinación de los esclerocios así como para el desarrollo del hongo previo a la infección de un hospedante susceptible.

PODREDUMBRE CARBONOSA

Condiciones de tiempo cálido y seco durante períodos prolongados en la campaña 2000/2001 favorecieron la ocurrencia de la podredumbre carbonosa del tallo en diversas regiones productoras de soja del país, especialmente en las provincias de Catamarca, Chaco, Córdoba, Entre Ríos, Santa Fe, Salta, Santiago del Estero y Tucumán (Ploper *et al.*, 2001c). La enfermedad es causada por un patógeno débil de soja y de otras especies vegetales,

que solamente afecta los cultivos cuando el crecimiento de las plantas se ve retardado por las condiciones ambientales mencionadas. Nuevamente volvió a ser una de las enfermedades más prevalentes en los ciclos 2002/2003, 2003/2004 y 2004/2005, aunque restringida a las zonas de Tucumán y Santiago del Estero que, además de las altas temperaturas que se registraron en toda la región, también soportaron la ocurrencia de sequías muy persistentes.

Agente causal: *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

[sinónimos: *M. phaseoli* (Maubl.) Ashby, *Rhizoctonia bataticola* (Taub.) Britton-Jones, *Sclerotium bataticola* (Taub.) y *Botryodiplodia phaseoli* (Maubl.) Thirum.].

Síntomas y signos: Se pueden observar síntomas de la enfermedad en todas las etapas del cultivo. La semilla infectada puede ser asintomática o mostrar manchas negras de tamaño diverso. En ocasiones se pueden apreciar pequeños cuerpos negros (esclerocios, también llamados microesclerocios por su tamaño reducido) en las rajaduras o sobre el tegumento. Las semillas infectadas pueden germinar, pero usualmente originan plántulas débiles que mueren a los pocos días.

Las plántulas infectadas suelen mostrar una decoloración marrón rojiza en la porción emergente del hipocótilo. Si la infección llega por las raíces, la decoloración es evidente a nivel o por encima del suelo. El área decolorada se torna marrón oscura o negra y las plántulas afectadas pueden morir bajo condiciones ambientales cálidas y secas. Si se presentan condiciones de tiempo húmedo y fresco, las plántulas infectadas sobreviven, pero son portadoras de una infección latente. Los síntomas de la enfermedad pueden reaparecer más tarde en la temporada, con la ocurrencia de condiciones climáticas cálidas y secas.

Infecciones posteriores al estado de plántula suelen provocar síntomas no visibles hasta mediados del ciclo del cultivo. Las plantas inicialmente muestran síntomas no específicos, tales como menor tamaño de hojas, menor altura y otros relacionados a pérdida de vigor. En algunos casos se pueden observar lesiones en la parte basal del tallo. Una a cuatro semanas antes de la maduración normal del cultivo, las hojas se tornan amarillentas y luego se marchitan, permaneciendo adheridas al tallo por varios días luego de su muerte. Como resultado de niveles severos de infección, grandes áreas de los lotes de soja pueden resultar afectados, dando la apariencia de una madurez prematura (Figura IV.32).

A partir de floración aparecen los síntomas más característicos de la enfermedad. En los tejidos epidérmicos y subepidérmicos de las raíces y parte inferior



Figura IV.32. Lote de soja afectado por *Macrophomina*, dando la apariencia de una madurez prematura.



Figura IV.33. Podredumbre carbonosa de la soja. En la parte inferior del tallo se aprecia una coloración grisácea, provocada por la presencia de numerosos microesclerocios oscuros.

del tallo se aprecia una coloración grisácea, provocada por la presencia de numerosos microesclerocios oscuros (Figura IV.33). Esta coloración se puede observar mejor en plantas ya muertas, removiendo los tejidos epidérmicos, los que por lo general se desprenden fácilmente.

Estos pequeños esclerocios no aparecen en cantidad hasta que las plantas comienzan a morirse, sugiriendo que su presencia implica la muerte de las células de los tejidos invadidos. La densidad de microesclerocios en los tejidos puede ser variable, dependiendo de varios factores

incluyendo el cultivar de soja. Pueden presentarse en baja cantidad y aislados o en forma tan abundante que los tejidos de raíces y tallos llegan a mostrar un color gris oscuro a negro. Por su apariencia de polvo fino de carbón se le asignó a esta enfermedad el nombre de "podredumbre carbonosa del tallo".

Cuando se parte la raíz principal y base del tallo, se observan estrías negras en la porción leñosa y con frecuencia esclerocios en el área medular del tallo. Además, se puede apreciar una decoloración marrón-rojiza en los tejidos vasculares.

Principales aspectos epidemiológicos: Los esclerocios constituyen el principal medio de supervivencia del hongo. El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por temperaturas altas (28 a 35°C) y baja humedad edáfica.

PODREDUMBRE HÚMEDA DEL TALLO

La podredumbre húmeda del tallo fue detectada en Tucumán en la campaña 1992/1993. Aunque los niveles de la enfermedad en el NOA aún hoy no han alcanzado aquellos que se registran en la región pampeana, se viene observando un progresivo aumento de los mismos, incluso con pérdidas económicas en algunos lotes en años con días frescos y húmedos hacia finales del verano.

Agente causal: *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary. [sinónimo: *Whetzelinia sclerotiorum* (Lib.) Korf & Dumont].

Síntomas y signos: Los primeros síntomas que se advierten de la enfermedad son el marchitamiento y posterior muerte de las hojas, los que se presentan durante los estados R3 (comienzo de fructificación) y R4 (plena fructificación) (Figura IV.34). Este marchitamiento usualmente está asociado con una lesión de color gris-verdoso en el tallo. Durante períodos de tiempo húmedo, las lesiones en los tallos se recubren con un crecimiento micelial algodonoso del hongo, pudiendo producirse marchitamiento y muerte parcial o total de la planta (Figura IV.35).

Posteriormente, sobre y dentro de los tallos infectados, se pueden apreciar cuerpos de color negro, llamados esclerocios, que son las estructuras de supervivencia del patógeno. A medida que las plantas van madurando, las zonas afectadas adquieren gradualmente un color blanquecino y las capas epidérmicas se rompen y tienden a deshilacharse. Los esclerocios también pueden formarse externa e internamente en las vainas (Figura IV.36).

La intensidad de los daños depende del momento y la



Figura IV.34. Lote de soja afectado por *Sclerotinia*. Plantas muertas.



Figura IV.35. Lesiones en los tallos con crecimiento micelial algodonoso de *Sclerotinia*.

severidad de la infección. Las plantas afectadas pueden morir o presentar distintos grados de daño.

Principales aspectos epidemiológicos: El patógeno sobrevive de una temporada a otra principalmente a través de los esclerocios, los que permanecen viables en el suelo por varios años. Estas estructuras son además la más importante fuente de inóculo.

De acuerdo a las condiciones de temperatura y humedad,



Figura IV.36. Esclerocios de *Sclerotinia sclerotiorum* en vainas.

los esclerocios germinan produciendo micelio o más frecuentemente formando apotecios. Las condiciones óptimas para la formación de apotecios son períodos prolongados de temperaturas bajas a moderadas (5 a 15°C) y alta humedad del suelo durante 10 a 14 días. A partir de estos apotecios, que son las estructuras sexuales del hongo, se liberan miles de ascosporas. Para establecer infecciones exitosas, las ascosporas deben colonizar inicialmente tejidos senescentes o muertos, usualmente pétalos que permanecen adheridos a las plantas, desde donde se extienden rápidamente al resto de la planta.

El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por períodos prolongados de alta humedad (agua libre) y temperaturas moderadas (12 a 24°C).

La dispersión del patógeno a corta y larga distancia ocurre por ascosporas llevadas por el viento, por semilla infectada, por semilla contaminada con esclerocios y por el movimiento de suelo y restos de plantas conteniendo esclerocios transportados por cosechadoras u otro tipo de maquinaria agrícola.

SÍNDROME DE LA MUERTE SÚBITA

Una de las primeras patologías importantes en ser detectada en el NOA en la década de 1990 fue el síndrome de la muerte súbita (SMS). Se la encontró por primera vez durante el ciclo 1992/1993, ocasionando pérdidas de rendimiento de hasta el 90% en cultivares altamente susceptibles (Ploper, 1993). En la actualidad se encuentra ampliamente difundida en la región, aunque el uso de cultivares con comportamiento intermedio a la enfermedad así como de maduración más temprana han reducido considerablemente su impacto. Sin embargo, es frecuente encontrar en la región lotes con pérdidas importantes, tales como las registradas en el ciclo 2001/2002 en el sur de Tucumán, con mermas cercanas al 30%.

Agente causal: *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *glycines* K. W. Roy.

[sinónimo: *Fusarium tucumaniae* T. Aoki *et al.*].

Síntomas: Las plantas afectadas pueden aparecer aisladas o en grupos, formando manchones circulares a alargados de tamaño variable (Figura IV.37). Estos manchones pueden hacerse coalescentes dando lugar a áreas irregulares de plantas afectadas. La enfermedad produce podredumbre radicular, aunque se manifiesta a través de los síntomas foliares. Estos pueden aparecer desde el final del período de floración en adelante y son causados por una toxina que produce el hongo. Primero aparecen manchas cloróticas entre las nervaduras de las hojas, que luego derivan en una clorosis internerval. Esta clorosis posteriormente se torna en necrosis internerval, quedando las hojas de un color marrón, a excepción de las nervaduras que permanecen verdes (Figura IV.38). Luego se produce la caída de los folíolos, no así la de los pecíolos, que permanecen en su posición normal sin mostrar síntomas de marchitez o deformación. En otros casos las hojas secas permanecen en las plantas, dando a las mismas una coloración marrón. Asimismo se observa una decoloración marrón-grisácea de los tejidos internos del tallo (Figura IV.39). También las raíces muestran esta decoloración en la corteza y se observa igualmente el deterioro de los nódulos fijadores de nitrógeno. En lotes donde los síntomas aparecen a fines de floración se observa marcado aborto y caída de vainas. En cambio, en los casos en que la enfermedad se manifiesta durante el período de llenado de vainas no se detecta caída de vainas, aunque la semilla cosechada suele ser de menor tamaño y calidad.

Los síntomas foliares del SMS son similares a los causados por otras enfermedades de soja. Tanto la cancrrosis del tallo (causada por *Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis*)



Figura IV.37. Plantas afectadas por *F. solani* f. sp. *glycines* en grupos, formando manchones.



Figura IV.38. Foliolo con necrosis internerval, quedando las hojas de un color marrón, a excepción de las nervaduras que permanecen verdes.



Figura IV.39. Decoloración marrón-grisácea de los tejidos internos del tallo de una planta de soja afectada por *F. solani* f. sp. *glycines*.

como la podredumbre marrón del tallo (*Phialophora gregata*), producen clorosis y necrosis internodales similares a las que se observa con el SMS. Las diferencias radican en que la sintomatología foliar está asociada en el caso de la cancrrosis del tallo a la presencia de canchros en su parte inferior y en el caso de la podredumbre marrón del tallo, a una característica coloración marrón de la médula.

Principales aspectos epidemiológicos: La presencia de la enfermedad está asociada a condiciones ambientales favorables a la producción de plantas bien desarrolladas hasta el momento de floración, con óptima disponibilidad de agua y nutrientes. Temperaturas moderadas (20-25°C) durante el estado reproductivo parecen favorecer la enfermedad. Luego de la manifestación de los primeros síntomas, la muerte prematura de las plantas se acelera bajo condiciones que favorecen el marchitamiento, tales como alta temperatura ambiente (superior a 30°C) y baja humedad de suelo. La distribución de las plantas enfermas en el campo es en forma de manchones y con distinta intensidad, esto se debe a diferencias en la densidad poblacional del patógeno en el suelo, que produce diferencias en los niveles de severidad de los síntomas visibles.

PODREDUMBRE PARDA DEL TALLO

Esta enfermedad se presenta, por lo general, con temperaturas moderadas. Las plantas infectadas no desarrollan síntomas externos previo al estadio de formación de vainas. Los síntomas foliares se manifiestan con mayor intensidad en periodos de deficiencia hídrica.

Agente causal: *Phialophora gregata* (Allington & D.W. Chamberlain) W. Gams.

Síntomas: Clorosis y necrosis internodales de las hojas con posterior muerte prematura de las plantas. Estos síntomas corresponden a una deficiencia en el transporte de agua por el xilema. Los tejidos internos de la base del tallo presentan el color pardo oscuro que origina el nombre de la enfermedad (Figura IV.40). Los síntomas de la enfermedad se hacen visibles en estados fenológicos próximos a la madurez del cultivo.

Principales aspectos epidemiológicos: El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por temperaturas del aire entre 15 y 27°C. A medida que la temperatura aumenta, decrece el amarronamiento interno de la médula. No se ha observado desarrollo de síntomas con temperaturas mayores a 32°C. Las pérdidas son mayores cuando el clima es fresco durante el llenado de vainas y posteriormente se torna cálido y seco.



Figura IV.40. Tallos de soja partidos longitudinalmente mostrando decoloración de los elementos vasculares y médula afectados por *Phialophora gregata*.

CANCRO DEL TALLO

El cancro del tallo se convirtió en un grave problema durante la segunda mitad de la década de 1990. Si bien fue citado en la región por primera vez en 1983, su presencia fue esporádica hasta el ciclo 1996/1997 en que se presentó en la mayor parte del NOA, así como en otras regiones del país, causando pérdidas de rendimiento en cultivares

susceptibles y altamente susceptibles (Ploper *et al.*, 1997). Las condiciones ambientales en la siguiente campaña resultaron también favorables para la enfermedad, que volvió a ocasionar pérdidas de consideración. Sin embargo, el uso de cultivares resistentes resultó una práctica eficiente de control, que fue rápidamente adoptada por la totalidad de los productores. Numerosos cultivares de excelente comportamiento agronómico fueron dejados de lado por su susceptibilidad a esta enfermedad. Incluso en la actualidad, solamente se inscriben y liberan en el país cultivares con resistencia a cancro del tallo.

Agente causal: *Diaporthe phaseolorum* (Cke. & Ell.) Sacc. var. *meridionalis*.

[anamorfo: *Phomopsis phaseolorum* (Desm.) Sacc. var. *meridionalis*].

En el país también se encontró *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*, aunque solamente en la región pampeana (Pioli *et al.*, 2001). Si bien puede llegar a infectar cultivares resistentes a *D. phaseolorum* var. *meridionalis*, no ha mostrado hasta el presente similares niveles de virulencia que éste.

Síntomas y signos: Los síntomas se reconocen primeramente durante los estados reproductivos tempranos, cuando aparecen hojas cloróticas en las plantas. Las hojas muestran típicamente clorosis internerval, que luego se transforma en necrosis (Figura IV.41). En este estado, resultan visibles lesiones marrón-rojizo en la base de las ramificaciones laterales o próximas a nudos foliares en la parte inferior del tallo, usualmente en uno de los ocho primeros nudos (Figura IV.42). Las lesiones se expanden luego longitudinalmente dando lugar a canchros de color marrón oscuro a negro (Figura IV.43). Estos canchros, que son característicos de la enfermedad, cubren al comienzo solamente uno de los



Figura IV.41. Hoja de planta afectada por cancro del tallo, mostrando clorosis internerval.



Figura IV.42. Lesiones y canchros en un tallo de soja, provocadas por *Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis*.



Figura IV.43. Cancros en un tallo de soja afectada por cancro del tallo.

lados del tallo, pero pueden llegar a rodearlo completamente produciendo la muerte de toda la planta. Además, puede presentarse necrosis del meristema apical, resultando en una característica curvatura del brote terminal. En las partes centrales de los canchros, cuando se presentan condiciones de alta humedad, se observan los cuerpos fructíferos del patógeno (picnidios).

Las vainas y semillas también pueden ser colonizadas,

aunque los porcentajes de semilla afectada suelen ser muy bajos (inferiores al 2%). A pesar de ello, las semillas infectadas juegan un importante papel en la dispersión de la enfermedad.

El cancro del tallo puede ser muy destructivo, sobre todo porque provoca la muerte de plantas desde mediados de ciclo hasta la madurez, intervalo durante el cual las plantas adyacentes no pueden compensar la pérdida de las plantas infectadas. La severidad de la enfermedad varía considerablemente de año en año.

Principales aspectos epidemiológicos: El patógeno sobrevive en la semilla y en los restos de plantas enfermas. La semilla infectada contribuye a la dispersión del patógeno de campo a campo y de zona a zona. Sin embargo, en campos con antecedentes de la presencia de esta enfermedad, los restos de plantas afectadas constituyen la principal fuente de inóculo. Las esporas producidas en el rastrojo infectado son dispersadas en la primavera por el viento y el salpicado de lluvia. Por este motivo, lluvias frecuentes durante los primeros estados vegetativos del cultivo favorecen la infección de las plantas.

Una vez que se deposita la espora en la planta, el desarrollo de la enfermedad se ve favorecido ya sea por un período lluvioso prolongado o por numerosos períodos discontinuos de lluvia. Los mayores niveles de infección de cancro del tallo ocurren en suelos con pH más elevado y mayores contenidos de materia orgánica y humedad, así como en suelos con bajo contenido de potasio. Sin embargo, los daños suelen ser mayores cuando las plantas sufren estrés.

TIZÓN DE LA VAINA Y DEL TALLO Y PODREDUMBRE DE SEMILLA POR PHOMOPSIS

Estas enfermedades son consideradas endémicas en casi todas las áreas productoras de soja en el mundo, llegando a causar importantes pérdidas cuando se registran condiciones de alta humedad y temperatura en los períodos próximos a la madurez del cultivo. Los daños se traducen en disminuciones de rendimiento y deterioro de la calidad de la semilla y del grano.

Agentes causales:

a) *Diaporthe phaseolorum* (Cke. & Ell.) Sacc. var. *sojae*.
[sinónimo: *Diaporthe phaseolorum* (Cke. & Ell.) Sacc. var. *sojae* (Lehman) Wehm.].

[anamorfo: *Phomopsis sojae* Lehman].

b) *Phomopsis longicolla* Hobbs.



Figura IV.44. Fructificaciones (picnidios) de *Phomopsis* sobre el tallo, dispuestos en forma lineal.



Figura IV.45. Desarrollo de micelio de *Phomopsis* en semillas de soja infectadas.

Síntomas y signos: Tallos, peciolo, vainas y semillas pueden estar infectados sin mostrar síntomas visibles. Cuando las plantas infectadas se secan, se pueden apreciar los picnidios, que son los cuerpos fructíferos del patógeno, formando hileras en los tallos, mientras que en las vainas se encuentran dispersos (Figura IV.44). En años húmedos los picnidios se forman sobre la mayor parte de la superficie de la planta, mientras que en los años más secos la presencia de picnidios está limitada a la parte inferior de la planta, especialmente en la región de los nudos.

Una mala calidad de la semilla es el mayor daño que ocasionan estas enfermedades. Las semillas infectadas pueden no mostrar síntomas, aunque lo más frecuente es que sean arrugadas y con rajaduras (Figura IV.45). Pueden también mostrar una coloración blanquecina, sobre todo cuando hubo alta humedad en los períodos entre madurez y cosecha. Esta semilla no germina o bien lo hace con retardo, dando origen a plántulas débiles en las que se

observa "damping-off" en pre o post-emergencia. Además, la semilla infectada tiene menor peso y produce aceite de menor calidad (oscuro, rancio y con altos valores de peroxidasa).

Principales aspectos epidemiológicos: Los agentes causales de estas patologías sobreviven en la semilla y en los restos de plantas enfermas. La semilla infectada contribuye a la dispersión del patógeno a largas distancias y nuevas áreas de cultivo. En campos con antecedentes de la presencia de estas enfermedades, los restos de plantas afectadas constituyen la principal fuente local de inóculo. Los picnidios o peritecios que se forman en el rastrojo producen esporas que son dispersadas en la primavera por el viento y el salpicado de lluvia. Las esporas también pueden originarse en picnidios formados en cotiledones y peciolo caídos (ciclo secundario).

Las condiciones ambientales entre comienzos de la floración y la cosecha juegan un papel importante en los niveles de infección de vainas y semillas. Temperaturas superiores a 20°C y tiempo lluvioso, particularmente con alta humedad relativa entre R7 (madurez fisiológica) y R8 (madurez de cosecha), favorecen la infección de la semilla a partir de las paredes carpelares de la vaina. Asimismo, si se demora la cosecha se incrementa el deterioro del grano. La infección de semillas es más prevalente en las partes bajas de la planta, por su proximidad con las fuentes de inóculo.

ANTRACNOSIS

La antracnosis es una enfermedad endémica en las diferentes regiones sojeras de Argentina. La mayor intensidad de la enfermedad está atribuida a elevadas precipitaciones y temperatura. En la región del NOA se la observa con mayores valores de incidencia y severidad en la provincia de Salta.

Agente causal: *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrews & W. D. Moore.

[sinónimos: *C. dematium* (Pers: Fr.) Grove var. *truncatum* (Schw.) Arx., *C. dematium* var. *truncata* (Schw.) Arx., *C. glycines* Hori].

Colletotrichum truncatum es el patógeno más frecuentemente asociado con la antracnosis. Sin embargo, otras especies de *Colletotrichum* pueden estar involucradas, tales como *C. gloeosporioides*, *C. destructivum* y *C. graminicola*.

Síntomas y signos: Las plantas pueden ser afectadas en todos sus estadios de desarrollo, aunque los síntomas son

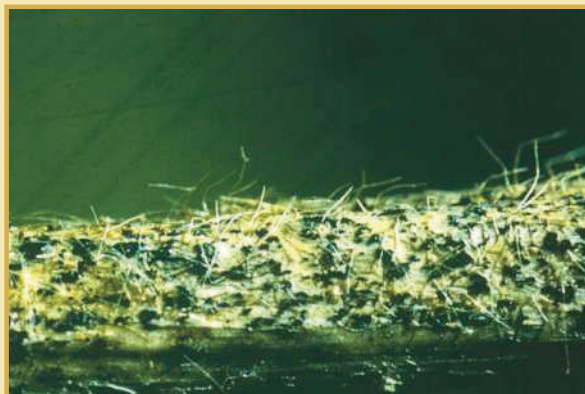


Figura IV.46. Tallo de soja infectada por *C. truncatum*; se observa el desarrollo de acérvulas de color negro.



Figura IV.47. Síntomas de antracnosis en semillas y vaina.

más evidentes al comienzo del período reproductivo ya que hasta entonces el patógeno permanece en estado de latencia. Se observan numerosas lesiones, pequeñas, elongadas y de color marrón rojizo. En los estadios reproductivos tempranos son atacados sobre todo tallos, vainas y peciolo. En el follaje aparecen síntomas luego de prolongados períodos de alta humedad, observándose necrosis de nervaduras, canchales en peciolo, enrollado de las hojas y defoliación prematura.

En estados avanzados del desarrollo de las plantas, los tejidos infectados pueden estar cubiertos con puntos negros, correspondientes a los cuerpos fructíferos del patógeno (acérvulas). En estas estructuras se pueden divisar a simple vista unos diminutos pelos (setas), que sirven para identificar a esta enfermedad (Figura IV.46).

La colonización de las vainas por *Colletotrichum* spp. puede originar aborto de vainas y disminución del número y tamaño de las semillas (Figura IV.47). Incluso plántulas originadas a partir de semillas asintomáticas pueden sufrir "damping-off" en pre y postemergencia.

Las ramas y hojas ubicadas en la parte baja de las plantas

suelen ser las más afectadas, debido a su proximidad al inóculo primario y a la producción de inóculo secundario a partir de las hojas inferiores senescentes. La enfermedad causa senescencia temprana de las plantas afectadas y, consecuentemente, disminución de rendimientos.

Principales aspectos epidemiológicos: El patógeno sobrevive en los restos de tejido afectado, en semilla infectada y en malezas y cultivos perennes.

Puede infectar a las plantas en cualquier estado de desarrollo, particularmente entre floración y llenado de vainas.

La enfermedad se ve favorecida por tiempo cálido (temperaturas superiores a 25°C) y muy húmedo (lluvias, rocío o niebla).

ENFERMEDADES DE LAS PARTES AÉREAS DE LA PLANTA (FOLLAJE, TALLO, VAINAS Y SEMILLAS)

MANCHA MARRÓN

La mancha marrón o mancha parda es una de las primeras enfermedades que se pueden visualizar en los cultivos de soja. Sin embargo, constituye también una de las principales "enfermedades de fin de ciclo" (Ploper *et al.*, 2001a). Bajo esta denominación se agrupan a enfermedades fúngicas que se manifiestan en tallos, hojas, vainas y semillas durante los estados reproductivos intermedios y avanzados de la soja. Provocan un anticipo en la maduración de las plantas y disminuciones en rendimiento y/o calidad de la semilla producida. A partir de la campaña 1998/1999, y a partir de los resultados de ensayos de fungicidas aplicados al follaje, se empezó a dimensionar en el NOA la magnitud de las pérdidas que causaban este grupo de enfermedades.

Agente causal: *Septoria glycines* Hemmi.

[teleomorfo: *Mycosphaerella uspenskajae* Mashk & Tomil].

Síntomas: La enfermedad se manifiesta primero en plántulas, durante las semanas iniciales del cultivo, y luego se torna nuevamente conspicua en estados próximos a la madurez.

Los primeros síntomas se pueden observar en cotiledones, hojas primarias y hojas trifoliadas del tercio inferior de la planta. Las lesiones aparecen como manchas irregulares de color marrón oscuro y de tamaño y forma variables, las cuales pueden hacerse coalescentes formando áreas más grandes (Figura IV.48). Las hojas infectadas se tornan

rápidamente amarillas y caen prematuramente. La infección progresa en sentido acrópeto y, bajo condiciones ambientales favorables, puede causar una importante defoliación en la mitad inferior de la planta.

Los síntomas se hacen más notorios a medida que el cultivo se aproxima a su madurez (Figura IV.49). Las lesiones en las hojas maduras le dan a éstas una coloración rojiza, provocando su caída prematura. Este daño por lo general pasa inadvertido al ser confundido con la senescencia normal del cultivo. Tallos, vainas y semillas también pueden resultar afectados.

Principales aspectos epidemiológicos: El inóculo primario proviene de la semilla infectada o de residuos de plantas infectadas de la temporada anterior. El viento y el salpicado de lluvia distribuyen las esporas del hongo a partir de las lesiones primarias presentes en cotiledones u hojas primarias.

El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por tiempo cálido y húmedo. Asimismo, la enfermedad es más severa en campos bajos, con acumulación de agua, o después de períodos de lluvias intensas.



Figura IV.48. Mancha marrón en hojas unifoliadas.



Figura IV.49. Síntomas de mancha marrón en hojas de planta adulta.

MILDIU

El mildiu fue una de las primeras enfermedades en ser detectadas en cultivos de soja del NOA. Si bien hasta el presente no llegó a alcanzar niveles preocupantes, se viene observando un gradual incremento en los mismos desde finales de la década de 1990.

Agente causal: *Peronospora manshurica* (Naum.) Syd: Gäum.

Síntomas y signos: El mildiu se manifiesta al comienzo como manchas de color verde pálido a amarillo en el haz de las hojas (Figura IV.50). Estas lesiones se agrandan, tornándose de color amarillo brillante de forma y tamaño irregulares, las que luego toman una coloración marrón-grisácea a marrón. En el envés de las hojas, cuando se registran condiciones de alta humedad, las lesiones se cubren con una masa de color grisáceo, formada por fructificaciones del hongo (Figura IV.51). Las plantas pueden sufrir defoliación prematura durante infecciones severas.



Figura IV.50. Síntomas iniciales de mildiu, manchas verde pálido a amarillo en el haz de las hojas.



Figura IV.51. Fructificaciones de *P. manshurica* en el envés de las hojas.

Principales aspectos epidemiológicos: El hongo sobrevive como oospora en hojas y semillas infectadas. Plantas derivadas de semilla infectada pueden mostrar infección sistémica. Temperaturas moderadas (20 a 22°C) y alta humedad relativa favorecen el desarrollo de la enfermedad.

MANCHA ANILLADA

La mancha anillada es considerada endémica en todas las regiones sojeras del país. En el NOA fue detectada en 1990. En esta región suele presentarse en todas las campañas con valores bajos de severidad, aunque desde finales de la década de 1990 se viene registrando un creciente aumento en los niveles de infección, especialmente hacia finales del ciclo de cultivo.

Agente causal: *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei.

Síntomas: En los estados reproductivos se desarrollan en las hojas lesiones circulares a irregulares, de color marrón-rojizo. Un halo de color amarillo a verde-grisáceo rodea a menudo la mancha (Figura IV.52). Las lesiones luego se tornan zonadas, de lo cual deriva el nombre común de mancha anillada o de "blanco de tiro". Las hojas severamente infectadas pueden caerse prematuramente. En las vainas se desarrollan pequeñas lesiones circulares de color marrón oscuro (Figura IV.53). Bajo condiciones extremas de alta humedad, las semillas dentro de vainas infectadas pueden ser colonizadas y decoloradas.

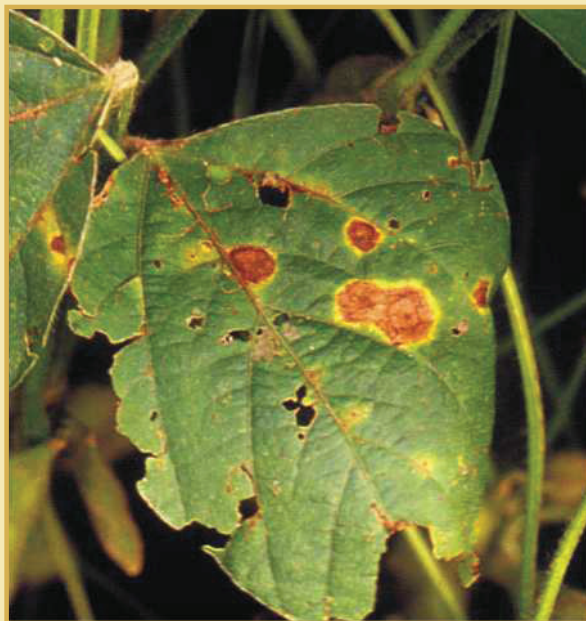


Figura IV.52. Síntomas característicos de mancha anillada en hoja de soja.

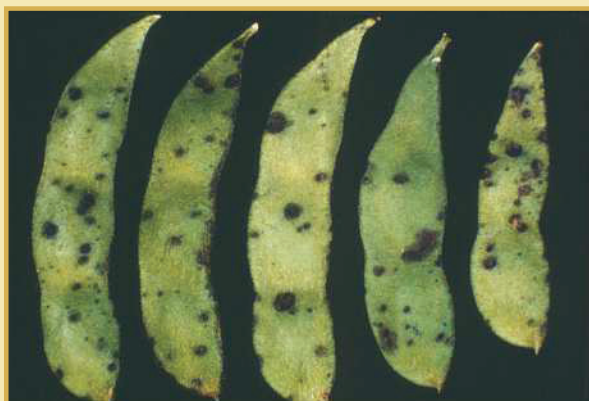


Figura IV.53. Lesiones en vainas causadas por *Corynespora cassiicola*.

El patógeno también puede afectar las raíces principales y secundarias, las que muestran una coloración marrón-rojiza a violácea. Por lo general causa poco daño económico.

Principales aspectos epidemiológicos: El patógeno sobrevive en los restos de plantas infectadas, en las semillas y en el suelo. El agente causal es un hongo polífago que infecta numerosas especies cultivadas y malezas.

Alta humedad relativa favorece el desarrollo de la enfermedad.

MANCHA OJO DE RANA

La mancha ojo de rana fue determinada por primera vez en Tucumán durante la campaña 1997/1998 (Ploper *et al.*, 1999b). En el ciclo 1999/2000 se registró una severa epifitía en esta provincia, llegando a causar pérdidas de rendimiento de hasta 48% en variedades altamente susceptibles ubicadas en las localidades más afectadas (Ploper *et al.*, 2000 y 2001b). Al igual que en el caso de la epifitía de cancro del tallo, la solución a este problema llegó también a través de la resistencia varietal; aunque en este caso se continuaron utilizando cultivares susceptibles pero de maduración temprana y en zonas sin antecedentes de la enfermedad. Desde entonces no se presentó otra epifitía de mancha ojo de rana, aunque en la campaña 2002/2003 se registraron niveles altos no solamente en algunas localidades del NOA (especialmente al sur de Tucumán) sino también en la zona centro del país (Córdoba).

Agente causal: *Cercospora sojina* Hara.
[sinónimo: *C. daizu* Miura].

C. sojina es un patógeno altamente variable. En los EE.UU.

se han descrito 5 razas fisiológicas, aunque hay evidencia de que existen por lo menos 44. De las 5 razas descritas, se dispone en la actualidad solamente de cultivos de las razas 2 y 5. En Brasil se han identificado 22 razas y en China 14. Debido a que en diferentes sitios se han utilizado grupos diferentes de hospedantes diferenciales para caracterizar a las razas, los resultados obtenidos en estos países no son comparables.

Síntomas y signos: La mancha ojo de rana afecta fundamentalmente al follaje, aunque también puede infectar tallos, vainas y semillas. Los primeros síntomas suelen observarse próximos a la floración del cultivo.

Los síntomas en el follaje se caracterizan por lesiones circulares a angulares, que varían en color, desde marrón-rojizo en las lesiones más pequeñas (1 a 2 mm) a marrón oscuro o claro en las lesiones más grandes (3 a 5 mm), las que están rodeadas de un borde marrón-rojizo (Figura IV.54). En la cara inferior de las hojas, sobre el centro de las lesiones, se suelen observar puntos grises a negros constituidos por la masa de esporas del hongo. Las lesiones pueden coalescer formando lesiones grandes e irregulares. Cuando hay ataques severos, las hojas se tornan amarillentas o marrones y caen prematuramente (Figura IV.55).

En los tallos los síntomas aparecen al final del ciclo del cultivo, pudiendo ser confundidos con los ocasionados por otros patógenos. Las lesiones son alargadas y ligeramente deprimidas, al comienzo de color rojizo rodeadas de un borde marrón oscuro a negro (Figura IV.56). A medida que el cultivo va madurando, las lesiones toman una coloración marrón y finalmente gris pálido. Estas lesiones pueden tomar una apariencia negra debido a la presencia de estructuras reproductivas del patógeno.

Los síntomas en vainas suelen aparecer hacia el final del período de llenado de granos. Inicialmente se observan lesiones circulares a oblongas, ligeramente deprimidas y de color marrón-rojizo. El tamaño varía desde pequeñas puntuaciones a manchas de 3 a 5 mm de diámetro. Las lesiones más viejas suelen presentar una coloración marrón a gris claro, rodeadas de un borde marrón oscuro. Las semillas infectadas presentan rajaduras y manchas de color gris claro a oscuro o marrón, que varían en tamaño desde pequeños puntos a áreas que cubren totalmente el tegumento. Solamente las semillas muy afectadas no germinan.

Principales aspectos epidemiológicos: El hongo sobrevive durante el invierno en la semilla y en el rastrojo infectado. La introducción del hongo en áreas o campos libres de la



Figura IV.54. Lesiones marrón claro rodeadas por bordes rojizos, causadas por *C. soja* en hojas de soja.



Figura IV.55. Cultivo severamente afectado por mancha ojo de rana, se observa color marrón amarillento y fuerte defoliación.



Figura IV.56. Síntomas de mancha ojo de rana en tallos y vainas.

enfermedad se produce principalmente a través del uso de semilla infectada. Esta semilla puede no germinar o, si lo hace, da origen a plántulas débiles. Durante la germinación el hongo esporula en el tegumento que emerge colgado de los cotiledones o bien en las lesiones de los cotiledones. Los conidios producidos son diseminados a plantas sanas y también a cortas distancias por el viento y el salpicado de lluvias.

Bajo condiciones favorables, las lesiones se manifiestan entre 10 a 12 días de la infección y pueden producir conidios 1 a 2 días después. Los sucesivos ciclos de infecciones secundarias durante la temporada afectan hojas jóvenes, tallos y vainas.

El desarrollo de esta enfermedad se ve favorecido por tiempo cálido y húmedo, en especial temperaturas nocturnas por arriba de 20°C, lluvias abundantes y formación de rocío. Cuando persisten estas condiciones por períodos prolongados, las hojas se van infectando a medida que se forman, pudiendo llegar al extremo de que las plantas presenten todas las hojas afectadas.

Una vez introducido el patógeno en un área, el rastrojo infectado constituye la principal fuente de inóculo primario. Cuando este rastrojo queda en superficie, el inóculo queda más disponible para iniciar las infecciones primarias durante la campaña siguiente.

OÍDIO

El oídio fue detectado por primera vez en soja en nuestro país en la campaña 1997/1998. En Brasil causó una epifita de importancia en el ciclo 1996/1997, mientras que en otros países se lo cita también como una enfermedad de consideración. En el NOA aparece tardíamente en el ciclo del cultivo, no llegando a causar pérdidas de rendimiento. Es la enfermedad más común que se observa tanto en plantas guachas como en siembras de primavera.

Agente causal: *Microsphaera diffusa* Cke. & Pk.

Síntomas y signos: La enfermedad se manifiesta mediante una eflorescencia blanquecina sobre la cara superior de las hojas (Figura IV.57); también sobre peciolo, tallos y vainas.



Figura IV.57. Síntomas foliares de oídio.

En algunos casos se observa que las lesiones necróticas llegan a cubrir la superficie total de las partes infectadas de la planta.

Principales aspectos epidemiológicos: Las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo del oídio son temperaturas frescas (18 a 24°C), mientras que a temperaturas de 30°C la enfermedad se detiene. Esto explica que la enfermedad se presente usualmente recién en las últimas etapas del cultivo, así como durante el invierno en plantas de soja originadas de semillas que quedaron en el campo luego de la cosecha. No se conoce con exactitud como sobrevive el patógeno durante el invierno. Se cree que lo hace como cleistotecio, fructificación sexual del hongo, de donde se liberan las ascosporas que actuarían como inóculo primario. Es posible que existan hospedantes alternativos, y en este caso los conidios de origen asexual constituirían el inóculo primario. Lo que sí está documentado es que los conidios son los responsables de los numerosos ciclos de infección que ocurren durante el período del cultivo.

ROYA ASIÁTICA

La roya "asiática" de la soja, una de las enfermedades más destructivas de este cultivo, fue detectada por primera vez en el NOA hacia finales de la campaña 2003/2004. La enfermedad apareció en la localidad de La Cruz, departamento Burruyacu, Tucumán, el 21 de abril de 2004, apenas 5 días después de que fuera encontrada en Santiago del Estero y Chaco (Ploper *et al.*, 2004). En las

siguientes semanas su presencia fue confirmada en la mayor parte de la región, desde el sudeste de Catamarca al norte de Salta, aunque no se observaron disminuciones de rendimiento debido a su aparición tardía. Merece señalarse que la mayor parte del norte argentino había sufrido un marcado déficit de precipitaciones en los meses de febrero y marzo de 2004, acompañado por temperaturas muy por encima del promedio y que en abril, en cambio, se habían registrado precipitaciones superiores a los valores normales.

En la campaña 2004/2005, si bien hubo algunas detecciones a mediados de febrero en el norte de Salta, en la mayor parte del NOA volvió a aparecer en forma tardía. También en esta campaña hubo condiciones adversas para el desarrollo del cultivo durante los meses de enero y febrero.

Agente causal: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow.

Síntomas y signos: Los síntomas iniciales se observan en las hojas inferiores de plantas próximas a o en floración. Primero se aprecia una decoloración amarilla en el haz de las hojas inferiores. A medida que la infección avanza, las hojas se tornan amarillentas y las lesiones se manifiestan como pústulas pequeñas de color marrón (Figura IV.58).

Los síntomas más característicos son lesiones de color marrón-amarillento a marrón-rojizo u oscuro, donde se forman los urediniosoros, que son globosos y sobresalientes (Figura IV.59). A través del poro central del urediniosoro son exudadas las urediniosporas, formando una masa de esporas sobre y alrededor del urediniosoro (Figura IV.60). Las lesiones se presentan en hojas y eventualmente en peciolo, tallos y vainas. Sin embargo, son más abundantes en las hojas, sobre todo en el envés (Figura IV.61).

Se mencionan dos tipos de lesiones:

- lesiones marrón-rojizas o RB, consisten en grandes áreas necróticas de color marrón rojizo sin o con pocos urediniosoros (Figura IV.62).
- lesiones marrón-amarillentas o TAN, son pequeñas pústulas, que cuando maduran muestran masas de urediniosporas (Figura IV.63).

Principales aspectos epidemiológicos: El patógeno sobrevive en plantas guachas de soja o en hospedantes alternativos. Se han citado 31 especies en 17 géneros de leguminosas que son hospedantes de *P. pachyrhizi* en la naturaleza, mientras que 60 especies en otros 26 géneros resultaron infectadas cuando el hongo fue inoculado bajo condiciones controladas. Entre los hospedantes alternativos se pueden mencionar a los siguientes: kudzu



Figura IV.58. Roya de la soja, hoja amarillenta mostrando pústulas pequeñas de color marrón.



Figura IV.61. Roya de la soja, lesiones en el envés.



Figura IV.59. Roya de la soja, urediniosoros en el envés de la hoja.



Figura IV.62. Roya de la soja, lesiones RB (marrón-rojizas).

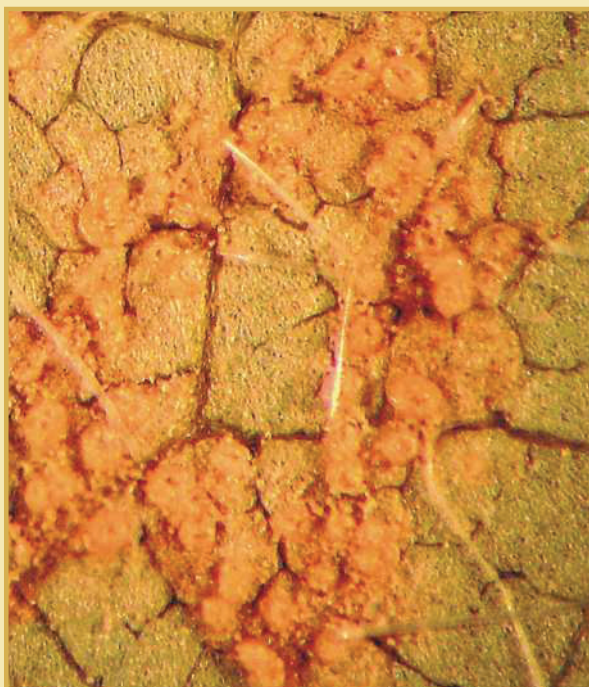


Figura IV.60. Roya de la soja, masa de urediniosporas alrededor de urediniosoros.

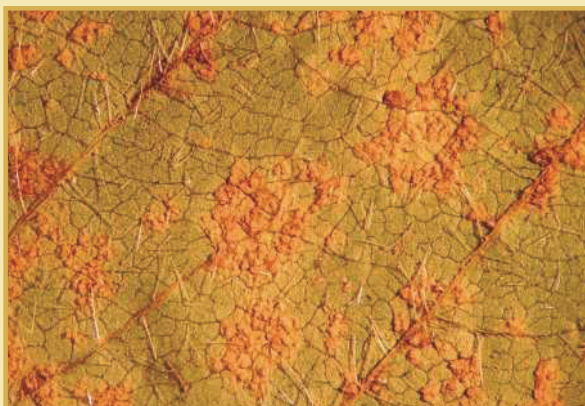


Figura IV.63. Roya de la soja, lesiones TAN (marrón-amarillentas).

(*Pueraria lobata*), trebol (*Melilotus* spp.), lupino (*Lupinus hirsutus*), poroto (*Phaseolus vulgaris*), caupi (*Vigna unguiculata*). También han sido citadas como hospedantes diversas otras especies en los géneros *Cajanus*, *Crotalaria*, *Dolichos*, *Lablab*, *Medicago*, *Pachyrhizus*, *Rhynchosia* y *Vicia*.

Las urediniosporas, que pueden sobrevivir hasta 50 días, son fácilmente dispersadas por el viento.

Esta característica posibilita que la enfermedad pueda ser diseminada a grandes distancias.

Otra característica importante a considerar es que se trata de un patógeno policíclico, es decir que durante el ciclo del cultivo se producen varias generaciones del patógeno. Si a esto se le suma el hecho de que cada uredinosoro produce numerosas urediniosporas, resulta evidente que la enfermedad puede llegar a desarrollarse muy rápidamente si se presentan condiciones ambientales favorables. Además, el patógeno penetra en forma directa a través de la cutícula y la epidermis del hospedante, lo que hace que la infección sea más rápida y fácil que si fuera por estomas. La germinación de esporas ocurre con un mínimo de 6 h de rocío y temperaturas entre 8 y 36°C, con un óptimo entre 16 y 24°C. La infección ocurre también con un mínimo de 6 h de rocío y temperaturas entre 11 y 28°C, con un óptimo entre 19 y 24°C. Con temperaturas de 22 a 27°C, los urediniosoros maduran 6 a 7 días después de la infección.

Con condiciones favorables, tiempo fresco y húmedo, es posible progresar desde una infección inicial a una de 90% en 3 semanas. El nivel de pérdidas dependerá del momento de ocurrencia de la enfermedad y del progreso de la epifitía. Lógicamente, con temperaturas altas y tiempo seco, el progreso de la enfermedad se vuelve más lento.

TIZÓN DE LA HOJA Y MANCHA PÚRPURA DE LA SEMILLA

Esta enfermedad se encuentra distribuida en toda el área sojera de Argentina. La fase foliar, conocida como tizón de la hoja, está incluida dentro del complejo de "enfermedades de fin de ciclo", que en el NOA llega a causar pérdidas de alrededor de 30% (Ploper, 1999a). La enfermedad también afecta el valor comercial del grano. Asimismo, puede disminuir el poder germinativo de la semilla.

La incidencia de la enfermedad varía de acuerdo a las condiciones ambientales de cada campaña. Es más importante en cultivos de maduración temprana y en siembras tempranas.

Agente causal: *Cercospora kikuchii* (T. Matsu. & Tomoyasu) Gardner.

Síntomas: Los síntomas son primeramente observados al comienzo de la formación de vainas. Las hojas superiores toman una coloración violácea con pequeñas motas marrones que coalescen formando grandes áreas



Figura IV.64. Síntoma de tizón de la hoja causado por *C. kikuchii*.



Figura IV.65. Mancha púrpura de la semilla causada por *C. kikuchii*.

necróticas en hojas amarillentas (Figura IV.64). Dichas hojas pueden caerse prematuramente. En los tallos se desarrollan lesiones hundidas de color marrón-púrpura. En las vainas se desarrollan también lesiones similares, lo que resulta en grandes áreas necróticas.

El mejor síntoma diagnóstico es una decoloración rosada a púrpura oscura de la semilla (Figura IV.65). Estas manchas son pequeñas o pueden cubrir la semilla entera. Frecuentemente se observa un agrietado en la capa exterior de la semilla púrpura. Semillas asintomáticas también pueden ser portadoras del patógeno. La enfermedad puede disminuir el poder germinativo de la semilla (hasta un 30% en pruebas de laboratorio).

Principales aspectos epidemiológicos: El hongo sobrevive en la semilla y en los restos de plantas afectadas.

La infección ocurre durante la floración. Las esporas son diseminadas por el viento y el salpicado de lluvia. El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por temperaturas de 28 a 30°C y alta humedad.

MANCHA FOLIAR POR ALTERNARIA

La mancha foliar por *Alternaria* a veces aparece en las plántulas pero, en general, es una enfermedad que aparece en los estados reproductivos del cultivo. En la región del NOA se la observa en forma esporádica, sin causar daños económicos.

Agente causal: *Alternaria* sp.

Síntomas: Esta es una enfermedad de final de ciclo. En hojas dañadas o próximas a madurez se desarrollan lesiones necróticas de color marrón con anillos concéntricos (Figura IV.66). Las lesiones pueden confluir hasta cubrir grandes áreas de la superficie foliar. Las hojas infectadas se secan y caen prematuramente. Las infecciones en vaina y semilla pueden incrementarse demorando la cosecha.

Principales aspectos epidemiológicos: Existen pocos estudios con respecto a los factores que determinan la incidencia y la severidad de las manchas causadas por *Alternaria*.

El hongo es considerado generalmente un parásito débil que ataca a las plantas demasiado tarde en la estación como para causar daños de significación.



Figura IV.66. Lesiones concéntricas en hoja de soja, causadas por *Alternaria* sp.

MANCHA FOLIAR ZONADA

Esta enfermedad fue detectada por primera vez en el sur de la provincia de Tucumán durante la campaña 1991/1992



Figura IV.67. Mancha foliar zonada en hojas de soja.

(Díaz *et al.*, 1993). En las campañas agrícolas siguientes estuvo presente en el este de la provincia (departamento Cruz Alta). Es una enfermedad de ocurrencia esporádica; sin embargo, su presencia en las últimas campañas la torna como una enfermedad emergente en la producción de la soja.

Agente causal: *Gonatophragmium mori* (Sawada) Deighton.

Síntomas: Los síntomas aparecen en los estadios reproductivos (R5-R6). Se inician como pequeñas manchas redondas de color castaño claro. La lesión avanza formando anillos concéntricos de tonalidades verde oliváceas a castaños, con el centro castaño claro (Figura IV.67). Si las condiciones ambientales persisten, como alta humedad y temperaturas moderadas, estas lesiones abarcan grandes áreas foliares. Los síntomas avanzan desde el estrato inferior al superior de la canopia de la soja. El hongo se caracteriza por presentar conidios y conidióforos libres y oscuros. Se manifiestan en la cara inferior de la hoja como un fieltro blanco-grisáceo.

Principales aspectos epidemiológicos: Se desconoce la epidemiología de esta enfermedad. Observaciones preliminares indican que se ve favorecida por sistemas de labranza conservacionista y la ocurrencia de lluvias, elevada humedad y temperaturas moderadas.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

TIZÓN BACTERIANO

Dentro de las enfermedades bacterianas, es la más común en el cultivo de soja. Se la observa desde el inicio del cultivo, alcanzando mayores niveles de severidad en la fase que antecede a la floración. Puede causar disminución del área foliar cuando su presencia coincide con el ataque de



Figura IV.68. Tizón bacteriano, causado por *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*.

orugas y de otros insectos cortadores.

Agente causal: *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* Coerper.

Síntomas y signos: En las hojas aparecen lesiones pequeñas, angulares, húmedas, rodeadas de un halo de color verde amarillento. Las lesiones se secan rápidamente, tornándose marrones o negras, rodeadas por márgenes húmedos, bordeados por halos cloróticos (Figura IV.68). Las lesiones pueden hacerse coalescentes, formando áreas marrones o negras dentro de áreas mayores de color amarillo clorótico. Los centros de las lesiones más viejas pueden caerse, dando a estas hojas una apariencia desgarrada.

Principales aspectos epidemiológicos: El clima fresco (20 a 26°C) y la ocurrencia de lluvias con fuertes vientos favorecen el desarrollo de la enfermedad. El ancho del halo está directamente ligado a la temperatura ambiente.

PÚSTULA BACTERIANA

Se la observa durante los estados vegetativos y reproductivos del cultivo. Se la detecta con más frecuencia en las regiones del NOA y NEA del país (Vallone, 1999). Los valores de severidad fluctúan en las distintas campañas, pero en general no se la considera una enfermedad que produzca daños económicos.

Agente causal: *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (Nakano) Dye.

Síntomas y signos: Esta enfermedad es típica de hojas, pero puede también atacar otros órganos como peciolo, tallos y vainas, aunque con síntomas menos evidentes.

Se inician como pequeñas manchas foliares de color verde amarillento con centro elevado de color castaño. Dichas pústulas se forman generalmente en la cara inferior de la



Figura IV.69. Lesiones coalescentes causadas por *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* (a) y detalle de pústulas en las lesiones (b).

hoja, pudiendo ser observadas también en la cara superior. En ataques intensos las manchas irregulares y castañas pueden coalescer, ocasionando un desgarramiento de los tejidos, ayudado por la acción del viento. Los síntomas algunas veces son similares a los causados por el tizón bacteriano, sin embargo, las manchas no presentan aspecto húmedo (Figura IV.69).

Principales aspectos epidemiológicos: La bacteria penetra a través de aberturas naturales y heridas. La ocurrencia de lluvias, elevada humedad y altas temperaturas favorecen las infecciones secundarias.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

MOSAICO DE LA SOJA

El mosaico de la soja o "mosaico común" es la enfermedad viral más importante del cultivo. Debido a su capacidad de transmitirse por semilla está presente en todas las áreas cultivadas del mundo. Su agente causal, el virus del mosaico de la soja (*Soybean mosaic virus* o SMV), fue detectado por primera vez en el país en 1979 en el área



Figura IV.70. Mancha tipo "montura" en semillas de soja con hilo negro y marrón, síntoma típico de SMV.

central, y posteriormente en otras zonas de producción, entre ellas el NOA.

En un estudio de prospección de enfermedades virales efectuado en la campaña 2003/2004, sobre 18 lotes evaluados en las provincias de Tucumán y Salta, se registró la presencia de SMV en sólo 2 lotes.

Agente causal: *Soybean mosaic virus* (SMV).

Síntomas: Los síntomas en las hojas son variables, desde pequeños y a veces imperceptibles puntos cloróticos, pasando por áreas cloróticas y mosaico suave, hasta un mosaico marcado, aclaramiento de nervaduras, disminución del tamaño y deformación de folíolos y ampollamiento de la lámina foliar. También se produce acortamiento de entrenudos y, en caso de infección con razas severas del virus, áreas necróticas en tallos y pecíolos. Las vainas formadas en plantas infectadas pueden ser más pequeñas y deformadas, con menor producción de semillas o vanas. Las semillas producidas en plantas infectadas pueden presentar o no diversos tipos de manchado, que van desde un "moteado", diseños o anillos

concéntricos y la mancha tipo "montura", siendo esta última la más común (Figura IV.70). Si el moteado ocurre, tiene el mismo color que el hilo de la semilla.

Principales aspectos epidemiológicos: Este virus se transmite en la naturaleza por áfidos y por semilla. La transmisión por áfidos es del tipo "no persistente" y pueden transmitirlo alrededor de 34 especies de áfidos. La transmisión por semilla es muy importante para la dispersión de esta enfermedad, ya que es la única forma que el virus persiste de un año al otro, pudiendo permanecer infectivo en la semilla por dos años. El porcentaje de transmisión por semilla depende de la raza del virus, el genotipo, el momento de infección, y las condiciones ambientales.

NECROSIS DEL BROTE

En la campaña 1993/1994 se detectó en lotes de soja de los Departamentos Rosario de la Frontera y Anta de la Provincia de Salta, la presencia del virus de la estria del tabaco, conocido también como virus de la necrosis del brote (*Tobacco streak virus*). Muestreos en lotes de producción de las provincias de Salta y Tucumán durante la siguiente campaña revelaron que los valores de frecuencia fluctuaron entre 0 y 7%, con registros positivos en ambas provincias (Laguna y Ploper, 1995).

Agente causal: *Tobacco streak virus* (TSV).

Síntomas: Los síntomas son visibles desde los 20-30 días de la emergencia, observándose un bronceado de las hojas jóvenes y curvamiento de brotes terminales (Costa *et al.*, 1955). Las plantas que sobreviven exhiben un severo acortamiento de entrenudos, proliferación anormal de brotes, disminución del tamaño de los folíolos, deformación y clorosis en la lámina foliar, curvamiento y necrosis de brotes y disminución del crecimiento total (Figura IV.71). Hay escasa producción de vainas y las semillas son más pequeñas, manchadas y opacas en apariencia.

Principales aspectos epidemiológicos: El virus se transmite por trips y por semilla. Se ha comprobado la capacidad transmisora de *Thrips tabaci* y *Frankliniella occidentalis*; asociándose también la presencia del virus con *Caliothrips brasiliensis*. En la dispersión de la virosis interviene una maleza, *Ambrosia polystachia*, que constituye un reservorio del virus y de sus vectores. El TSV tiene un amplio rango de hospedantes, entre los que se incluyen los siguientes: algodón, arveja, espárrago, girasol, maní, papa, tabaco, tomate, rosa y vid.



Figura IV.71. Planta de soja deformada y con detención del crecimiento, causado por TSV.

Las mayores pérdidas ocurren en infecciones tempranas. En Brasil se han reportado pérdidas de hasta 100% cuando las plantas son infectadas entre los 15 y 25 días después de la siembra.

La transmisión por semilla depende de la virulencia de la raza del virus, de la susceptibilidad del genotipo y del momento de la infección. El virus permanece en el embrión y en la cobertura de la semilla.

GEMINIVIRUS (VIROSIS DEL NOA)

La enfermedad viral más importante del NOA, detectada por primera vez en Salta en 1987, es causada por un virus (geminivirus) perteneciente al género *Begomovirus* de la familia Geminiviridae. Durante la década de 1990 la enfermedad se expandió gradualmente a otras provincias de esta región (Catamarca, Santiago del Estero y Tucumán) e incluso a provincias del noreste del país, como Chaco. Su incidencia en los lotes de soja suele ser baja, aunque algunos lotes mostraron hasta un 78% de plantas infectadas. El agente causal fue determinado por medio de técnicas moleculares y microscopía electrónica (Rodríguez Pardina *et al.*, 1998).

Agente causal: Geminivirus (del grupo III, aunque su caracterización definitiva aún no ha sido completada).

El geminivirus causal de esta enfermedad corresponde al grupo III, al que pertenece el *Bean golden mosaic virus* (BGMV), uno de los más importantes patógenos virales del

poroto en América Latina, particularmente Argentina, Brasil, Centroamérica y la región del Caribe.

Síntomas: En las hojas se produce una típica distorsión de la lámina foliar, arrugamiento, ampollado, mosaico suave y, en algunos casos, mosaico severo con marcadas áreas cloróticas, aclaramiento de nervaduras, hojas coriáceas y disminución del tamaño de los folíolos (Figura IV.72). Es notable una marcada clorosis de los tallos y pecíolos en la porción superior de las plantas. Se observa también acortamiento de los entrenudos, achaparramiento y disminución del número de vainas, así como del número y tamaño de los granos.

Principales aspectos epidemiológicos: El virus se transmite por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) pero no por la semilla. Numerosas malezas pueden constituir reservorios de este patógeno.



Figura IV.72. Hojas de soja mostrando ampollado, deformación y leve mosaico, causado por geminivirus.

CUCUMOVIRUS

El *Cucumber mosaic virus* (CMV) es uno de los 6 virus de plantas más importantes en el mundo. Infecta naturalmente a 400 especies de plantas herbáceas y leñosas, y artificialmente a 800 especies.

Durante la campaña 2000/2001 se encontró este virus afectando cultivos de soja en Salta. Se llevaron a cabo diversos estudios para su identificación, incluyendo transmisión mecánica y por injerto, serología y microscopía electrónica (Herrera *et al.*, 2001).

Agente causal: *Cucumber mosaic virus* (CMV).

Síntomas: Su síntoma más común es el mosaico, pero también puede llegar a observarse enanismo, clorosis distribuida en forma de parches, leve ampollado de hojas y deformaciones foliares.

Principales aspectos epidemiológicos: Se transmite por numerosas especies de áfidos (de manera no persistente) y también por semillas. Son numerosas las especies de malezas que pueden actuar como reservorios (Crescenzi *et al.*, 1993).

Se ha mencionado la transmisión por semilla de soja en porcentajes variables entre 40 y 100% (Hartman *et al.*, 1999).

ENFERMEDADES NO INFECCIOSAS

CANCRO POR CALOR

Síntomas: Presencia de canchales y posterior estrangulamiento del hipocótilo a nivel de la línea del suelo causada por temperatura del aire cercanas a 35°C cuando ocurre la emergencia de la plántula (con temperatura en la superficie del suelo cercana a los 60°C). La planta puede seguir creciendo un par de días después de la aparición de los síntomas pero finalmente muere.

DAÑO POR EL SOL

Síntomas: Pequeñas manchas internervales rojizas en ambas caras de las hojas. En casos severos la coloración se dispersa sobre y a lo largo de las nervaduras y también de los peciolo.

DAÑO AMBIENTAL

Síntomas: Se manifiesta con lesiones circulares muy pequeñas (de 1 mm de diámetro) en el follaje, particularmente en la canopia superior (Figura IV.73). Estas lesiones aparecen generalmente cuando el cultivo se encuentra en los primeros estadios reproductivos, posterior a la ocurrencia de lluvias. Las lesiones no evolucionan en tamaño, aunque cuando la sintomatología es severa se aprecian perforaciones en las hojas.

DAÑO POR GRANIZO

Síntomas: Manchas en forma de canchales sobre el tallo ubicados del lado de los vientos predominantes durante la tormenta que produjo el granizo.

DAÑO POR LA ACCIÓN DE RAYOS

Síntomas: Manchones de plantas muertas, de hasta 15 m



Figura IV.73. Hoja con síntomas de daño ambiental.

de diámetro y de origen inexplicable, pueden ser indicativos de daño por rayos que acompañan a tormentas eléctricas. Todas las plantas, incluidas las malezas, quedan muertas en el centro del manchón. Una indicación segura del daño por rayo es el área restringida en donde se encuentran los síntomas.

MANCHA DIFUSA

Síntomas: Se observan manchas cloróticas internervales, principalmente en el tercio medio de las plantas y en algunos cultivares comerciales. Se observaron en Entre Ríos, Santa Fe y Tucumán.

FITOTOXICIDAD POR HERBICIDAS

HERBICIDAS QUE REGULAN EL CRECIMIENTO

A este grupo se los denomina auxínicos u hormonales, pues su acción es al nivel de división, diferenciación y elongación de las células vegetales. Integran este grupo los fenoxiderivados: 2,4-D; 2,4-DB; derivados del ácido benzoico y derivados del ácido picolínico.

Síntomas: Los síntomas se observan en los tejidos nuevos, siendo más notables en las hojas recién expandidas y en los tallos en crecimiento.

El daño de herbicida más frecuentemente observado es el causado por 2,4-D, que produce deformaciones de las hojas nuevas, causando la típica "hoja cuchara".

HERBICIDAS QUE INHIBEN LA BIOSÍNTESIS DE AMINOÁCIDOS

Este grupo de herbicidas inhibe la biosíntesis de aminoácidos en los vegetales. Aquí se incluyen los

siguientes herbicidas: derivados de los aminoácidos, inhibidores de la acetolactato sintetasa y derivados del ácido fosfínico.

Síntomas: El glifosato pertenece a este grupo y su acción es relativamente lenta. Los síntomas visuales aparecen sobre el follaje entre 3 y 8 días luego de la aplicación. Inicialmente se produce la detención del crecimiento, marchitez y clorosis. En algunas especies, el follaje se torna de color rojizo.

HERBICIDAS QUE INHIBEN LA ACETOLACTATO SINTETASA

Estos herbicidas son potentes inhibidores del crecimiento vegetal. En este grupo se incluye a las sulfonilureas, imidazolinonas y triazopirimidinas.

Síntomas: La inhibición del crecimiento es rápida, afectando los meristemas de raíces y tallos. Se observan nervaduras rojizas por efecto de las imidazolinonas, y clorosis marginal y nervaduras rojizas por efecto de las sulfonilureas.

HERBICIDAS QUE INHIBEN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS

Trifluralina, dinitroanilinas, etc.

Síntomas: Plantas enanas y raíces cortas y gruesas por residuos o aplicación deficiente y deformación de cotiledones por trifluralina.

Otros daños que se pueden observar son de residuos de atrazina aplicada en preemergencia y también daños por metribuzin y bentazón.

PROGRAMA INTEGRADO DE MANEJO DE ENFERMEDADES

Para la prevención y control de las enfermedades de soja se encuentran disponibles diversos métodos culturales, biológicos y químicos. Una reducción a largo plazo del daño ocasionado por ellas implica la adopción de programas integrados de manejo, que consisten en aplicar todas las medidas disponibles para el control de una enfermedad, considerando la sustentabilidad del agroecosistema. Programas de esta índole procuran disminuir la cantidad de inóculo disponible para el inicio de epidemias y alterar las condiciones favorables para el desarrollo de las enfermedades.

Para algunas enfermedades, la adopción de un solo

método ha probado ser suficiente, como el caso del uso de variedades resistentes que posibilitó superar totalmente los problemas ocasionados por el cancro del tallo. En otros casos, para lograr un manejo eficiente se requiere la integración de diversos métodos, como resistencia genética, control químico y prácticas culturales, que, además, sean compatibles con otras prácticas agronómicas y sanitarias y sobre todo con el manejo económico del cultivo.

Entre las prácticas culturales se incluyen las siguientes: rotación de cultivos, labranzas, control de malezas, drenajes, fertilidad de los suelos, fecha de siembra, cosecha oportuna, etc. Dentro de los métodos biológicos, el uso de cultivares resistentes es el único empleado en gran escala para controlar enfermedades, ya que continúa siendo el método más eficaz y económico, y en muchas instancias el único disponible, para reducir el daño causado por las enfermedades. Por último, dentro de los métodos químicos, están disponibles fungicidas para la aplicación al suelo, a la semilla y al follaje.

MÉTODOS CULTURALES

Las prácticas culturales contribuyen al manejo de las enfermedades bloqueando el ciclo de vida de los patógenos en uno o varios estadios, afectando su supervivencia, previniendo la introducción del inóculo y eliminando hospedantes susceptibles a determinados patógenos.

Las prácticas culturales factibles de emplear en un programa de manejo de enfermedades son numerosas y variadas. Entre las más importantes están: labranzas, rotación y secuencia de cultivos, elección de fechas de siembra, control de malezas, elección de cultivares y densidad de siembra. El efecto predisponente o limitante de cada una de éstas varía de acuerdo al tipo de patógeno y cultivo considerado.

La rotación de cultivos con gramíneas es la práctica más eficaz para disminuir los niveles de inóculo de los patógenos. Sin embargo, en la mayor parte del NOA los porcentajes de rotación son extremadamente bajos, ya que los cultivos alternativos tienen una menor rentabilidad. Esto ha derivado en un persistente monocultivo de soja, con los consiguientes incrementos en inóculo de patógenos que sobreviven en los restos del cultivo anterior. La literatura cita los beneficios de los laboreos de suelo en el control de enfermedades por favorecer la descomposición de residuos y por ende la disminución del

inóculo inicial. Sin embargo, teniendo en cuenta las condiciones ambientales del NOA, se recomiendan los sistemas de labranza cero (siembra directa), ya que disminuyen los problemas de erosión, aumentan la fertilidad física y química del suelo, y favorecen el balance hídrico del sistema, entre otras ventajas.

Otras prácticas culturales importantes son la siembra de semillas libres de patógenos y la elección de fechas de siembra que aseguren que la maduración ocurra durante periodos secos, en especial para la producción de semilla, o bien para evitar altas poblaciones de insectos vectores de virus del cultivo. Esto también puede combinarse con el grupo de madurez del cultivar seleccionado. Una adecuada densidad de siembra es efectiva para reducir el daño de muchos patógenos. También se aconseja tener en cuenta la fertilización y el control de malezas.

Estudios conducidos en la EEAOC durante tres campañas agrícolas, hacia mediados de la década de 1990, revelaron que para mancha marrón, las epidemias comenzaron antes y la enfermedad alcanzó mayores niveles (medido a través del porcentaje de defoliación y un índice de infección) en aquellos tratamientos que incluían monocultivo de soja, labranza convencional y/o ausencia de fertilización fosforada, en comparación con las parcelas que incluían rotación de cultivos, siembra directa (labranza cero) y/o fertilización fosforada (Ploper *et al.*, 1995). En el Cuadro IV.12 se presentan datos de la campaña 2002/2003, donde se aprecia la misma tendencia para mancha marrón en estados vegetativos (V7), cuando se hacen las comparaciones de rotaciones y de labranzas. Para el tizón de la hoja, el mayor valor se alcanzó con monocultivo de soja y siembra directa.

Cuadro IV.12. Evaluación de enfermedades de soja, en dos sistemas de labranza (convencional y siembra directa) y dos rotaciones (monocultivo de soja y rotación maíz-soja) en el cultivar Qaylla RR. San Agustín, Tucumán. Campaña 2002/2003.

Estado Fenológico	Rotación ^x	Mancha Marrón (%) ^y		Tizón Bacteriano (%) ^y		Mildíu (%) ^y		Tizón de la Hoja (%) ^y	
		LC ^z	SD	LC	SD	LC	SD	LC	SD
V7	S - S	17.5 a ^{*1}	13.5 a ¹	5.3 d ³	4.2 d ³	2.6 gh ⁵	2.1 h ⁵		
	M - S	7.0 b ¹	4.2 b ¹	5.0 d ³	4.7 d ³	7.0 f ⁵	5.7 fg ⁵		
R6	S - S	6.2 c ²	21.2 c ²	10.0 e ⁴	11.2 e ⁴	0.0 i ⁶	0.0 j ⁶	13.7 kl ⁷	18.7 k ⁷
	M - S	14.5 c ²	6.2 c ²	10.0 e ⁴	9.5 e ⁴	2.2 i ⁶	0.0 j ⁶	7.5 l ⁷	10.0 l ⁷

(*): Para cada rotación y sistema de labranza, los valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente (LSD ≤ 0.05).

Superíndices iguales implican un análisis estadístico distinto con LSD que a continuación se detallan:

1LSD: 4.0; 2LSD: 17.7; 3LSD: 8.9; 4LSD: 5.4; 5LSD: 3.5; 6LSD: 0.4; 7LSD: 7.0.

(^x): S - S: Soja - Soja (monocultivo de soja); M - S: Maíz - Soja (rotación maíz - soja).

(^y): Porcentaje de área afectada en hojas trifoliadas del tallo principal; (^z): Labranza Convencional; SD: Siembra Directa.

También se estudió el impacto de la fecha de siembra sobre el desarrollo de diversas enfermedades de soja. En el caso de cancro del tallo, los resultados de experiencias llevadas a cabo en las campañas 1997/1998 y 1998/1999 indicaron que los efectos de la fecha de siembra sobre la enfermedad variaron de acuerdo al comportamiento de cada cultivar frente a la enfermedad y a su grupo de madurez (Ploper *et al.*, 1999c). Los cultivares altamente susceptibles resultaron muy afectados por la enfermedad. Las modificaciones en la fecha de siembra tuvieron muy poco efecto en dichos cultivares sobre la incidencia (porcentaje de plantas muertas), aunque se observó el mayor rendimiento en fechas tardías y en cultivares de ciclo corto a medio. En el caso de cultivares susceptibles se apreciaron diferencias entre fechas de siembra, con menores valores de incidencia y mayores valores de rendimiento en fechas tardías, aunque sin alcanzar una producción equivalente a la de cultivares

resistentes. En los cultivares resistentes no se detectaron diferencias en infección, si bien los rendimientos disminuyeron a medida que se retrasó la fecha de siembra. Los resultados confirmaron la importancia de la resistencia genética para el manejo del cancro del tallo. Así lo entendieron los productores de soja del país, que a partir de la campaña 1998/1999 optaron por el uso de cultivares resistentes.

Para el síndrome de la muerte súbita, experiencias realizadas en las campañas 2002/2003 y 2003/2004 mostraron que la epidemia comenzó alrededor de los 30 días después de la siembra en las tres fechas ensayadas, pero con mayores valores de incidencia en la primera fecha. Cuando las fechas de siembra se atrasaron, las curvas de la enfermedad fueron más chatas (menores valores de incidencia y severidad), observándose diferencias significativas entre las fechas en algunos genotipos (Cuadro IV.13).

Cuadro IV.13. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) para el síndrome de muerte súbita de la soja (*Fusarium solani* f. sp. *glycines*), en tres fechas de siembra. La Invernada, Tucumán. Campaña 2002/2003.

Genotipo	ABCPE					
	Primera Fecha de Siembra		Segunda Fecha de Siembra		Tercera Fecha de Siembra	
Munasqa RR	435	a*	196	a	198	abc
A 8100 RG	318	a	163	ab	79	c
AW 4902 RR	521	a	110	ab	218	ab
Qaylla RR	302	a	117	ab	250	ab
A 7636 RG	365	a	67	b	145	bc
A 6401 RG	125	a	75	b	324	a
LSD (P <= 0.05)	438.7		120.2		223	
Promedio **	344	A	121	B	67	B

(*): Las medias seguidas por las mismas letras no difieren significativamente (LSD, P <= 0.05); (**): LSD (P <= 0.05): 169.

Las enfermedades de fin de ciclo (EFC) fueron evaluadas en un estudio sobre 15 y 12 cultivares sembrados en cuatro fechas durante la campaña 2000/2001 y 2001/2002, respectivamente. Los modelos tradicionales de cuantificación de daños causados por una enfermedad explican la disminución del rendimiento en función de la intensidad de la enfermedad. Como la producción es función del área foliar de la planta y de la interceptación de la radiación solar, se evaluó el área foliar que permanecía sana durante el ciclo del cultivo, o sea la que no había sido afectada por el complejo. Los parámetros evaluados fueron: severidad, área bajo la

curva de progreso de las enfermedades de fin de ciclo (ABCPEFC) y duración del área foliar sana (DAFS). En ambos años hubo alta infección del complejo de EFC durante las cuatro fechas de siembra evaluadas, alcanzando valores de severidad máximos de 42% en la campaña 2000/2001 y de 58% en la siguiente campaña agrícola (Cuadro IV.14). El padrón de las curvas de progreso y la interacción entre fecha de siembra y genotipo permitieron concluir que:

- 1- Retrasando la fecha de siembra se disminuyó el riesgo de niveles altos de EFC.
- 2- La interacción para ABCPEFC entre genotipo y fecha

Cuadro IV.14. Severidad de las enfermedades de fin de ciclo (EFC) de la soja a los 35 y 75 días después de siembra (dds). San Agustín, Tucumán. Campañas 2000/2001 y 2001/2002.

Severidad (%) a los 35 dds	2000 / 2001		2001 / 2002	
	De	a	De	a
1 FS	2,0 TUC G-16	11,7 FAM 940	1,7 A 6445 RG	7,8 FAM 940
2 FS	1,3 Jatoba	7,3 A 6445 RG	3,4 Virginia 572 RR, IB 8239/22	6,3 Qaylla RR
3 FS	1,0 Charata 76, A 8000 RG	8,0 IB 8212/22, FAM 940	2,0 A 6445 RG	8,7 FAM 940
4 FS	0,3 IB 8212/22	2,0 RA 702, Monte Redondo	0	0

Severidad (%) a los 75 dds	2000 / 2001		2001 / 2002	
	De	a	De	a
1 FS	25,0 A 8000 RG	42,3 FAM 940	16,3 A 6445 RG	41,7 IB 8239/22
2 FS	18,0 A 8000 RG	37,7 TUC G-16	27,7 RA 702	58,3 A 6445 RG, Jatoba
3 FS	12,7 Charata 76	35,7 A 6445 RG	17,7 A 6445 RG	39,7 FAM 8103
4FS	8,7 Charata 76	16,0 Coker 6738	14,7 A 6445 RG	31,3 Coker 6738

de siembra indicó que es muy difícil separar el efecto del ambiente del genotipo.

3- El complejo de EFC de la soja afectó la duración del área foliar sana, lo que se reflejó en una disminución promedio de crecimiento de 27% en la campaña 2000/2001 y de 31% en la siguiente (Díaz *et al.*, 2005).

MÉTODOS BIOLÓGICOS

Dentro de los métodos biológicos, el uso de cultivares resistentes constituye la única estrategia disponible por el momento. A pesar de haberse obtenido resultados promisorios en la fase de investigación con antagonistas de patógenos de soja, todavía no se comercializan en el país productos sobre la base de dichos microorganismos.

La resistencia genética es considerada como el método más eficiente y económico de controlar las enfermedades. Sin embargo, no se cuenta con resistencia para todas las enfermedades, e incluso para muchas de ellas la resistencia disponible no es lo suficientemente efectiva como para evitar pérdidas de consideración.

En el país existen variedades con altos niveles de resistencia a las siguientes enfermedades: podredumbre de la raíz y base del tallo, cancro del tallo, mancha ojo de rana, oídio, mosaico de la soja, nematodo de la agalla (*Meloidogyne* sp.) y nematodo del quiste (*Heterodera glycines*).

Existen niveles intermedios de resistencia a podredumbre húmeda del tallo, síndrome de la muerte súbita, mildiu y mancha anillada. Para otras enfermedades no se dispone de resistencia varietal efectiva, como son los casos de podredumbre carbonosa del tallo, mancha marrón, tizón de la hoja y antracnosis. Recientemente se informó en EE.UU. sobre el desarrollo y la liberación de DT97-4290, la primera línea con resistencia genética a la podredumbre carbonosa del tallo.

La resistencia varietal fue fundamental para superar las epifitias de cancro del tallo que se registraron en el centro y norte del país en las campañas 1996/1997 y 1997/1998, y la de mancha ojo de rana en el NOA en la campaña 1999/2000.

En el caso de la roya de la soja, el uso de variedades resistentes debería ser una estrategia importante para su manejo. Sin embargo, no se cuenta en la actualidad con este tipo de materiales, aunque ya se trabaja activamente en los programas nacionales de mejoramiento de soja, tanto públicos como privados. Existen caracterizados 4 genes de resistencia: *Rpp1*, *Rpp2*, *Rpp3* y *Rpp4*, los que

fueron identificados en PI 200692, PI 230970, PI 462312 (ACNUR) y PI 459025, respectivamente. Es probable que existan otros genes de resistencia. También se menciona la presencia de resistencia parcial, del tipo que reduce la tasa epidémica de la enfermedad, pero cuya evaluación requiere considerable esfuerzo.

Sin embargo, se debe tener en cuenta la variabilidad patogénica que presentan algunos de los patógenos ya establecidos en el país. *Phytophthora sojae*, *Cercospora sojina*, *Peronospora manshurica*, *Phakopsora pachyrhizi*, *Heterodera glycines* y *Soybean mosaic virus*, entre otros, pueden llegar a desarrollar nuevas razas fisiológicas y eventualmente superar la resistencia de las variedades difundidas.

Para poder aprovechar la resistencia varietal se requiere contar con información precisa acerca del comportamiento sanitario de las variedades disponibles. Recién desde finales de la década de 1990 las empresas que comercializan semillas en el país han puesto énfasis en la difusión de esta información para los nuevos cultivares.

En el Cuadro IV.15 se detalla la reacción a enfermedades de las principales variedades de soja difundidas y bajo evaluación en el NOA, de acuerdo a resultados de evaluaciones efectuadas por la EEAOC así como a información difundida por los criaderos.

MÉTODOS QUÍMICOS

Si bien entre los patógenos que afectan al cultivo de soja se encuentran hongos, bacterias y virus, solamente se emplean pesticidas para el control de enfermedades causadas por hongos.

La decisión de aplicar un determinado fungicida en soja está definida por la importancia económica de la enfermedad, la efectividad del producto a aplicar y la eficiencia relativa de otras estrategias de control, como la resistencia varietal o prácticas culturales, por ejemplo. También el factor ambiental es determinante, ya que hay zonas con mayores registros de temperatura y precipitaciones, que conllevan una mayor presión de enfermedades fungosas.

El tipo de enfermedad también condiciona la eficiencia de una aplicación. Las enfermedades foliares son, en general, más fáciles de controlar que aquellas que afectan raíz y tallo, ya que el producto puede ser colocado en la zona que se desea proteger.

El control químico de las enfermedades de soja incluye el control de enfermedades de semilla y plántulas, mediante

ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE SOJA EN EL NOA Y SU MANEJO

Cuadro IV.15. Reacción a enfermedades de los principales cultivares de soja difundidos y bajo evaluación en el NOA.

Variedades	CT ¹	Phytophthora ²			MOR ³	SMS ⁴	NA ⁵	NQS ⁶		
		R1	R3	R4				R3 ²	R5	R6
A 4910 RG	R	R	R	R	AS	MR	MS	S	-- ⁷	S
A 5409 RG	R	S	MR	S	MS	MS	MR	S	S	MS
A 6019 RG	R	R	R	R	MS	MR	MS	S	--	MR
A 6401 RG	R	R	R	R	MR	S	S	--	S	MR
A 7321 RG	R	S	R	S	S	MS	S	MS	--	--
A 7322 RG	R	S	R	S	MR	MS	S	MS	--	--
A 7636 RG	R	R	R	R	R	MS	AS	MS	--	S
A 8000 RG	R	R	R	R	R	MS	S	S	S	S
A 8100 RG	R	R	R	R	R	MR	S	S	--	S
A 9000 RG	R	R	R	MR	R	MR	S	S	--	S
Agustina 49 RR	R	MS	--	--	S	S	S	--	--	S
AW 4902 RR	R	R	R	R	S	AS	MS	R	--	--
AW 7110 RR	R	R	R	--	R	MR	S	MR	--	--
Cristina 64 RR	R	--	--	--	AS	MR	S	--	--	--
DM 4800 RR	R	R	--	--	AS	--	S	--	--	S
DM 50048 RR	R	R	R	--	S	MR	S	--	--	--
DM 5400 RR	R	R	S	--	MR	MS	MS	--	--	--
DM 5800	R	R	S	--	R	MR	AS	--	--	--
Mágica 7.3 RR	T ²	S	S	S	MR	S	MR	--	S	MR
Ms 8080 RR	R	--	--	--	R	S	MS	--	--	S
Munasqa RR	R	--	--	--	R	MS	S	--	--	S
Nva. Andrea 66 RR	R	--	--	--	S	MR	MS	--	--	--
Nva. María 55 RR	R	--	--	--	S	MS	MS	--	--	--
Nva. Mercedes 70 RR	R	--	--	--	S	MR	MR	--	--	--
Qaylla RR	R	--	--	--	R	S	S	--	--	MR
Rafaela 58 RR	R	--	--	--	MR	MS	S	--	--	--

(1): Reacción a CT (cancro del tallo): **R**: Resistente, 0 a 20 % de plantas muertas; **MR**: Moderadamente resistente, 21 a 50 % de plantas muertas;

MS: Moderadamente susceptible, 51 a 75 % de plantas muertas; **S**: Susceptible, 76 a 90 % de plantas muertas;

AS: Altamente susceptible, 91 a 100 % de plantas muertas. Datos de la Sección Fitopatología de la EEAOC.

(2): Información suministrada por la empresa que comercializa cada cultivar [para Phytophthora (podredumbre de la raíz y base del tallo): **R1**: Raza 1; **R2**: Raza 2; **R3**: Raza 3], [para CT (cancro del tallo): **T**: Tolerante], [para NQS (nematodo del quiste de la soja): **R3**: Raza 3].

(3): Reacción a MOR (mancha ojo de rana): **R**: Grado de severidad 1; **MR**: Severidad 1,5 a 2; **MS**: Severidad 2,5 a 3; **S**: Severidad 3,5 a 4;

AS: Severidad 4,5 a 5. Evaluación de severidad sobre la base de una escala de 1 a 5, donde 1: Ausencia de enfermedad y 5: Más del 70 % de la superficie foliar afectada. Datos de la Sección Fitopatología de la EEAOC.

(4): Reacción a SMS (síndrome de la muerte súbita): **R**: 0 % de incidencia; **MR**: Incidencia de 1 - 15 %; **MS**: Incidencia de 16 - 25 %; **S**: Incidencia de 26 - 50 %;

AS: Más de 50 % de incidencia. Datos de la Sección Fitopatología de la EEAOC.

Evaluación en La Invernada, departamento La Cocha, Tucumán. Campaña 2002 - 2003.

(5): Reacción a NA (nematodo de la agalla): **R**: Índice de agallamiento: 0 - 0,99; **MR**: Índice de agallamiento: 1 - 2,99; **MS**: Índice de agallamiento: 3 - 3,99;

S: Índice de agallamiento: 4 - 5,99; **AS**: Índice de agallamiento: 6 - 7,99; **HS** (hiper susceptible): Índice de agallamiento: 8 - 10. Datos de la EEAOC.

Evaluación en La Invernada, departamento La Cocha, Tucumán. Campaña 2002 - 2003.

(6): Reacción a las razas 5 y 6 del NQS (nematodo del quiste de la soja): **R**: Resistente, índice de hembras (IH) de 0 a 9 %; **MR**: Moderadamente resistente, IH de 10 a 30 %; **MS**: Moderadamente susceptible, IH de 31 a 60 %; **S**: Susceptible, IH mayor de 60 %.

Índice de hembras de Schmitt & Shannon (Crop Sci 32:275-277, 1992). Datos de la EEAOC.

(7--): Sin datos.

fungicidas aplicados a la semilla o al suelo, y el control de enfermedades que afectan las partes aéreas de la planta (hojas, tallos y vainas), por medio de pulverizaciones aplicadas al follaje.

Los tratamientos con fungicidas curasemillas están destinados a controlar las enfermedades que causan podredumbre de semillas y "damping off" en pre y post emergencia. En cambio, las aplicaciones foliares de fungicidas están destinadas a controlar las enfermedades que afectan las partes aéreas del cultivo y que se

manifiestan con mayor intensidad en las últimas etapas reproductivas del cultivo, tales como antracnosis, tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla, roya, mancha ojo de rana, mancha marrón, tizón de la vaina y del tallo, y podredumbre de la semilla por *Phomopsis*.

Los fungicidas pueden clasificarse de acuerdo al momento de aplicación y su relación con la infección, así como por su capacidad de absorción y movilidad dentro de los tejidos de las plantas tratadas (Annone, 1999). Los protectores son aquellos que proveen protección contra la infección

fúngica en el sitio de aplicación. Su cobertura en tiempo es menor y por lo general requieren mayores dosis del producto. Los erradicantes curan la infección fúngica ya establecida en el sitio de aplicación, aunque no revierten los síntomas. Los sistémicos pueden prevenir y controlar el desarrollo de la enfermedad en sectores alejados del sitio de aplicación, ya que son absorbidos por hojas, raíces, semillas o frutos y translocados a cortas distancias en el parénquima o a distancias mayores a través de los vasos conductores (xilema, floema o ambos).

Por lo tanto, para el control químico se pueden aplicar productos en forma preventiva o curativa. Dentro de los curativos, los de acción sistémica muestran ventaja respecto a los que actúan por contacto, ya que sufren menos los efectos desfavorables de los factores ambientales al ser absorbidos por la planta y translocados en su interior.

En el Cuadro IV.16 se presentan los nombres comunes, clasificación química y acción de los fungicidas registrados en Argentina para su uso en soja (CASAFE, 2005).

Cuadro IV.16. Nombre común, clasificación química y acción de los fungicidas registrados para soja en Argentina.

Nombre Común	Clasificación Química	Acción
Azoxistrobina	Estrobilurina	Contacto / Sistémica (preventiva, curativa, antiesporulante)
Azoxistrobina + Cyproconazole	Estrobilurina + triazol	Contacto / Sistémica (preventiva, curativa, antiesporulante, erradicante)
Benomil	Bencimidazol	Sistémica (preventiva, curativa)
Bradyrhizobium japonicum + Carboxim + Thiram	Biológico + oxatiin carboxamida + dimetilditiocarbamato	Contacto / Sistémica / Fijación de N ₂
Carbendazim	Bencimidazol	Sistémica (preventiva, curativa)
Cyproconazole	Triazol	Sistémica (preventiva, curativa)
Clorotalonil	Cloronitrilo	Contacto (preventiva, curativa)
Difenoconazole + Propiconazole	Triazol + triazol	Sistémica (preventiva, curativa)
Fenbuconazole	Triazol	Sistémica (preventiva, curativa, erradicante)
Flusilazole + Carbendazim	Triazol + bencimidazol	Sistémica (preventiva, curativa)
Flutriafol	Triazol	Sistémica (preventiva, curativa)
Mancozeb	Ditiocarbamato	Contacto (preventiva)
Metalaxil-M	Acilalanina	Sistémica (preventiva)
PCNB	Organoclorado	Contacto (preventiva)
Propiconazole	Triazol	Sistémica (preventiva, curativa)
Propiconazole + Cyproconazole	Triazol + triazol	Sistémica (preventiva, curativa)
Pyraclostrobin	Estrobilurina	Sistémica (preventiva, curativa)
Pyraclostrobin + Epoxiconazole	Estrobilurina + triazol	Sistémica (preventiva, curativa, erradicante)
Tebuconazole	Triazol	Sistémica (preventiva, curativa, erradicante)
Tiabendazol	Bencimidazol	Sistémica
Tiofanato Metil	Bencimidazol	Sistémica (preventiva, curativa)
Tiofanato Metil + Thiram	Bencimidazol + dimetiltiocarbamato	Contacto / Sistémica (preventiva, curativa)
Thiram	Dimetilditiocarbamato	Contacto (preventiva)
Trifloxistrobin + Propiconazole	Estrobilurina + triazol	Sistémica (preventiva, curativa)
Trifloxistrobin + Cyproconazole	Estrobilurina + triazol	Sistémica (preventiva, curativa)

Los efectos sobre los patógenos son variados, de acuerdo al compuesto considerado. Algunos, como el carboxim, interfieren en el proceso respiratorio. En cambio los bencimidazoles y tiofanatos tienen la capacidad de bloquear la división celular de algunos hongos fitopatógenos, principalmente de la clase de los Ascomycetes, ya que alteran la formación y el funcionamiento del huso acromático durante la mitosis. La actividad de los triazoles se basa en la capacidad de inhibir la biosíntesis de los lípidos, especialmente el ergosterol, que conforman la membrana celular de diversas clases de hongos.

Entre los fungicidas recientemente registrados se encuentran las estrobilurinas sintéticas, que fueron desarrolladas usando como modelos las estrobilurinas naturales, presentes en algunos hongos de la clase Basidiomycetes. Las estrobilurinas sintéticas poseen mayor actividad fúngica y estabilidad ambiental que las naturales. Actúan inhibiendo la respiración mitocondrial de los hongos. Son de amplio espectro de acción, inhibiendo la germinación de esporas e impidiendo el desarrollo de los hongos en estadios tempranos de infección.

Experiencias llevadas a cabo por la EEAOC en Tucumán

desde la campaña 1998/1999 muestran que aplicaciones tempranas (R3 a R5) pueden producir incrementos de rendimiento cuando se presentan condiciones de tiempo cálido y húmedo, que favorecen el desarrollo de la mayoría de las enfermedades citadas anteriormente. Los resultados suelen ser erráticos cuando las condiciones ambientales no son tan favorables para estas enfermedades o hubo errores en la aplicación. Los fungicidas aplicados para el control de las EFC en periodos de sequía no incrementan significativamente el rendimiento, ya que estas enfermedades no se desarrollan epidémicamente en esas condiciones (la mayoría de los patógenos causantes de las EFC, a

excepción de *Cercospora*, presentan fructificaciones hidrofílicas, que necesitan el agua para su multiplicación, diseminación e infección) (Carmona, 2003).

Aquellas experiencias demostraron que en los años con precipitaciones similares o superiores al promedio histórico, las ganancias de peso respecto al testigo no tratado pueden superar los 500 kg/ha (Gráficos IV.1 y IV.2). La magnitud de esta ganancia va a estar en función del estado del cultivo al momento de la aplicación, el producto, la correcta aplicación y el potencial de rendimiento de la variedad, principalmente. También se producen ganancias de rendimiento en aquellos años con escasez de precipitaciones, aunque de menor magnitud.

Gráfico IV.1. Suma de las precipitaciones de los meses enero, febrero y marzo de las campañas 2000/2001, 2002/2003 y promedio histórico de 20 años, San Agustín, Tucumán.

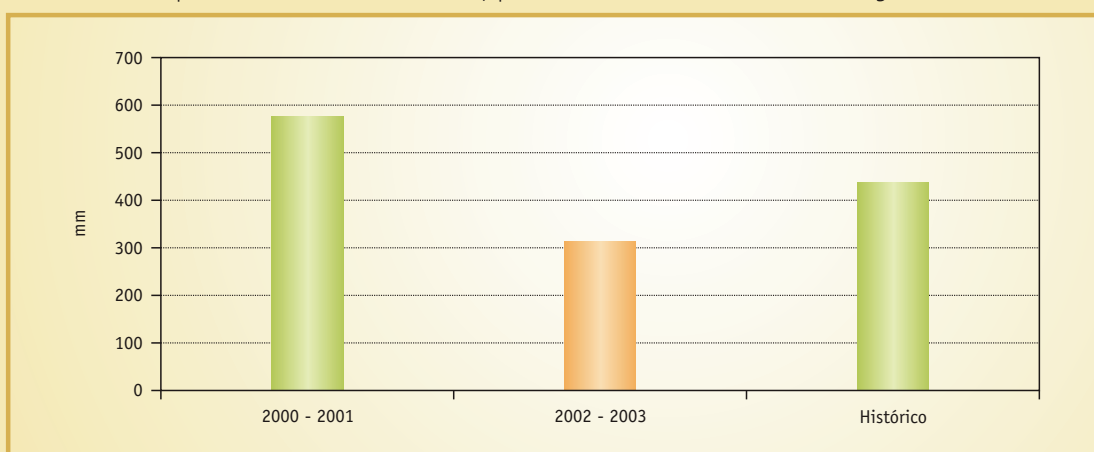
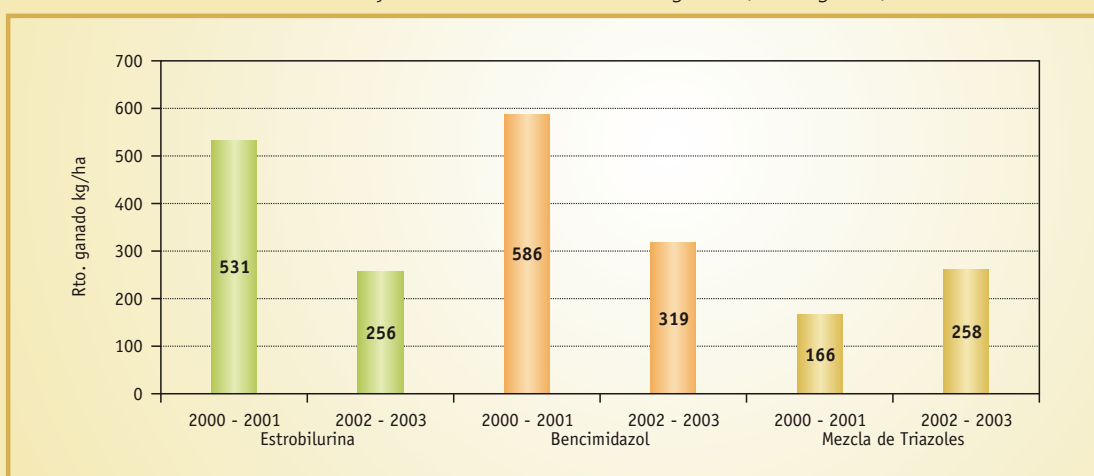


Gráfico IV.2. Ganancia de rendimiento lograda respecto del testigo sin tratar, por la aplicación de fungicidas sobre una variedad de soja de GM VI en estado fenológico R5, San Agustín, Tucumán.



Cuando las aplicaciones se efectúan entre R4 y R6 se logran reducir los niveles de infección en las vainas y semillas, y consecuentemente mejorar la calidad del grano

que se cosecha. Resulta crítico proteger el período entre R7 y R8. Por este motivo, las aplicaciones en R6 se consideran importantes cuando se quiere garantizar la sanidad de la

semilla (Ploper, 1999b).

Los niveles alcanzados por las enfermedades de fin de ciclo, como consecuencia de prácticas de producción de soja favorables a este grupo de enfermedades y la ocurrencia de años con registros pluviométricos superiores al promedio, sumados a los resultados de los ensayos de control químico, han derivado en que año tras año aumente el área de soja tratada con fungicidas foliares. Esto puede comprobarse no solamente en el NOA sino también en las provincias del centro y nordeste del país.

Además, la presencia de la roya de la soja en el NOA desde finales de la campaña 2003/2004 también ha contribuido a que se considere a la aplicación de fungicidas como una práctica necesaria en los esquemas de manejo del cultivo.

CONSIDERACIONES FINALES

La evolución de la problemática sanitaria de la soja durante las últimas dos décadas en el NOA, así como en otras regiones del país, demuestra que la agricultura es una sumatoria de procesos dinámicos. Nuevos problemas se presentan constantemente, exigiendo firmes esfuerzos en investigación y desarrollo tecnológico para su superación.

Para sostener la rentabilidad y competitividad de los productores de soja en el NOA, será necesario prestarle suma atención a las enfermedades del cultivo. Esto implica que habrá que asignar al manejo de este tipo de problemas sanitarios la importancia debida, procurando reducir al máximo las situaciones de riesgo.

Numerosas patologías han sido mencionadas en este capítulo. La mayoría ya son endémicas en la región e inciden en grado variable sobre los rendimientos, de acuerdo a la variedad, al sistema de producción y a las condiciones ambientales de cada campaña. Para muchas de estas enfermedades se han implementado programas de manejo, también de eficacia variable.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que en el tema enfermedades existen riesgos adicionales, tales como el posible ingreso de enfermedades del cultivo aún no detectadas en el NOA así como la aparición de nuevas razas de patógenos ya establecidos en la región. Esto crea la necesidad de continuar estudiando la patología del cultivo de soja, para así generar los conocimientos que posibiliten enfrentar con mayores probabilidades de éxito a estos factores limitantes de la producción.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Annone, J. G. 1999. Características de los principales compuestos fungicidas. En: Apuntes del Curso de Diagnóstico y Manejo de Enfermedades de Soja. (EEA INTA Pergamino, Buenos Aires, Argentina; abril 1999), pp. 55-62.
- Botta, G. 2001. Enfermedades de la soja. En: Apuntes del Curso de Diagnóstico y Manejo de Enfermedades de Soja en el NOA. (EEAOC Tucumán, Argentina; marzo 2001), pp. 7-10.
- Carmona, M. 2003. Daños y pérdidas causadas por enfermedades. Importancia del manejo integrado. Ubicación estratégica de fungicidas foliares. En: Manejo Integrado de Enfermedades en Cultivos Extensivos. Jornadas Técnicas. Septiembre 2003. Buenos Aires, Argentina, pp. 10-15.
- CASAFE. 2005. Guía de Productos Fitosanitarios. 12. ed. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes.
- Costa, A. S., S. Miyasaka, y A. J. Pinta D'Andrea. 1955. Queima dos brotos da soja, uma moléstia causada pelo vírus da necrose branca ou couve. *Bragantia* 14: 7-10.
- Crescenzi, A.; L. Barbarrosa; D. Gallitelli, y G. P. Martelli. 1993. *Cucumber mosaic cucumovirus* populations in Italia under material epidemic conditions and after a satellite-mediated protection test. *Plant Dis.* 77 (1): 28-33.
- Díaz, C. G., A. Chavarría, J. C. Ramallo, L. D. Ploper y G. Morgan-Jones. 1993. Zonate leaf spot of soybean caused by *Gonatophragmium mori* in Tucumán, Argentina. (Abstr.) *Comunicaciones Biológicas* 11(3): 267.
- Díaz, C. G., L. D. Ploper, M. R. Gálvez, V. González, M. A. Zamorano, H. E. Jaldo, C. López y J. C. Ramallo. 2005. Efecto de las enfermedades de fin de ciclo en el crecimiento de distintos genotipos de soja relacionado a la fecha de siembra. *AgriScientia* 22 (1): 1-7.
- Hartman, G. L.; J. B. Sinclair y J. C. Rupe. 1999. *Compendium of Soybean disease*. 4. ed. APS, Press, MN, USA.

- Herrera, P. S., G. Truol, P. E. Rodríguez Pardina, R. Gálvez, D. Ploper y I. G. Laguna. 2001. Nueva virosis presente en el cultivo de soja (*Glycine max* L.) en Argentina. (Abstr.) Fitopatología Brasileira 26 (Suplemento): 543.
- Kantolic, A. 2003. Bases funcionales de la determinación del rendimiento y manejo del cultivo. Presentaciones del Congreso Mundo Soja 2003. Buenos Aires, Argentina, 26 y 27 de junio 2003.
- Laguna, I. G. y L. D. Ploper. 1995. Detección del *tobacco streak ilarvirus* (TSV) en cultivos de soja del noroeste argentino. Avance Agroind. (63): 24-26.
- Pioli, R. N., E. N. Morandi and V. Bisaro. 2001. First report of soybean stem canker caused by *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*, in Argentina. Plant Dis. 85 (1): 95.
- Ploper, L. D. 1993. Síndrome de la muerte súbita: nueva enfermedad de la soja en el noroeste argentino. Avance Agroind. (54): 5-9.
- Ploper, L. D., A. Chavarria, I. Zarzosa, C. G. Díaz y J. C. Ramallo. 1995. Efectos del sistema de labranza, la rotación de cultivos y la fertilización fosforada sobre las enfermedades de la soja en Tucumán, Argentina. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 72 (1-2): 87-98.
- Ploper, L. D., V. González, G. Salas y M. Devani. 1997. Cancro del tallo: importante enfermedad de la soja en el noroeste argentino. Avance Agroind. (69): 3-7.
- Ploper, L. D., P. Grijalba, M. Gally y D. Barreto. 1998. Reacción a *Phytophthora sojae* de variedades y líneas avanzadas de soja adaptadas al noroeste argentino. Avance Agroind. (73): 23-26.
- Ploper, L. D. 1999a. Management of economically important diseases of soybean in Argentina. En: Proceedings World Soybean Research Conference VI. H. Kauffman, ed. Superior Printing. Champaign, Il., USA. pp. 269-280.
- Ploper, L. D. 1999b. Uso de fungicidas para el manejo de enfermedades en el cultivo de soja. En: Publicación del 7° Congreso Nacional de AAPRESID, Tomo I Conferencias y Disertaciones (Argentina), pp. 295-303.
- Ploper, L. D., V. González y N. V. de Ramallo. 1999a. Presencia de *Phytophthora sojae* en lotes de soja de Tucumán y Salta. Avance Agroind. (77): 16-19.
- Ploper, L. D., V. González, I. Zarzosa y R. Gálvez. 1999b. Detección de la mancha ojo de rana y el oídio en cultivos de soja de Tucumán durante la campaña 1997/1998. Avance Agroind. (76): 29-32.
- Ploper, L. D., R. Gálvez, V. González, H. Jaldo, M. Devani y G. M. Salas. 1999c. Efectos de la fecha de siembra sobre la incidencia del cancro del tallo de la soja. Avance Agroind. (76): 33-38.
- Ploper, L. D., V. González, R. Gálvez, M. Devani, y F. Ledesma. 2000. La mancha ojo de rana: Otra enfermedad limitante del cultivo de soja. Avance Agroind. 21(2): 9-12.
- Ploper, L. D., M. R. Gálvez, V. González, H. Jaldo, M. A. Zamorano y M. Devani. 2001a. Manejo de las enfermedades de fin de ciclo del cultivo de soja. Avance Agroind. 22 (1): 20-26.
- Ploper, L. D., V. González, M. R. Gálvez, M. Devani, F. Ledesma y M. A. Zamorano. 2001b. Frogeye leaf spot caused by *Cercospora sojina* in Northwestern Argentina. Plant Dis. 85 (7): 801.
- Ploper, L. D., V. González, N. V. de Ramallo, R. Gálvez y M. Devani. 2001c. Presencia de la podredumbre carbonosa del tallo de la soja en el centro y noroeste argentino. Avance Agroind. 22 (2): 30-34.
- Ploper, L. D., V. González, M. R. Gálvez, N. V. de Ramallo, M. A. Zamorano, G. García y A. P. Castagnaro. 2004. Detección de la roya de la soja en cultivos de soja del noroeste argentino. Avance Agroind. 25 (2): 4-10.
- Rodríguez Pardina, P. E., L. D. Ploper, G. A. Truol, K. Hanada, G. Rivas Platero, P. Ramírez, P. S. Herrera y I. G. Laguna. 1998. Detección de geminivirus en cultivos de soja del noroeste argentino. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 75 (1-2): 51-56.
- Vallone, S. 1999. Enfermedades del cultivo de soja en la Argentina. En: 7° Congreso Nacional de AAPRESID. Tomo II: Conferencias, disertaciones, paneles y superpaneles. Mar del Plata, 18 al 20 de Agosto de 1999.

MANEJO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Ignacio L. Olea

INTRODUCCIÓN

La influencia del cultivo de la soja en el paisaje agrícola del noroeste argentino (NOA), se refleja en los profundos cambios ocurridos a través del tiempo, en la diversidad y dominancia relativa de algunas especies en las comunidades de malezas, como consecuencia de las diferentes prácticas de manejo utilizadas.

La expansión de la superficie sembrada con soja en el NOA, se relaciona íntimamente con el desarrollo de nuevas tecnologías para el manejo de malezas, pero éstas han demostrado su capacidad de adaptación para aprovechar las condiciones favorables para su multiplicación y perpetuación.

Actualmente y como consecuencia del empleo de variedades de soja resistentes a Glifosato, el manejo de malezas se caracteriza por su economía y simplicidad, y se acepta que diferentes especies están incrementando sus poblaciones adaptándose a estas nuevas prácticas. Esto permite suponer que pueden gestarse condiciones para la reiteración de algún problema ya acontecido.

Desde el punto de vista práctico, el desarrollo del presente capítulo debiera enmarcarse en los actuales sistemas de manejo (siembra directa y variedades RG), pero se considera necesario recordar diferentes problemas en el control de malezas ocurridos en el NOA para prevenir su reiteración.

En el presente capítulo se desarrollan dos partes, la primera de ellas considera las tecnologías utilizadas para el manejo del cultivo y sus efectos en la dinámica poblacional de algunas especies. La segunda parte se refiere al manejo actual.

TECNOLOGÍAS DE MANEJO DE MALEZAS UTILIZADAS EN EL NOA Y SUS RESULTADOS

PERÍODOS EN EL DESARROLLO DEL MANEJO DE MALEZAS EN SOJA Y FUENTES DE INFORMACIÓN E INVESTIGACIÓN EN EL NOA

El cultivo de soja constituye uno de los mercados mas importantes para la comercialización de agroquímicos en el mundo y durante los últimos 30 años ha sido el objetivo para el desarrollo de nuevas moléculas de fitoterápicos y de tecnologías para su aplicación. Desde este punto de vista, la soja ha sido en el NOA el modelo para la adopción de diferentes innovaciones tecnológicas.

Los estudios sobre manejo de malezas en el NOA se inician en la Facultad de Agronomía de la UNT, conjuntamente con la EEAOC a fines de la década del 60. Posteriormente también fueron importantes las investigaciones aplicadas realizadas por los desarrollistas de diferentes empresas productoras de herbicidas, las conducidas por Asesores Técnicos privados y de AACREA y por diferentes productores de avanzada.

En el Cuadro IV.17 se indican las diferentes etapas en el desarrollo del manejo de malezas en soja para el NOA. Cada una de ellas implica la labor de numerosos técnicos, y lo que es más importante, la existencia de un sistema de transmisión de informaciones y experiencias, no reflejada en trabajos escritos y a la cual se debe atribuir en gran medida, la rápida solución a diferentes problemas que se presentaron en el manejo de la soja.

Cuadro IV.17. Etapas identificables en el desarrollo del manejo de malezas en soja para el NOA, de acuerdo a los medios de control utilizados y la importancia de algunas especies.

Período	Caracterización	Particularidades
1965/1980	Estudios sobre control mecánico y químico. Estudios de competencia.	Hasta 1975 cultivo mecánico. Desarrollo de Alaclor, Metribuzin, Prometrina y Trifluralina. Dominancia de sorgo de Alepo, Ataco y gramíneas anuales.
1980/1985	Desarrollo de herbicidas post-emergentes.	Aparición de Graminidas (Setoxidim, Fluazifop y otros) y de (Acifluorfen, Fomesafen y 2,4-DB). Dominancia de Bejucos (<i>Ipomoea</i> sp.) y sorgo de Alepo. Empleo de Glifosato con aplicadores de soja, guantes o alfombra.
1985/1995	Desarrollo de herbicidas pre y post-emergentes con acción vía ALS.	Aparición de otros Graminidas (Imidazolinonas, Triazopirimidinas y Sulfonilureas). Empleo de la labranza reducida.
1996/1997	Aparición de Ataques ALS resistentes. Generalización de la siembra directa.	Nuevos herbicidas residuales: Sulfentrazone y Flumioxazin. Otros latifolicidas: Benazolin, Lactofen. Importancia de las malezas del Barbecho (malva, cachiuyo, richardia, cafetillo).
1998/2000	Cultivo de Soja RG.	Empleo excluyente de Glifosato.
2000/2005	Variedades RG. Nuevas malezas emergentes.	Problemas del barbecho: commelina, malva, gramíneas perennes, bejucos. Aplicación de herbicidas residuales. Evaluación, conveniencia de practicar rotaciones con maíz.

MALEZAS DEL CULTIVO DE SOJA E IMPORTANCIA DE SU COMPETENCIA

La correcta identificación de las malezas en un lote es necesaria para la selección del sistema de manejo a utilizar. La eficiencia de control de este último se relaciona con la importancia de las diferentes especies y con su dinámica poblacional. Así Mitidieri (1989) indica como las diez malezas mas importantes para el NOA a: *Amaranthus quitensis*, *Digitaria insularis*, *Leptochloa filiformis*, *Cenchrus echinatus*, *Cynodon dactylon*, *Nicandra physaloides*, *Sorghum halepense*, *Bidens pilosa*, *Chenopodium album*, *Ipomoea purpurea* y otras especies del mismo género, pero actualmente algunas de esas especies no constituyen problemas especiales en el manejo de las variedades de soja resistentes a Glifosato.

Los trabajos de Roncaglia y colaboradores (1993, 2000) constituyen la guía ilustrada para la identificación de las principales malezas del cultivo de la soja en el NOA, y actualmente (Roncaglia *et al.*, 2005), trabaja en el relevamiento de las especies cuya dinámica poblacional está siendo influenciada por los actuales sistemas de cultivo (Cuadro IV.18 y Figuras IV.74 y IV.75). Estos nuevos estudios encuentran que muchas de las especies que adquieren importancia, no cuentan con mayores estudios sobre su biología, control químico específico y capacidad competitiva con el cultivo.

La importancia de las malezas en el cultivo de soja se refleja en el trabajo de (Bedmar *et al.*, 2000), quienes midieron pérdidas promedio durante 15 años por

presencia de malezas durante todo el ciclo en cultivos de soja con labranza de suelos, del orden del 27 al 100%, y en siembra directa en el orden del 25 y 50% (Eyherabide, 2000).

En la actualidad la importancia de los trabajos de competencia de malezas y su período crítico de control, tienen relación con el momento de aplicación del Glifosato en postemergencia de las variedades RG, por lo que el tema será considerado nuevamente.

EVOLUCIÓN DEL CONTROL QUÍMICO Y PROBLEMAS DE MALEZAS

El abandono de la escarda por el empleo de herbicidas residuales tales como la Trifluralina, contribuyó a la relevancia de algunas especies de gramíneas anuales como el cadillo. La necesidad de incorporar al suelo el herbicida mencionado y sus falencias en el control, fueron superados con el uso del Alaclor (Lazo) y su mezcla con Metribuzin (Sencorex). Esta fórmula llegó a tener tal aceptación que se utilizó por más de 10 años, pero no resultaba eficiente en el control de bejucos (complejo de especies del género *Ipomoea*).

Sin duda, los bejucos fueron las primeras malezas emergentes del cultivo de soja en el NOA. A la baja eficiencia de su control por los herbicidas citados precedentemente, se sumaba la dispersión de sus semillas por las máquinas cosechadoras, factor en el que radicaba la importancia creciente del problema (Ballaré *et al.*, 1987).

Cuadro IV.18. Malezas frecuentes, difíciles de controlar con Glifosato y con poblaciones en aumento en los barbechos y en el cultivo de soja en diferentes regiones del NOA.

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>	Plumerillo	Perenne
<i>Echinopepon racemosus</i>	Araña	Anual
<i>Euphorbia lorentzii</i>	Lecheron	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>	Paragüita	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 bonaerensis</i>	Verbena	Anual
<i>Wedelia glauca</i>	Sunchillo	Perenne

El empleo de 2,4-DB en post-emergencia brindó una solución al manejo de las diferentes especies del género *Ipomoea*, pero requería aceptar una sintomatología tóxica después de la aplicación durante aproximadamente 10 días y también disminuciones en los rendimientos, variables según la dosis y el estadio fenológico de la soja al momento del tratamiento. En esta etapa el productor se había adaptado a la idea de la utilización de mezclas de herbicidas y a la realización de controles químicos en pre y post-emergencia.

Malezas latifoliadas tales como el ataco (*Amaranthus spp*) fueron controladas en esa etapa con el empleo post-emergente de Acifluorfen (Blazer-Tackle), con el cual se aprendió que la selectividad podía implicar también, la aceptación de daños foliares provocados por el herbicida. Este aspecto fue superado con la aparición del Fomesafen (Flex), cuya eficiencia de control era dependiente del tamaño de las malezas, el cual no debía superar los 10 cm de altura (variable según especies).

La aplicación selectiva de Glifosato se realizó utilizando sogas (Bikini) o alfombras (Barbuy) para el control del sorgo de alepo cuando éste superaba la altura de la soja y probablemente fue el medio para conocer las virtudes de este herbicida dentro del cultivo de soja.

Sin duda fue la aparición de Pirifenop (H1), primer graminicida de nueva generación, y de todos los que lo sucedieron hasta 1995 (Setoxidim, Haloxifop, Quizalofop, Fenoxaprop, etc.) los que contribuyeron a solucionar el problema que representaba el sorgo de alepo, pero su empleo incrementaba los costos de cultivo en un promedio de US\$ 25/ha.

El desarrollo de Imazaquin (Scepter) en la segunda mitad de la década del 80, inició un periodo caracterizado por una alta eficiencia en el control de la mayoría de las malezas latifoliadas del cultivo, incluidos los bejuco. Aunque sin llegar a ser un problema generalizado, especies de los géneros *Nicandra* y *Physalis* (San Vicente, Farolito), escapaban a su control. Es de destacar que los ataques presentaban una alta susceptibilidad a los efectos de este herbicida en post-emergencia, en dosis de 1/3 a 1/2 de lo empleado como residual. Mas tardíamente se desarrolló el Imazetapir (Pivot), para su empleo en pre y post-emergencia.

Otro grupo químico desarrollado en esa época fue el Triazopirimidina sulfoanilida, donde el primer herbicida desarrollado fue Flumetsulam (Preside), con un amplio espectro de control de malezas latifoliadas y con el cual, la elección de su dosis debía tener muy en cuenta el tipo de suelo y su pH.

El desarrollo de Clorimuron etil (Clasic) brindó una solución al manejo en post-emergencia de malezas latifoliadas, introduciendo el concepto de herbicidas con gran actividad, los cuales debían emplearse con muy bajas dosis de ingrediente activo por hectárea.

Los cuatro herbicidas mencionados en último término, se emplearon masivamente para el control de latifoliadas en pre y postemergencia. Ellos tenían en común que su modo de acción era la inhibición de la enzima Acetolactato sintetasa (ALS).

Figura IV.74 a. Imágenes de algunas especies citadas en el Cuadro IV.18. (gentileza Lic. Ricardo Roncaglia).



a- *Acalypha poiretti*



b- *Anoda cristata*



c- *Boerhavia diffusa*



d- *Borreria eryngioides*



e- *Caperonia palustris*



f- *Clematis montevidensis*



g- *Croton lobatus*



h- *Euphorbia lorentzii*

Figura IV.74 b. Imágenes de algunas especies citadas en el Cuadro IV.18. (gentileza Lic. Ricardo Roncaglia).



i- *Euphorbia prostrata*



j- *Gomphrena martiana*



k- *Heliotropium procumbens*



l- *Heliotropium veronicifolium*



m- *Manetia coridifolia*



n- *Parietaria debilis*



o- *Portulaca umbraticola*



p- *Richardia brasiliensis*

Figura IV.75 a. Imágenes de algunas especies citadas en el Cuadro IV.18. (gentileza Lic. Ricardo Roncaglia).



a- *Senna occidentalis*



b- *Senna pilifera*



c- *Sicyos odonelli* (fruto)



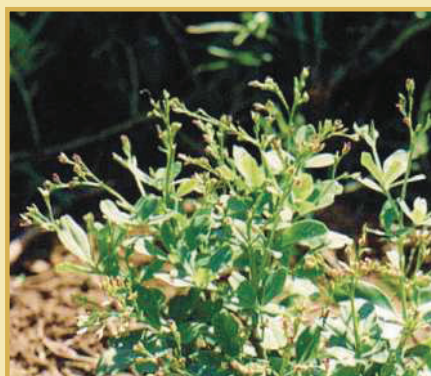
d- *Solanum atripicifolium*



e- *Solanum chacoense*



f- *Spharalcea bonariensis*



g- *Talinum fruticosum*



h- *Talinum paniculatum*

Figura IV.75 b. Imágenes de algunas especies citadas en el Cuadro IV.18. (gentileza Lic. Ricardo Roncaglia).



i- *Trianthema portulacastrum*



j- *Trichloris pluriflora*



k- *Wedelia glauca*



l- *Cucurbitella asperata*



m- *Cyclanthera hystrix*



n- *Echinopepon racemosus*

LABRANZA REDUCIDA Y SIEMBRA DIRECTA

La expansión de las fronteras agropecuarias del NOA con el cultivo de la soja, puso en evidencia la vulnerabilidad de algunos agroecosistemas a los efectos de la erosión hídrica que era favorecida por la labranza de los suelos mediante arados y rastras.

La labranza reducida (cincel + rastra, vibrocultivador, etc.) indujo a una sucesión, desde las especies de malezas adaptadas al laboreo, hacia otras a las cuales el enterramiento profundo no las favorecía y también para las que encontraban en la cobertura orgánica del suelo un sitio seguro para su germinación.

La reducción del precio del Glifosato generalizó el empleo de la siembra directa por la simplicidad de manejo del sistema, la menor demanda de mano de obra y la posibilidad del manejo de grandes superficies de cultivo en base a la energía química de los agroquímicos.

La siembra directa brindó otro componente para la modificación de la flora de malezas, ya que a los factores enunciados precedentemente, se agregaba la tolerancia de algunas especies a la mezcla de Glifosato más 2,4-D, fórmula utilizada en los barbechos químicos para controlar las malezas existentes antes de la siembra.

La mayoría de los herbicidas residuales se adaptaron bien para su empleo en la siembra directa y los rastrojos no significaron un problema para su incorporación en el suelo. Incluso se aplicaron en presiembra anticipada junto con el Glifosato, o en post-emergencia incipiente (Imidazolinonas).

Junto con la siembra directa también se desarrolló la reducción del espaciamiento entre líneas, de 70 a 52 cm, lo que favoreció a la competencia de la soja por sobre las malezas.

ATACOS RESISTENTES

Como consecuencia del uso generalizado de herbicidas latifolicidas que actuaban con el mismo modo de acción (ALS), aparecieron en la zona central de la llanura chacopampeana tucumana (La Virginia-Alabama) biotipos de *Amaranthus quitensis* resistentes a los herbicidas más utilizados: Flumetsulam, Clorimuron etil, Imazaquin e Imazetapir. Los ataques resistentes rápidamente se difundieron en gran parte del NOA y solo el cultivo de variedades de soja resistentes a Glifosato minimizó la importancia del problema, pero fue el motivo para calificar a esta maleza como la especie dominante

los años 1995 y 1998.

Los estudios para encontrar soluciones al problema de los ataques resistentes pasaron por el empleo de antiguos herbicidas, tales como Alaclor, Prometrina, Metolaclor, Pendimetalina, Metribuzin en preemergencia, sin lograr ninguno de ellos altas eficiencias de control, por lo que se debía complementar sus efectos mediante tratamientos con Benazolin (Galtac), Fomesafen (Flex) o Lactofen (Cobra) en post-emergencia (Olea *et al.*, 1999).

El desarrollo de Flumioxazin (Sumisoya), como herbicida pre-emergente y con alta eficiencia en el control de ataques, sirvió para formular mezclas con los herbicidas residuales que actuaban por vía ALS. Su corto periodo de protección, fue ampliamente superado posteriormente por Sulfentrazone (Capaz) que, entre otras latifoliadas, controlaba con alta eficiencia a esta maleza resistente. Ambos productos fueron desarrollados por la EEAOC y presentaban el inconveniente que podían afectar las plántulas del cultivo si el suelo tratado llegaba al hipocótilo y cotiledones mediante salpicaduras producidas por el agua de lluvias intensas (Hartzler, 2004).

La finalización del cultivo de variedades de soja convencionales estuvo marcada por la presencia de los ataques resistentes y la necesidad de agregar en la fórmula pre-emergente un herbicida destinado a su control. Así, con la aparición de Diclosulam (Spider), su mezcla con Sulfentrazone, se convirtió en la fórmula herbicida de mayor utilización por su alta eficiencia y amplio espectro de control. La misma representó la mejor opción para el manejo preventivo de malezas y no pudo ser superada por otras mezclas hasta la generalización del cultivo de variedades de soja resistentes a Glifosato.

ACCIDENTES FITOTÓXICOS

Al cultivo de la soja se puede atribuir, como principal usuario de la siembra directa, una relación con la ocurrencia de problemas de deriva de herbicidas hormonales hacia otros cultivos, ya que, al concentrarse en pocos días los ciclos de siembra de grandes superficies, los vapores de los ésteres del 2,4-D utilizados en los barbechos químicos alcanzan concentraciones en el aire que resultan limitantes para el cultivo del algodón y de diferentes hortalizas. Ello derivó en la prohibición por parte de los organismos reguladores del empleo del 2,4-D éster y de otros herbicidas hormonales en diferentes provincias del NOA (Olea *et al.*, 1995; Olea, 1997).

La susceptibilidad particular de algunas especies arbóreas con determinados herbicidas es conocida desde hace tiempo. Así, en deriva directa, el quebracho colorado (*Schinopsis quebracho-colorado*) es afectado por el Alaclor (Fadda, G., información personal, 2005) y los eucaliptus y casuarinas por el Glifosato. Este último producto también puede afectar a otros cultivos con su deriva (caña de azúcar, maíz, poroto, etc.).

También el cultivo de soja puede sufrir las consecuencias de accidentes fitotóxicos, a los que se puede calificar en las siguientes clases:

- 1.- Persistencia en el suelo de herbicidas utilizados en el cultivo precedente (Atrazina, Metsulfuron, Picloran, etc.).
- 2.- Efectos de herbicidas pre-emergentes aplicados en el estadio de "cracking" (Sulfentrazone, Flumioxazin, Prometrina, Metribuzin, etc.).
- 3.- Deriva directa de herbicidas aplicados en otros cultivos (MSMA, Atrazina, Fluroxipir, Mesotrione, Isoxaflutole, etc.).
- 4.- Deriva directa o en fase de vapor de herbicidas hormonales (Dicamba y 2,4-D).

Dentro de los accidentes citados precedentemente, los más importantes corresponden a los provocados por Metsulfuron metil y por Dicamba.

El Metsulfuron metil, utilizado para el control de malezas en el cultivo de trigo o para el manejo de barbechos limpios para soja, se degrada en el suelo por hidrólisis, proceso que es más lento en condiciones de alcalinidad. Este producto, al ser un ácido débil, es de baja retención en las partículas del suelo, y en casos de suelos alcalinos, exceso de dosis o ausencia de lluvias que lo laven del perfil del suelo, puede afectar el crecimiento de la soja (Bedmar *et al.*, 2000). En Tucumán los productores no superan un total de 5 g/ha en los tratamientos de barbecho químico o en el cultivo de trigo de los lotes destinados a la siembra de soja.

Concentraciones de 1/10.000 de la dosis recomendada para el empleo de Dicamba en el cultivo de maíz y caña de azúcar, pueden producir en la soja la sintomatología de "hoja cuchara". Ello puede ocurrir por su volatilización desde los campos donde fue utilizado, o por sus residuos en el tanque de una pulverizadora. Esta sintomatología no implica pérdidas de rendimiento, especialmente cuando ocurre en los estadios vegetativos, y para que ello suceda deben notarse síntomas más severos, que

involucran deformaciones en tallos y hasta la muerte de las yemas apicales. Recientemente se ha demostrado que ese tipo de distorsión de las hojas también puede ser causada por los inertes o aditivos utilizados en las formulaciones de agroquímicos, o por desbalances hormonales provocados por causas ambientales o genéticas (Behrens y Lueschen, 1979; Weidenhamer *et al.*, 1989; Nordby y Hager, 2004; Hartzler, 2003).

MALEZAS EXÓTICAS

El caso del yuyo cubano (*Tithonia tubaeformis*) constituye un ejemplo de lo que representan las especies exóticas en un agroecosistema que les brinda condiciones favorables para su propagación. Esta especie, introducida con semillas de pasturas hacia la segunda mitad de la década del 70 en la provincia de Jujuy, ha invadido paulatinamente todo el NOA y representó un problema para el cultivo hasta la aparición de algunos herbicidas que la controlaban en preemergencia (Imazetapir y Flumetsulam).

Diferentes especies de Poáceas perennes tales como *Trichloris sp.* y *Pappophorum sp.*, cuyo habitat eran los bosques de pastoreo, actualmente encuentran, por la no labranza de suelos y el manejo de malezas con Glifosato, un ambiente favorable en todos los campos del NOA.

También entre las diferentes zonas geográficas de la región se trasladan semillas de especies problemáticas junto con las simientes de diferentes cultivos. Un ejemplo de ello es el traslado de la escupidora (*Cyclanthera hystrix*) desde el Norte hacia Tucumán junto con semillas de poroto y que actualmente se presenta como una maleza emergente de la soja en el fin de su ciclo.

Es aconsejable que cuando el productor vea en el campo un manchón de malezas de una especie que no había visto antes, trate de identificarla y averigüe sobre su potencialidad competitiva y medidas para su control. El crecimiento de las poblaciones de malezas es paulatino en el tiempo y no explosivo como en el caso de una plaga, por lo que resulta más económico controlarla en las fases iniciales de su propagación.

MALEZAS DE FIN DE CICLO

Con el nombre de malezas de fin de ciclo se caracterizan a todas aquellas especies que se tornan muy evidentes cuando el cultivo llega a su madurez fisiológica y comienza el volteo de sus hojas (Figura IV.76).



Figura IV.76. Arriba, *Acalypha poiretii*. Abajo, diferentes especies de malezas frecuentes al final del ciclo de la soja (de izquierda a derecha: *Acanthospermum hispidum*, *Acalypha poiretii*, *Amaranthus quitensis*, *Bidens pilosa* y *Chloris polydactyla*).

El crecimiento de las malezas de fin de ciclo puede ser tal que resulte imposible recolectar mecánicamente a la soja en los sectores invadidos, se deba disminuir la velocidad de la cosechadora, se afecte la calidad del grano al mancharlo con sus jugos durante la trilla o se produzca su rotura por la mayor humedad que contiene (Ellis *et al.*, 1998; Roncaglia *et al.*, 1998 a, b).

El origen de las malezas de fin de ciclo se atribuye a la pérdida de efecto del herbicida pre-emergente utilizado, a la ausencia de controles eficientes en post-emergencia, a factores relacionados con la aplicación (climáticas y asperjado) o a la emergencia tardía de camadas de malezas. El ataque constituye un ejemplo de este tipo de malezas en el NOA, ya que posee capacidad para germinar a lo largo del verano y con mayor intensidad antes del cierre de la soja. Así cuando se realiza el tratamiento postemergente, existen plantas de diferentes alturas y las mayores pueden sobrevivir al tratamiento (según herbicida y dosis). Una característica de esta maleza y otras de comportamiento similar es que cuando nacen en competencia con el cultivo no ramifican y emiten hojas pequeñas, elongando su tallo hasta sobrepasar la canopia del cultivo y recién entonces expandirse.

Diferentes especies de avenas (*Avena sp.*), la cebadilla (*Bromus catharticus*), el trichloris, y el cardo (*Cynara cardunculus*), debido a que nacen cuando la soja comienza a entregarse, generalmente poseen un porte menor, pero pueden alcanzar alturas superiores a la del corte de la trilladora y por ello representar un problema para la cosecha. Las malezas nombradas en algunos casos requieren ser controladas antes de la trilla.

El macheteo manual ha sido el recurso utilizado frecuentemente para el control de las malezas de fin de ciclo, entre las que se puede citar como de mayor importancia al yuyo cubano, el ataco, la saetilla (*Bidens subalternans*), el torito (*Acanthospermum hispidum*), los bejucos (*Ipomoea sp.*), la escupidora, la chinche (*Tagetes minuta*), el cenizo (*Chenopodium album*), etc.

El control químico de las malezas de fin de ciclo se realiza generalmente con 2,4-D, Paraquat o Glifosato, de acuerdo con el estadio de crecimiento de la soja al momento de aplicación, tiempo a transcurrir hasta la cosecha, las posibilidades de desgrane del cultivo, etc.

Si las malezas de fin de ciclo no son controladas, su importancia en años próximos estará relacionada con la fecundidad de las mismas, siendo esta la explicación sobre la proliferación de algunas especies en los sistemas de cultivo

que usan frecuentemente Glifosato (Forcella, 2002). En el caso de la saetilla se ha demostrado que pocas plantas tardías, pueden dar más semillas viables que las que crecen temprano en alta densidad de plantas (Forns *et al.*, 1999). Recientemente se ha comenzado a utilizar el término "escape" como una acepción mas amplia relacionada al manejo en post-emergencia y a la posibilidad de la identificación de biotipos tolerantes al Glifosato. Sin embargo Forcella (2002) define como "escape" solo a aquellas malezas que presentaban bajos niveles de emergencia al momento de la aplicación del Glifosato, especialmente al momento del primer tratamiento con dicho producto durante el manejo de las sojas RG.

La emergencia de los escapes varía según especie y condiciones climáticas. En este sentido, los estudios sobre fechas normales de emergencia de diferentes malezas para una localidad determinada y la construcción de modelos predictivos de emergencia constituyen una valiosa información para la programación del manejo del cultivo.

La identificación y cuantificación de los escapes constituye una manera de evaluar a las nuevas malezas emergentes, para determinar cuales serán las especies dominantes en las próximas campañas. Su distribución en el campo se puede representar en mapas de malezas con auxilio de un GPS, lo que también es factible de realizar con el monitor de rendimientos al momento de la cosecha.

MANEJO DE MALEZAS EN SOJAS RG CON SIEMBRA DIRECTA

INTRODUCCIÓN

Aunque la tecnología del cultivo sin labranza es de antigua data, el primer tratamiento formal del tema se realiza en 1976 auspiciado por la Delegación NOA de la Asociación Argentina para el Control de Malezas. Con esta cita se formula el reconocimiento a la labor desarrollada por el INTA, la EEAOC, AACREA, las Universidades Nacionales y los productores y asesores que fueron participantes del desarrollo de esta tecnología.

La EEAOC ha sido pionera en el NOA, en cuanto a la experimentación y difusión de tecnología sobre labranza reducida y siembra directa, habiendo realizado experiencias sobre manejo de malezas en barbechos (Olea, 1990; Olea *et al.*, 1996). En más de una década de evolución de la siembra directa en el NOA, se pueden indicar tres etapas en el desarrollo de la misma. Ellas son:

- 1.- Etapa inicial (barbecho químico): caracterizada por el empleo de bajas dosis de Glifosato, su mezcla con 2,4-D y el inicio de una sucesión de malezas bajo la influencia de este herbicida y la no remoción del suelo.
- 2.- Etapa intermedia: caracterizada por el incremento de la dosis de Glifosato en los barbechos químicos y el ajuste de la misma al estadio y tipo de maleza.
- 3.- Etapa actual: iniciada desde el cultivo de variedades de soja resistentes, donde se masifica el empleo del Glifosato.

EL GLIFOSATO

El glifosato es un herbicida sistémico no selectivo, que actúa en post-emergencia con un amplio espectro de control, considerándose a su descubrimiento como uno de los acontecimientos más importantes en la agricultura de los últimos tiempos. La tecnología de producción de soja basada en el empleo del Glifosato en barbechos químicos y en el cultivo, ha posibilitado la expansión del área cultivada con soja en el NOA y ha resultado ser más económica que los anteriores métodos de manejo de malezas.

El glifosato técnico es un ácido, pero se usa comúnmente en forma de sales, siendo las más comunes la sal isopropilamina de glifosato (IPA), la sal potásica y la sal trimetil sulfonio.

Las formulaciones comerciales más comunes de Glifosato se caracterizan por contener 480 g/l de sal isopropilamina de glifosato y el surfactante POEA (polioxietil amina). En esa cantidad de producto activo está contenida su fracción ácida, que es la que realmente tiene efecto herbicida y llega al sitio de acción. El equivalente ácido es la medida de ese contenido en la formulación y constituye un dato importante al momento de la determinación de las dosis.

Las diferencias en las concentraciones de los ingredientes, en la clase o mezclas de POEA u otros surfactantes adicionales o el agregado de sales como el sulfato de amonio, constituyen la base de las diferentes formulaciones que se presentan en el comercio, muchas de las cuales presentan un incremento de la actividad del herbicida, expresada generalmente en un menor tiempo transcurrido hasta el amarillamiento de las malezas tratadas y una mayor eficiencia de control.

La relación entre el efecto herbicida, la tecnología para mejorar la absorción, la concentración de activo y el equivalente ácido, es particular para cada caso, razón por la cual la realización de comparaciones y equivalencia de dosis entre diferentes formulaciones de Glifosato resulta difícil de realizar, especialmente cuando las condiciones

climáticas de la aplicación son variables y otros herbicidas son agregados en la mezcla. En estos casos solo las especificaciones del fabricante indicadas en el marbete y la experiencia del productor para sus condiciones particulares, constituyen la mejor fuente de información.

La concentración de Glifosato en una formulación no debe utilizarse para comparar diferentes marcas comerciales, por cuanto pueden corresponder a sales diferentes. Ello sólo puede realizarse sobre la base del equivalente ácido que contiene cada una de ellas, pero este dato no explica la velocidad con que pueden observarse el efecto herbicida y su magnitud (cuanto se absorbe y hasta donde se moviliza), aspecto que resulta mejorado por los otros ingredientes de cada formulación y que son objeto de tecnologías bajo registro, tales como Transorb (Monsanto) o IQ (Syngenta). Tampoco explica el tiempo que debe transcurrir para que una lluvia no lo lave, que varía desde las 6 horas para las formulaciones comunes hasta 4 horas para las más especializadas.

El Cuadro IV.19 presenta las cantidades de equivalente ácido contenidas en diferentes formulaciones comerciales y otras informaciones útiles para el manejo práctico del Glifosato. El Gráfico IV.3 corresponde a un ábaco de doble entrada donde se relacionan las diferentes dosis de producto comercial y de equivalente ácido para las formulaciones presentadas en el Cuadro IV.19.

FACTORES LIMITANTES PARA LA APLICACIÓN DEL GLIFOSATO Y SU CORRECCIÓN

El modo de aplicación del Glifosato tiene gran influencia en los resultados, por cuanto existen diferentes factores que pueden limitar sus efectos, sea por inactivarlo o por impedir que el producto llegue a su sitio de acción dentro de la planta.

El Glifosato se formula como sal y es altamente soluble en agua, pero como la unión de la parte ácida y la básica es débil, se disocia rápidamente en la solución, donde existe como un anión mono, bi o trivalente, de acuerdo con el pH de la solución.

En primer lugar, un factor importante es la calidad de agua con la cual se formula el caldo, por cuanto puede contener ciertos cationes que pueden reaccionar químicamente con el Glifosato y neutralizar su efecto herbicida. Así, las sales de hierro y aluminio tienen un gran poder de desactivación, las de calcio y zinc moderadamente severo y las de magnesio y sodio un efecto moderado.

Desde este punto de vista, la cantidad de Glifosato que

puede ser inactivada depende de la concentración de dichos elementos en el agua, lo que hace necesario contar con un análisis de la misma y si no es apropiada resulta aconsejable incrementar la dosis de Glifosato en un porcentaje relacionado con la proporción que se inactiva. Para ello se utilizan fórmulas que consideran a los factores intervinientes y un índice variable según el elemento que se trate, así para el calcio la fórmula para la corrección de la dosis de acuerdo a su contenido es:

$$\% \text{ Aumento Dosis Glifosato} = \frac{\text{Vol. Total (l/ha)} \times \text{Dureza Total (ppm CaCo}_3\text{)} \times 0,0013}{\text{Dosis de Glifosato (l/ha)}}$$

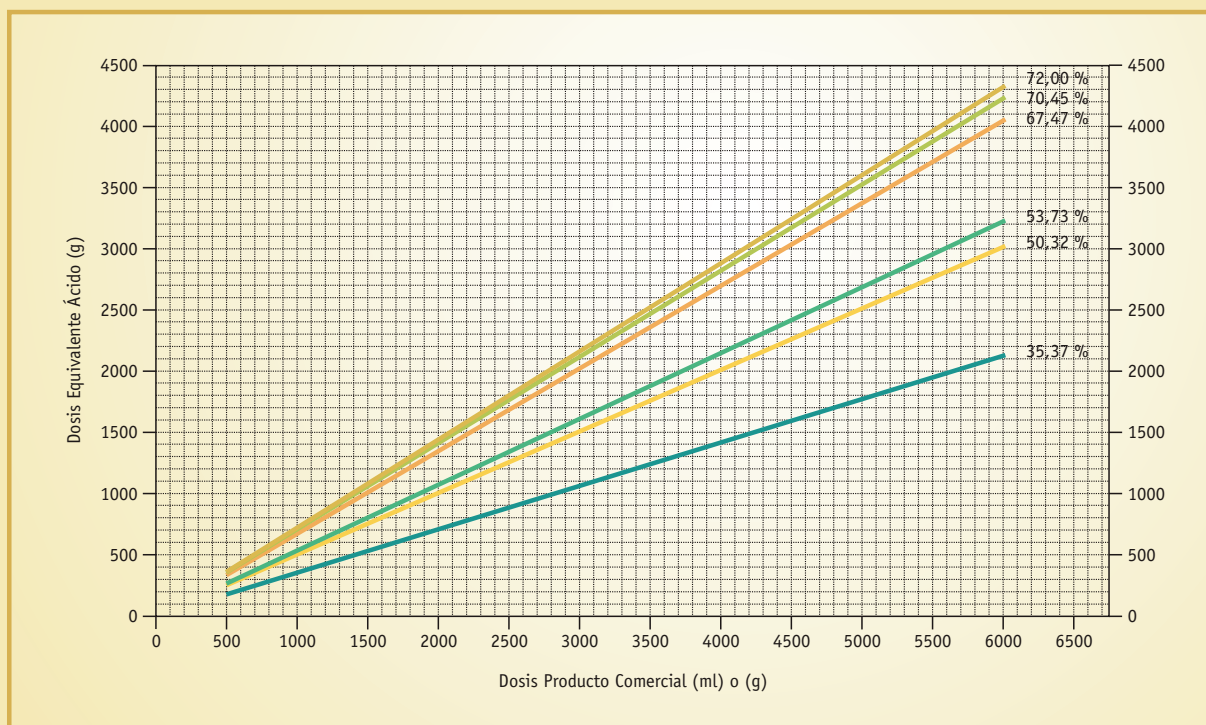
Al igual que con otros agroquímicos, el Glifosato requiere un pH óptimo en el caldo para su aplicación, el que se encuentra en el rango de 4,0 a 5,0 (ajustable de acuerdo a la especie a controlar). En este sentido el pH del agua no se explica solamente por la presencia de los cationes bivalentes antes mencionados o por la presencia de sodio, el cual no tiene una influencia similar a los anteriores en el efecto herbicida, sino que también depende del anión presente. Para optimizar los efectos del Glifosato se han desarrollado productos que neutralizan los cationes que lo afectan (secuestrantes de cationes), otros que corrigen el pH del agua y también otros con ambos propósitos. El empleo de los mismos o de otros métodos para corregir la acidez del caldo (ácido fosfórico), requieren de la identificación del problema (análisis) y de la disponibilidad de métodos para medir la corrección efectuada.

Cuadro IV.19. Algunas formulaciones comerciales utilizadas en el NOA en la campaña 2005, con indicación del tipo de sal, su concentración, formulación y el contenido de ácido del Glifosato para cada una de ellas en una unidad (litro o kilo).

Producto Comercial	Tipo de Sal ¹	Concentración (%)	Equivalente Ácido (%)
Marcas Varias	IPA	48	35,37
Roundup Max	NH ₄	74,7	67,47
Roundup FG	NH ₄	79	71,35
Fusta	NH ₄	40,5	36,6
Roundup Full II	K	66,2	53,73
Sulfosato Touchdown	K	62	50,32
Panzer Max	NH ₄	78	70,45

Referencia 1: IPA = Sal isopropilamina; NH₄ = Sal monoamónica; K = Sal potásica.

Gráfico IV.3. Ábaco para relacionar diferentes dosis de producto comercial y de equivalente ácido para las formulaciones presentadas en el Cuadro IV.19.



Relacionada con la influencia de la calidad del agua en los efectos del Glifosato, está la observación que las pulverizaciones realizadas con bajos volúmenes de agua por superficie son más eficientes. Esta apreciación también se fundamenta en la mayor concentración de producto que existe en una gota de caldo formulado con esa relación, lo cual favorece su difusión en el interior de la planta.

En el NOA se presentan condiciones desfavorables para la aplicación de agroquímicos durante gran parte del día (baja H° relativa, altas temperaturas y vientos). En esas condiciones, las aplicaciones de bajo volumen corren el riesgo que una fracción de las mismas se evapore antes de llegar al follaje, lo que significa una reducción en la dosis que se desea aplicar. Existiendo la tecnología de corrección de pH y de neutralización de cationes indeseables, no se justifica la reducción de los volúmenes de aplicación por debajo de los 80 l/ha para la aplicación terrestre de Glifosato, como tampoco la utilización de volúmenes excesivos si se obtiene una buena cobertura (30-40 gotas/cm²) utilizando menos caldo. Cabe aclarar que cuando el abastecimiento de agua es un factor limitante, el razonamiento es diferente, lo mismo que para las aplicaciones aéreas donde existen otros factores a tener en cuenta.

La cutícula de la hoja es una barrera importante para la penetración de todos los agroquímicos y sus características dependen de cada especie y de las condiciones ambientales imperantes durante su crecimiento. El agregado de aceites minerales no fitotóxicos o vegetales al caldo, lo mismo que el empleo de humectantes siliconados que favorecen la penetración del herbicida, forman parte de la experiencia práctica del productor. En este sentido, cabe aclarar que existen diferentes tipos de aceites y sus fabricantes deben indicar la modalidad para su mezcla con el Glifosato, ya que este herbicida es soluble en agua únicamente.

Otro factor inherente a la calidad del agua para la aplicación de Glifosato, es su contenido de materia orgánica y material coloidal en suspensión, los cuales pueden adsorber e inactivar al herbicida, razón por la que se recomienda el empleo de agua limpia.

Relacionado con la optimización de los efectos del Glifosato, está el agregado de sulfato de amonio al caldo, práctica sobre la que se cuenta con referencias desde el inicio del desarrollo del herbicida (Suwunnamek y Parker, 1975). Esta sal puede utilizarse cuando se emplean aguas duras, por cuanto se ha comprobado que los radicales NH₄ compiten con el calcio, magnesio y sodio por los puntos donde estos cationes se unen con el ácido del Glifosato

disociado en el caldo e impiden la formación de cristales, los cuales no podrán atravesar la cutícula de la hoja. Los beneficios de este agregado se obtienen cuando se emplean aguas duras y dosis bajas de Glifosato, especialmente con algunas especies de malezas (Young *et al.*, 2003). La dosis recomendada es de 1 kg cada 100 l de agua. Recientemente ha comenzado a expendirse en el NOA, una solución de sulfato de amonio para aplicar con una dosis igual al 33% de la correspondiente al Glifosato.

Los surfactantes son necesarios para maximizar el mojado de la hoja y normalmente son agregados por el productor, aunque existen casos en que el producto formulado ya lo contiene y no es necesaria su incorporación. Para evitar provocar problemas relacionados con el exceso de humectantes (lavado), conviene leer las indicaciones del marbete, lo mismo que si está recomendado por el fabricante para su empleo sobre variedades de soja RG (Papa, 1997).

Es importante destacar que las empresas comercializadoras de Glifosato, imparten recomendaciones específicas en cuanto a las modalidades de empleo para sus diferentes formulaciones y las mismas se relacionan con los límites de su responsabilidad. A nivel mundial, algunas de ellas actualmente formulan compromisos de garantía y ayuda técnica a los productores para un mejor empleo de este herbicida. Por esta razón, es aconsejable que las correcciones que se realicen para mejorar los efectos del Glifosato, sean consideradas con los representantes locales de dichas empresas.

DOSIS Y MOMENTO DE APLICACIÓN DEL GLIFOSATO

Utilizando Glifosato común (48 %), entre los 2 y los 5 l p.c./ha, están comprendidas todas las dosis usuales de este herbicida en el NOA. Para la selección de una dosis dentro de ese rango se deben considerar diferentes aspectos.

En primer lugar se debe tener en cuenta la especie de maleza. Dado que el Glifosato es un herbicida total con efectos herbicidas en malezas anuales y perennes, tanto mono como dicotiledóneas, existe una dosis apropiada para controlar cada especie de acuerdo a su estadio de crecimiento, tamaño de los órganos perennes y sus características innatas para absorberlo o detoxificarlo. Con excepción de las especies resistentes (en el NOA solo la soja RG hasta el presente), todas las malezas acusan algún síntoma de toxicidad por efectos de este herbicida, pero en algunos casos el mismo no puede ser considerado como un

control satisfactorio.

Mientras las malezas se encuentran en activo crecimiento y hasta el comienzo de la floración, existen mayores probabilidades de obtener buenos resultados, ya que este producto se absorbe en mayor proporción por los tejidos verdes. Lo opuesto sucede cuando se tienen plantas maduras y condiciones climáticas adversas.

El momento de aplicación es más importante que la dosis de Glifosato, por cuanto con dosis menores pueden lograrse resultados que posteriormente no se pueden alcanzar con dosis mayores cuando las malezas están desarrolladas. El Cuadro IV.20 muestra las dosis expresadas en g e.a./ha de Glifosato, necesarias para controlar diferentes especies de malezas según su crecimiento.

En el manejo de campo, las malezas se presentan en comunidades cuya diversidad no solo incluye diferencias de tamaños, sino también especies que son difíciles de controlar solamente con Glifosato y por ello se lo debe aplicar en las dosis más altas o en mezcla con diferentes productos. Estas especies problemas son las que indican las dosis a utilizar de dicho herbicida y, como su presencia es cada vez mayor, las dosis con que generalmente se lo utiliza oscilan en el rango de 1,0 a 1,4 kg e.a/ha.

Cuadro IV.20. Dosis expresadas en kg e.a/ha de Glifosato, necesarias para controlar diferentes especies según su estadio de crecimiento.

Malezas	Dosis por ha según altura (kg e.a)	
	Hasta 15 cm	Mayor de 15 cm
Gramíneas Anuales	0,88	1,06
Gramíneas Perennes	1,24	1,41
Sorgo de Alepo	0,88	1,06
Gramma Bermuda	----	2,12
Latifoliadas Anuales	1,06	1,41
Latifoliadas Perennes	1,41	----
Cebollín	----	1,41

Es necesario que los fabricantes de las diferentes formulaciones de Glifosato realicen recomendaciones específicas para cada especie de maleza frecuente en el NOA, indicando la dosis necesaria para controlar a cada una de ellas. En este sentido Monsanto (2004) ha elaborado el primer trabajo con estas características en el país, constituyendo un ejemplo que debiera ser imitado.

MALEZAS “EMERGENTES” POR EL EMPLEO DE GLIFOSATO

La siembra directa de la soja y la realización de barbechos

químicos utilizando al Glifosato como herbicida base, es anterior al cultivo de las variedades RG, las cuales hoy representan el 99 % de la superficie cultivada en el NOA. Así, la dinámica poblacional de las especies "difíciles" de controlar y de los "escapes" a dicho producto, ya se vislumbraba desde hace más de un década. El término "malezas emergentes" (Papa, 2004) se utiliza para caracterizar a las especies que, por su tolerancia a las dosis usuales de este herbicida o por germinar luego de su aplicación, pueden completar el ciclo reproductivo e incrementar sus poblaciones en las próximas campañas.

Por presión de selección se entiende al empleo repetido de Glifosato, sin alternancia con otros herbicidas con modo de acción diferente o con otras prácticas de manejo que interrumpan el desarrollo de biotipos resistentes a ese herbicida.

La presión para la selección de biotipos resistentes, que impone el uso continuo de Glifosato, ha originado los siguientes casos de especies resistentes (Herbicide Resistance Action Committee, 2005), indicándose entre paréntesis el país y el año donde fueron encontradas: 1) *Ambrosia artemisiifolia* (USA-2004), 2) *Conyza canadensis* (USA-2003), 3) *Conyza bonariensis* (Sudáfrica-2003), 4) *Eleusine indica* (Malasia-1997), 5) *Lolium multiflorum* (Chile-2001; Brasil-2003), 6) *Lolium rigidum* (Australia-1996) y 7) *Plantago lanceolata* (Sudáfrica-2003). Las dos especies citadas en primer término se generaron dentro de cultivos de soja RG.

Aunque no se pueden comparar los factores que generaron los ataques ALS resistentes en el NOA, con los necesarios para la generación de resistencia al Glifosato en alguna especie, la magnitud del empleo de este herbicida aumenta las probabilidades que ello ocurra (Loux y Stachler, 2005).

El uso casi exclusivo y continuo de Glifosato trae como consecuencia una presión de selección de malezas tolerantes a este herbicida. El término tolerancia hace referencia a la innata baja sensibilidad de la maleza a un determinado herbicida.

Estas especies tolerantes son importantes a nivel regional y su manejo no solo requiere de dosis mayores de Glifosato para lograr controles satisfactorios, sino de otras precisiones en las tecnologías para su manejo (ej. uso de mezclas de herbicidas, manejo de dosis y momentos de aplicación o rotaciones con otros cultivos). Esto indica que con las variedades de soja RG las necesidades de investigación no disminuyeron, sino que aumentaron al tratarse de especies que, en muchos casos, no contaban

con ningún estudio precedente mas allá de su identificación botánica.

También, la presión de selección del Glifosato favorece a aquellas malezas con períodos de emergencia prolongados y concentrados en las etapas más tardías del ciclo del cultivo. La dinámica de la emergencia de malezas varía significativamente en función de distintos factores climáticos, edáficos, agronómicos y genéticos. Pese a su importancia práctica, existe poca información que relacione la emergencia de las principales malezas de la soja con los factores mencionados precedentemente.

El empleo indiscriminado de Glifosato ha comenzado a ser reconsiderado. Las mismas empresas fabricantes del producto indican en los Estados Unidos, las dosis máximas para una sola aplicación y el máximo acumulado en una campaña. Si bien este herbicida ha motivado una "revolución" en el manejo de los cultivos, también ha provocado una "evolución" en la composición de las comunidades de malezas.

CONTROL QUÍMICO EN BARBECHOS

En la actualidad son tres los productos que sirven de base para el control de las malezas que crecen en los barbechos antes de la siembra de la soja. Ellos son Glifosato, Paraquat y Glufosinato. En el NOA, se utiliza casi exclusivamente al primero de ellos, generalmente en mezcla con otros herbicidas.

Los herbicidas citados precedentemente se caracterizan por ser herbicidas totales, capaces de producir en un plazo de tiempo variable entre los 7 y 15 días, el amarillamiento y desecación de toda la vegetación herbácea tratada. Debido a este efecto "quemante", en el idioma inglés se caracteriza a estos tratamientos como "burnt down" (quema y volteo), el cual resulta más descriptivo que la terminología utilizada en nuestro país de "barbecho químico", término más amplio que también comprende a tratamientos realizados con otros herbicidas con propósitos preventivos o acondicionantes (ej. Atrazina, 2,4-D).

La regla fundamental de los barbechos químicos es que no deben existir malezas sin tratamiento herbicida al momento que emerge la soja. En otras palabras, la cama de siembra debe estar libre de malezas sin control químico, por cuanto éstas crecerán más rápido que el cultivo y le competirán desde las etapas más tempranas de su crecimiento.

Sin considerar el empleo de herbicidas residuales solos o en mezclas, aspecto que se tratará posteriormente, los

barbechos químicos se caracterizan porque sus efectos están limitados a las malezas sobre las que son aplicados.

Por esta razón, la decisión de cuando realizarlos dependerá del tamaño, la densidad de la población a controlar y de su respuesta al herbicida o mezcla utilizada.

La mezcla de Glifosato con otros herbicidas en barbechos químicos se realiza para lograr efectos sinérgicos que optimicen el control de algunas especies de malezas. Para ello se realizan mezclas con herbicidas hormonales y con otros cuyos efectos pueden definirse como "de contacto". En el NOA y con destino al cultivo de soja, se posee experiencia en la combinación del Glifosato con 2,4-D, MCPA, Dicamba, Fluroxipir, Carfentrazone, Flumioxazin y Oxifluorfen.

El empleo de 2,4-D en los barbechos químicos es casi inevitable en el NOA, excepto cuando existe una prohibición total para su uso (Santiago del Estero) o para su formulación como éster (Tucumán). Este producto constituye el medio más económico para el control de latifoliadas sensibles a sus efectos, ya que muchas de ellas son tolerantes y pueden detoxificarlo para reanudar su crecimiento aún mostrando las deformaciones que el mismo le ocasionó.

La problemática del empleo del 2,4-D en los barbechos químicos pasa por la determinación de la dosis, la formulación a utilizar y el período que se debe esperar hasta la siembra de la soja luego de su aplicación.

Las formulaciones como éster del 2,4-D son preferidas por su rápido efecto herbicida y menor período de carencia, mientras que las aminas, comparativamente con las primeras, son de mayor solubilidad y pueden ser absorbidas por las raíces de la soja. Como ventaja, poseen menor volatilidad y menor riesgo de causar daños a cultivos sensibles.

Tanto para las formulaciones como ésteres o aminas, las

recomendaciones de marbete u oficiales, sobre el tiempo a esperar hasta la siembra de la soja, son generalmente cautelosas y del orden de los 7 a 30 días según las dosis utilizadas. Tales plazos no guardan correspondencia con los que en la práctica realiza el productor por su propia cuenta y riesgo y que varían entre los cinco y el mismo día de la siembra.

Los herbicidas hormonales disueltos en el suelo pueden ser absorbidos por los órganos que se originan en la germinación de la semilla de soja. La sintomatología tóxica que producen es el engrosamiento del hipocótilo y su torcimiento con geotropismo positivo, por lo que la plántula no llega a emerger y el daño no llega a apreciarse con claridad, a menos que sea total. Esto ocurre con mayores probabilidades en productos de alta persistencia como el Dicamba, o la formulación como sal amina del 2,4-D, pero los ésteres o el MCPA tampoco están exentos de tal riesgo. De acuerdo con Devani (información personal, 2004), la ocurrencia de lluvias dentro de las 48 hs. de aplicada la formulación como sal amina, tiene alta correspondencia con la ocurrencia de daños a la soja en germinación, si es que su siembra ha sido próxima a la realización del tratamiento.

Con respecto a la dosis de 2,4-D, también se debe expresar como equivalente ácido para comparar y dosificar las diferentes formulaciones disponibles en el NOA. Las dosis tendrán relación con el tipo de maleza y su grado de desarrollo. El Cuadro IV.21 muestra las dosis recomendadas para diferentes formulaciones de herbicidas hormonales.

La mezcla de Glifosato con Fluroxipir actualmente en desarrollo en el NOA, se recomienda cuando en la vecindad existen cultivos sensibles a los vapores del 2,4-D, ya que el Fluroxipir (Starane) no presenta ese problema y es eficiente en el control de enredaderas.

Cuadro IV.21. Dosis recomendadas para diferentes formulaciones de herbicidas hormonales, según el estadio de desarrollo de especies no tolerantes al 2,4-D.

Nombre químico común del principio activo	Formulación comercial	Concentración (%)	g e.a. (%)	Dosis por ha (l.p.c.)	
				Malezas pequeñas	Malezas desarrolladas
2,4-D	Sal dimetilamina	60,20	50,17	0,7	2,0
	Sal dimetilamina	86,70	72,25	0,5	1,5
	Éster butílico	100,00	79,42	0,4	1,0
	Éster isobutílico	100,00	82,68	0,4	1,0
Dicamba	Sal dimetilamina	57,71	48,09	0,15	0,25
	Sal dimetilamina (granulado)	87,50	72,92	70 g	140 g
MCPA	Sal sódica	28,00	25,11	2,0	3,0

Los herbicidas Carfentrazone (Aurora), Flumioxazin (Sumisoya) y Oxifluorfen (Koltar), también han sido experimentados para incrementar los efectos del Glifosato común (48%), especialmente con malezas tolerantes como la Santa Lucía, o para acelerar la aparición de la sintomatología del "quemado" en los barbechos químicos, con malezas suculentas como las de los géneros *Portulaca* y *Talinum*.

MALEZAS PROBLEMAS Y TIPOS DE BARBECHOS QUÍMICOS

Actualmente el número de especies problemas en el barbecho no es elevado, ello se puede atribuir en primer lugar al incremento de la dosis de Glifosato, comparativamente con la utilizada en los albores de la siembra directa. A ello se suman los efectos acumulados de la no remoción de suelos sobre su banco de semillas y al empleo continuo de herbicidas.

Los barbechos químicos para el cultivo de soja se pueden clasificar en dos clases, de acuerdo a si existe una sucesión de cultivos en el año (barbechos cortos) o se practica una monocultura de soja (barbechos largos).

1) Barbechos Cortos: se caracterizan por un corto intervalo libre de cultivos entre la cosecha de la soja y su nueva siembra. En ese intermedio el cultivo de trigo y en menor medida los de cártamo, garbanzo, colza, cebada, avena, etc, cubren el espacio y son objeto de diferentes medidas para el control de malezas.

Los lotes en donde se practica la secuencia indicada anteriormente se caracterizan por no presentar problemas graves de malezas para la soja, no así para el trigo, y se nota en ellos a través de los años, una disminución de las poblaciones de especies estivales que se consideraron problemas en los barbechos, exceptuando aquellas que demuestran una tolerancia a las dosis normales de Glifosato tal como ocurre con *Commelina erecta*.

En los barbechos, luego de la cosecha de un trigo de buen rendimiento, generalmente se presentan rebrotes de malezas propias de ese cultivo, pero su ciclo anual concluye con los fuertes calores. Entre otras especies se puede citar a *Parietaria*, nabos y nabillos, cardos, *Fumaria*, *Verbena*, cebadilla, etc. También conforman esta comunidad diferentes especies estivales de germinación temprana tales como saetilla, verdolaga, ataques, bejucos, afata, etc. Con respecto a las especies perennes, serán importantes solo si el lote presenta discontinuidad en la

siembra de cultivos invernales.

Las dosis usuales de Glifosato (48%) para barbechos químicos con las características citadas precedentemente, oscilan entre los 2,5 y 3,5 l/ha en mezcla con 2,4-D en dosis variables entre los 0,7 y 1,5 l/ha (salamina 60%). Este rango tiene relación con el tamaño que presentan las malezas al momento de la aplicación, por cuanto las dosis bajas pueden no matarlas y sus rebrotes se tornarán en un problema para el manejo de la soja, como ocurre con la verdolaga, las afatas y en algunos casos con los bejucos. Por este motivo resulta conveniente no dejarlas crecer y barbechar químicamente aunque el lote no sea sembrado en el corto plazo.

2) Barbechos Largos: se originan cuando se siembra la soja luego de un período prolongado de barbecho, el que puede contener como constituyentes de su cobertura a rastrojos de soja, maíz u otro cultivo estival y malezas.

El objetivo que se persigue en los barbechos largos, es conservar el agua acumulada para que pueda ser utilizada por la soja siguiente desde los niveles profundos del suelo, cuando ocurren condiciones de sequía (Figuerola *et al.*, 2005). En este sentido, la presencia de cualquier tipo de vegetación atenta contra tal economía y da origen a dos concepciones diferentes, en base al mantenimiento o no de una vegetación de cobertura. Dentro de éstas últimas, algunas malezas pueden desempeñar un rol importante.

Si se trata de mantener un barbecho limpio, el empleo de Glifosato solo o en mezcla con 2,4-D de acuerdo al tipo de malezas, ayuda a tal fin, cuando se comienza a aplicarlo temprano después de la cosecha de la soja. La mezcla con Atrazina u otro producto residual orientado a la especie cuya emergencia se desea controlar, puede demorar la reiteración de otros tratamientos con Glifosato.

La mezcla de Glifosato con Metsulfurón, dosificado este último entre los 3 y 5 g/ha y aplicada temprano (mayo), cuando las malezas están pequeñas y turgentes, brinda un control eficiente. También posee efectos residuales sobre las especies de hoja ancha que pueden germinar durante el invierno. Para su empleo caben las mismas consideraciones que se realizaron en el tratamiento del tema de accidentes fitotóxicos.

El mantenimiento de una cobertura vegetal requiere de su acondicionamiento, en atención a las diferentes especies que pueden presentarse como problemas para su posterior control químico y también para ayudar en la economía del agua almacenada. En este sentido, el empleo de herbicidas hormonales, graminicidas postemergentes o el Glifosato

aplicado luego de cierto crecimiento de la vegetación, pueden ser algunas alternativas de manejo.

La cobertura vegetal del suelo en los barbechos largos de las monoculturas de soja, puede ser promovida mediante la siembra o el fomento de la diseminación de especies tales como la cebadilla (*Bromus catharticus*), avena, vicias, nabos, cardos, etc., que son especies fáciles de controlar posteriormente en el barbecho presiembra. No es recomendable la proliferación de especies problemáticas (malva, gramíneas perennes), a las que se debe tratar de erradicar en las etapas tempranas de su invasión al lote. En este último aspecto, son útiles los estudios sobre la

biología y el control específico de las mismas, para determinar cuando y cómo realizar los tratamientos de control.

MANEJO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES PROBLEMAS EN LOS BARBECHOS

1) Flor de Santa Lucía (*Commelina erecta*): su importancia en el cultivo de soja es creciente desde el inicio de la siembra directa y el empleo reiterado del herbicida Glifosato ya que ambos factores favorecen a sus estrategias de supervivencia y propagación (Figura IV.76).



Figura IV.76. *Commelina erecta*, planta adulta.

Los órganos perennes de la Flor de Santa Lucía, son sus rizomas, de dos tipos: a) los cortos (simpodiales), agrupados en una formación que asemeja una corona y b) los largos (monopodiales), de 10 a 15 cm de largo. Las raíces son de tipo adventicio y engrosadas, presentándose entretejidas formando una "araña" característica. Los tallos aéreos son de consistencia herbácea y crecimiento decumbente, por lo que la planta no adquiere gran altura, pero puede apoyarse sobre la planta de soja y superarla en altura cuando ésta no tiene un buen desarrollo.

Los frutos son cápsulas con tres semillas, dos arriñonadas y la tercera ovoide. Presenta un período de floración muy prolongado (noviembre a abril) que resulta en una alta producción de semillas (600-800 por planta), las cuales arriban al banco en distintos momentos. Las semillas poseen alta viabilidad (95%) y diferentes grados de

dormición, por cuanto una fracción de ellas es capaz de germinar durante la misma estación de crecimiento en que fue producida pero la otra no y constituyen la porción persistente del banco de semillas.

La planta rebrota en primavera desde sus partes subterráneas y a partir de cierto desarrollo comienza a florecer profusamente y sin interrupción durante el verano y el otoño. Aunque los tallos pueden enraizar en contacto con el suelo y constituir nuevas plantas, esta estrategia no representa una vía importante de propagación como lo son sus semillas, las que se producen en grandes cantidades y comienzan a germinar cuando el suelo se encuentra húmedo, desde el mes de diciembre hasta mayo. La mayoría de las plántulas establecidas se originan de semillas ubicadas en el primer centímetro del suelo.

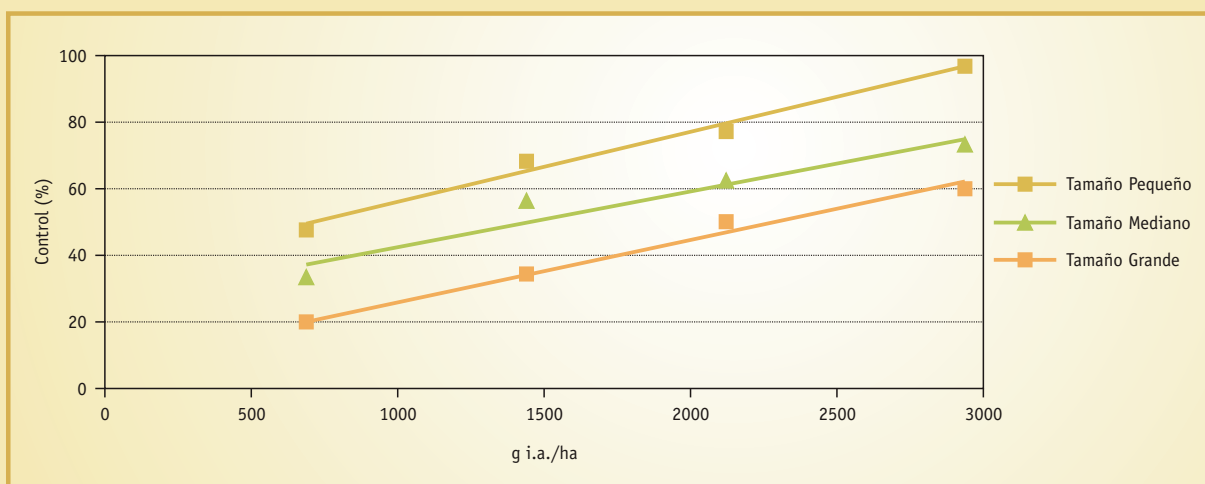
La Flor de Santa Lucía no es una buena competidora,

puesto que la falta de luz, provocada por la competencia de la soja o por las malezas del barbecho, limitan su crecimiento pero no eliminan a sus órganos perennes, desde donde resurgirá nuevamente cuando por algún motivo el cultivo se atrase o se apliquen herbicidas que la misma tolera y eliminen a las otras especies que le compiten.

La Flor de Santa Lucía tolera al Glifosato a las dosis con que se lo utiliza usualmente en los barbechos. El Gráfico IV.4 muestra los resultados obtenidos por Nisenshon y Tieska

(2001), donde se aprecia que el efecto herbicida de dicho producto depende del tamaño de la planta y de la dosis empleada de glifosato (48%). En plantas pequeñas (6-9 cm de altura), se observó un aumento de control con dosis crecientes del herbicida, lográndose valores cercanos al 100% con la dosis de 6 l/ha. En plantas medianas (10-15 cm), con la dosis máxima empleada sólo se logró un control regular (72,5 %). Cuando la aplicación se realizó en plantas grandes (35-40 cm), los controles fueron deficientes inclusive con la dosis más elevada.

Gráfico IV.4. Eficiencia de control de diferentes dosis de Glifosato, sobre plantas de *Commelina erecta* de diferentes tamaños (tomado de Nisenshon y Tieska, 2001).



No se dispone de herbicidas post-emergentes que solos o en mezclas permitan alcanzar niveles de control elevados. Entre las mezclas de herbicidas más empleadas se encuentra Glifosato + 2,4-D. Sin embargo, con la aplicación de este tratamiento, en la mayoría de los casos no se observa mortalidad de los órganos subterráneos y la planta rebrota posteriormente.

La explicación de los fundamentos de la tolerancia natural de la *Commelina* al Glifosato no está estudiada. Probablemente tenga alguna relación con las dificultades que se presentan a la penetración del herbicida, sea por su serosidad o por el repliegue y ocultamiento del haz de sus hojas, que ocurre durante las horas de mayor insolación. Por este motivo resulta aconsejable realizar los tratamientos de control en condiciones favorables (hora, volumen, humectantes, temperatura, humedad, etc).

Estudios recientes realizados por las Secciones Manejo de Malezas y Granos de la EEAOC, demuestran que los mejores resultados se logran mediante el efecto sinérgico del 2,4-D en mezcla con Glifosato, habiéndose obtenido buenos resultados cuando se empleó una dosis de 1,5 l/ha de sal

amina (60%). Estas experiencias indicaron la importancia de las mezclas con 2,4-D, cuyos resultados son más seguros que los obtenidos con las mezclas con Carfentrazone, Aminotriazol u Oxifluorfen, aunque éstas en algunos casos lograron incrementar de 7 a 10 días los efectos supresores.

Es importante conocer que hasta el momento ningún tratamiento herbicida ha logrado en el NOA eliminar a los órganos subterráneos, mediante una sola aplicación de Glifosato y en dosis económicamente razonables. Lo máximo logrado ha sido un control de la parte aérea próximo a los 30 días, a partir de los cuales comienza a rebrotar. Lo que se ha observado es que se obtiene un quemado más rápido mediante la utilización de la sal potásica del Glifosato (Sulfosato y Roundup Full) en mezcla con 2,4-D. Tampoco existe una caracterización de la aptitud de diferentes herbicidas residuales para el control de la emergencia originada por semillas.

2) Poáceas Perennes: grupo constituido por malezas que difieren entre sí, en cuanto a su biología y taxonomía

(*Trichloris* sp., *Pappophorum* sp., *Chloris* sp., *Digitaria insularis*, *Panicum* sp., etc.), pero que pueden ser comparables en cuanto a su tolerancia al Glifosato, en las dosis usuales para ese herbicida en los barbechos (hasta 3,5 l/ha) (48%).

La existencia de periodos sin la realización de prácticas que las controlen dentro del cultivo de soja, o en el de sus rotaciones, permite la difusión de diferentes gramíneas que poseen gran fecundidad y pueden diseminarse con el viento. Así se han observado germinaciones de *Trichloris* inmediatamente después de realizado el barbecho químico de presiembra o después de la última aplicación de Glifosato antes del cierre del canopeo de la soja, lo que significa que si no existe otro tratamiento post-emergente, estos nacimientos podrán constituir nuevas matas perennes.

La rotación con maíz le brinda a estas especies un ambiente ideal para su propagación, ya que los escapes a los herbicidas residuales utilizados en ese cultivo, encuentran protección en los residuos de cosecha y emergen como matas bien formadas en la estación cálida. Se considera que la mínima dosis de Glifosato 48 % para el control de *Trichloris* es de 4 l/ha, con la cual puede lograrse una eficiencia del 80 % a los 15 días después de la aplicación. Con las formulaciones con sal potásica a una dosis de 4 l/ha se obtiene un control del 90%, y un quemado más rápido. Si existe algún rebrote, será controlado por el herbicida utilizado para el manejo de la soja RG. Las buenas condiciones para la aplicación y el buen mojado de la planta, se relacionan con los mejores controles.

Los barbechos químicos anticipados realizados en el otoño constituyen una estrategia recomendable para eliminar a las matas pequeñas de gramíneas perennes nacidas en esa campaña, las cuales pueden sobrevivir a las heladas invernales. También son recomendables los tratamientos de manchoneo para las plantas grandes que actúan como semilleros.

Con respecto a *Pappophorum*, no existen estudios específicos por cuanto su población recién se está incrementando, aparentando ser más tolerante al Glifosato que el *Trichloris*. El empleo de herbicidas residuales graminicidas en la soja, puede ser otra estrategia para el control de estas malezas y también para disminuir el número de tratamientos con Glifosato requerido actualmente.

3) Latifoliadas Perennes: estas especies presentan la

particularidad de tolerar al Glifosato en las dosis habituales de manejo, especialmente cuando han logrado cierto desarrollo en su sistema radicular y la suberificación en sus tallos. Algunas toleran al herbicida 2,4-D, pero el sinergismo que se logra mediante su mezcla con Glifosato, permite lograr mejores resultados.

En todos los casos se propagan por semillas, conociéndose para algunas especies cuales son los mejores herbicidas residuales para su control en preemergencia. En su ausencia, la suerte de los nacimientos que ocurran dentro de la soja, dependerá del momento en que ocurra el primer tratamiento post-emergente y su eficiencia de control. El canopeo del cultivo representa una seria limitación para su crecimiento, el cual se activa cuando disponen de luz al entregarse la soja y en ausencia de un cultivo invernal cuentan con parte del otoño y la primavera para crecer libremente.

Los enmalezamientos importantes con estas especies coinciden con la no realización de prácticas para su manejo durante el período de barbecho. La restricción de su crecimiento mediante el empleo de 2,4-D aplicado en el otoño o comienzos del invierno, resulta importante para lograr mejores resultados en el barbecho químico de presiembra.

Del mismo modo, dada la distribución en manchones que presentan estas especies en las fases iniciales de la invasión, resulta aconsejable la realización de tratamientos localizados en esos sectores (manchoneos) durante el período de barbecho. En ese sentido, la mezcla de 2,4-D o MCPA con Dicamba para el control de malva, tomatillo, cafetillo y afata, o de Fluroxipir (Starane) más Bromacil o Atrazina para el control de sandía del zorro, pueden ser utilizadas para tales fines.

4) Soja RG Guacha: las plantas guachas de soja resistente a Glifosato constituyen un problema para el manejo del cultivo, fundamentalmente por ser fuente de inóculo de algunas enfermedades (roya, oidio) y por competir con el cultivo normal.

La dosis de 2,4-D necesaria para controlar una planta guacha es variable de acuerdo con su estadio de crecimiento y la época del año, pudiendo variar desde los 240 g.e.a/ha para el control de plantas tiernas, en los estadios V1 ó V2, hasta los 950 g.e.a/ha, en estadios avanzados. La mezcla de Paraquat (Gramoxone) con 2,4-D constituye una alternativa para la realización de barbechos químicos con este propósito.

MANEJO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE VARIEDADES RG

La tolerancia de las variedades de soja resistentes al Glifosato es total, por lo que se lo puede aplicar desde la emergencia de las hojas cotiledonales, hasta la floración y fructificación. Por otra parte, este herbicida controla eficientemente a la mayoría de las especies de malezas, aún en estadios avanzados de su ciclo de crecimiento.

Siendo el Glifosato un herbicida postemergente, no impedirá la competencia de las malezas hasta la fecha de su aplicación, ni la que ocurrirá posteriormente, si es que ocurren nuevas emergencias antes del cierre del canopeo. De este modo, el número de tratamientos de Glifosato en las variedades resistentes está definido no sólo por las características del herbicida, sino también por la dinámica de la competencia entre la soja y las poblaciones de malezas. Esas interacciones no están en su mayoría cuantificadas, de manera que no es posible realizar recomendaciones precisas para cada situación competitiva. En general, puede afirmarse que cualquier factor que disminuya la competitividad del cultivo tiende a aumentar el período crítico libre de malezas y, por lo tanto, a incrementar la frecuencia de uso del Glifosato (Vita *et al.*, 2000).

Las malezas que emergen junto al cultivo pueden afectar los rendimientos en un 1% por cada día de competencia (promedio), a partir de los estadios V2 o V3 del ciclo de crecimiento de la soja. Si las malezas superan en tamaño al cultivo, provocarán su etiolación y éste no desarrollará un canopeo normal, aunque el herbicida elimine totalmente la competencia. Por este motivo no es conveniente demorar la primera aplicación de Glifosato, con la expectativa de realizar un solo tratamiento.

El promedio de tratamientos con Glifosato durante el cultivo de la soja puede ser indicador de la existencia de malezas problemáticas y de las condiciones climáticas para la emergencia de malezas y el desarrollo del cultivo. En el inicio de la producción de las variedades RG, dicho promedio en Tucumán era de un tratamiento, luego de 1,5 en 2002 y posteriormente en 2003 nuevamente uno, esto último atribuido a la falta de humedad superficial que promoviera la emergencia de malezas antes del cierre del canopeo en esa campaña (Olea *et al.*, 2002; Figueroa *et al.*, 2003).

Los tratamientos tempranos frecuentemente requieren su repetición antes del cierre y la última aplicación no debe realizarse cuando el cultivo ofrece un fuerte efecto pantalla para la llegada del producto, especialmente

cuando no se utilizan pastillas para aumentar la penetración del asperjado.

Con respecto a la dosis de Glifosato a utilizar en los tratamientos postemergentes, son aplicables las indicadas en el Cuadro IV.20, con la salvedad que algunas especies, aunque sean pequeñas y herbáceas como en el caso de los bejucos, pueden tolerar las dosis inferiores.

Los bejucos (*Ipomoea sp.*) constituyen en nuestro medio el primer caso generalizado de especies a las que el Glifosato no controla eficientemente y con las cuales una sola aplicación no tiene buen resultado, por lo cual se necesita la realización de otro tratamiento sucesivo (Figura IV.78).

La tolerancia de los bejucos depende de la especie, el estadio en que se encuentre y de la dosis de Glifosato utilizada. En general, cuando las plantas superan los 2 nudos, puede esperarse que algunas de ellas sobrevivan y puedan rebrotar, especialmente cuando la dosis usada del herbicida al 48 % se encuentre en el rango de los 2 a 2,8 l/ha, pero también puede ocurrir con valores mayores, debido a problemas con la aplicación (intercepción, distancia entre picos, condiciones climáticas, etc.). Como regla general, no debe dejarse que los bejucos superen los 5 cm de altura sin ser controlados.

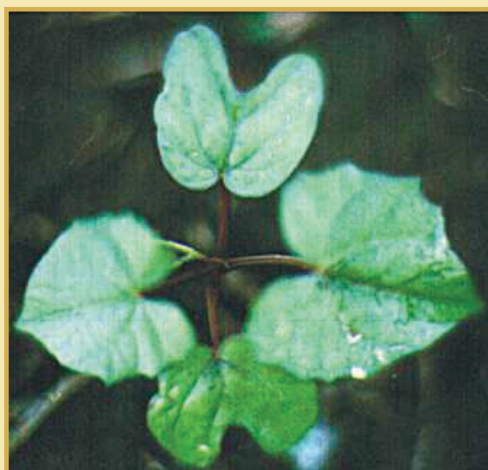
La naturaleza trepadora de los bejucos permite que las plantas nacidas antes del cierre del canopeo de la soja puedan superar en altura al cultivo y luego expandirse sobre el mismo, encontrando en el otoño las condiciones ideales para su crecimiento y desarrollo. El cultivo de variedades de soja de ciclo corto impiden, con su cosecha temprana, que algunas especies alcancen su período de fructificación, pero las que lo logran serán ayudadas por las trilladoras para la diseminación de las semillas, incrementando el nivel de infestación del lote invadido.

El empleo de variedades de soja RG significó el abandono del manejo de malezas en pre emergencia, pero actualmente comienza a ser utilizado nuevamente, tanto para el manejo de especies que no son controladas eficientemente por el Glifosato, así como también para flexibilizar el número y oportunidad de las aplicaciones en post-emergencia. Los estudios de Forcella (2002) indican para los Estados Unidos que las mayores producciones y la menor diversidad en las poblaciones de los escapes, se relacionan con el empleo de sistemas que combinan tratamientos pre y postemergentes. En nuestro medio, tal problemática fue considerada específicamente (Papa *et al.*, 1999; Olea *et al.*, 2002) y en la actualidad se considera que constituye una herramienta necesaria para el manejo de grandes explotaciones, donde la oportunidad de aplicación puede no coincidir con la disponibilidad de pulverizadoras.

Figura IV.78 a. Diferentes especies del género *Ipomoea* en estado adulto y de plántula
(Fotos gentileza Lic. Ricardo Roncaglia).



Ipomoea alba



Ipomoea cordat triloba



Ipomoea nil

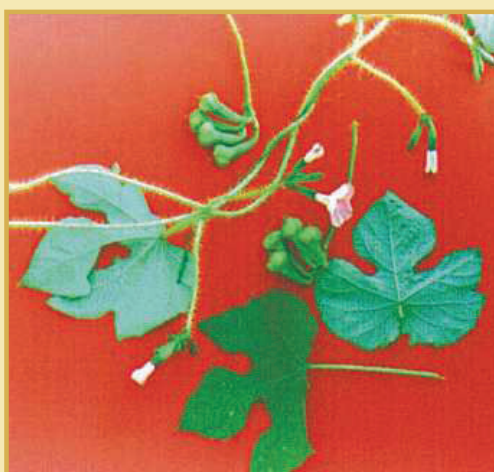
Figura IV.78 b. Diferentes especies del género *Ipomoea* en estado adulto y de plántula
(Fotos gentileza Lic. Ricardo Roncaglia).



Ipomoea amnicola



Ipomoea indivisa



Ipomoea setosa

Actualmente, para el manejo de los bejucos en el NOA se realizan tratamientos preemergentes con 0,8 a 1 l/ha de Imazaquin (Scepter) debido a su disponibilidad y precio, condiciones que también pueden predisponer al empleo de otros herbicidas (Diclosulam, Sulfentrazone). Se prevé que idéntica estrategia será necesaria para evitar el surgimiento de nuevas plantas de *Commelina* y de otras especies que se encuentran en estudio. También esta técnica significa una rotación de modos de acción de herbicidas.

Una variante en el empleo de los herbicidas residuales, consiste en aplicarlos alrededor de 10-15 días después de la emergencia de la soja, en mezcla con el Glifosato. De este modo se trata de evitar la posible competencia temprana de malezas y la realización de un segundo tratamiento postemergente por el control ejercido por el producto residual. La ventaja de esta metodología dependerá tanto de la efectiva ocurrencia de una competencia temprana como del tipo de escape que se desea controlar. Un ejemplo de lo expresado precedentemente, es la aplicación de Imazetapir (Pivot, 600 cm³/ha) o de Diclosulan (Spider, 16 g/ha), en mezcla con la dosis de manejo de Glifosato. Estas fórmulas han demostrado un incremento en el control de los bejucos emergidos y un efecto herbicida residual en el suelo, cuando son aplicados en los estadios V3 a V5. Propósitos similares y para el manejo de escapes de gramíneas o el desarrollo de genotipos resistentes pueden lograrse mediante el empleo de otros herbicidas tales como Acetoclor o Metolaclor (Papa, 2003).

El Cloramsulan (Pacto, 40 g/ha) ha demostrado ser un muy buen complemento del Glifosato para el control selectivo de bejucos y otras malezas (Franey y Hart, 1999; Olea *et al.*, 2002).

Los tratamientos postemergentes tardíos tienen como fin el manejo de los escapes, especialmente cuando éstos pueden dificultar la cosecha o afectar la calidad del grano. Su control con Glifosato debe realizarse cuando resta un número de días hasta la cosecha, suficientes para que las malezas se sequen. Cuando ya se produjo el volteo de las hojas del cultivo, debe tenerse en cuenta el estado de madurez del grano para la elección de otros productos alternativos (Paraquat ó 2,4-D).

CONSIDERACIONES FINALES

Las malezas han sido un factor limitante para la producción de soja desde el inicio de su cultivo en el NOA y demostraron su capacidad para invadir las nuevas áreas

incorporadas a la producción, adaptándose a los diferentes sistemas de manejo utilizados.

Contrariamente a lo previsto, el empleo de las variedades RG no ha significado el fin de las malezas en el cultivo, sino el origen de nuevos problemas que requieren de nuevas precisiones e informaciones. La historia del cultivo en el NOA brinda la experiencia necesaria para realizar las mejores prácticas de manejo que aseguren la no reiteración de problemas ya conocidos.

La proliferación de especies tolerantes o la aparición de una resistente al Glifosato, solo 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.

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 mas económicas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ❑ Ballaré, C. L., A. Scopel, C. Ghersa y R. Sánchez. 1987. The population ecology of *Datura ferox* in soybean crops. A simulation approach incorporating seed dispersal. *Agricultura, Ecosystems and Environment*, 19: 177-188.
- ❑ Bedmar, F., M. Monterubianesi y J. Perdigón. 2000. Phytotoxic persistence of chlorimuron and metsulfuron in soils of the Pampean region of Argentina. Abstracts Third International Weed Science Congress. Foz do Iguassu, Brazil. Junio 6 al 11 de 2000.
- ❑ Behrens, R. and W. E. Lueschen. 1979. Dicamba volatility. *Weed Sci.* 27: 486-493.
- ❑ Ellis, J. M., D. R. Shaw, and W. L. Barrentine. 1998. Soybean seed quality and harvesting efficiency as affected by low weed densities. *Weed Technol.* 12: 166-173.
- ❑ Eyherabide, Juan José. 2000. Soja: Control de Malezas Integrada FCA-EEAB. [En línea]. Disponible en <http://www.intabalcarge.org/eventos/CGruesa2000/sojacohtml.htm>.
- ❑ Figueroa, O., I. Olea y M. Devani. 2003. Manejo de malezas en soja. Análisis de la campaña 2002/2003 y labor realizada en la EEAOC. *Pub. Esp. EEAOC* (23).

- ❑ Figueroa, L. R., M. Morandini, C. Hernández y M. Figueroa. 2005. Estudio comparativo de la evolución de la humedad del suelo en parcelas en barbecho y con trigo. Eficiencia de conservación del agua almacenada. Rev. Ind. y Agric. de Tucumán. En prensa.
- ❑ Forcella, Frank. 2002. Weed scapes and diversity in glyphosate-tolerant soybean: trends along a transect from Minnesota to Louisiana. North Central Weed Science Society Abstracts. 57: 178.
- ❑ Forns, A., I. Olea, y M. Devani. 1999. Manejo de *Bidens subalternans* en siembra directa de soja. En: MERCOSOJA. Rosario. Junio de 1999.
- ❑ Franey, R. J. and S. E. Hart. 1999. Time of application of cloransulam for giant ragweed control in soybean. Weed Technol. 13:825-828.
- ❑ Hartzler, B. 2003. Effect of dicamba on soybean yields. ISU Weed Science [En línea].
- ❑ Hartzler, B. 2004. Sulfentrazone and flumioxazin injury to soybean. ISU Weed Science [En línea]. Herbicide Resistance Action Committee. 2005. Disponible en <http://www.weedscience.org/in.asp>.
- ❑ Loux, M y J. Stachler. 2005. Lambsquarters control issues in roundup ready soybeans - C.O.R.N Newsletter [En línea] 2005-19. Crop Observation and Recommendation Network. The Ohio State University. Disponible en <http://agmr.osu.edu>.
- ❑ Mitidieri, A. 1989. El problema de las malezas en soja y su control en la República Argentina. En: IV Conferencia Mundial de Investigación en Soja. Buenos Aires, 5-9 de Marzo de 1989. 4, pp. 1657-1664.
- ❑ Monsanto Argentina S.A.I.C. 2004. Roundup Full II Manual de Uso, Región NOA y NEA.
- ❑ Nisensohn, L. y D. Tuesca. 2001. Especies de malezas asociadas al nuevo modelo productivo de la región: *Commelina erecta*. Agromensajes. Fac. de Cs. Agrarias. UNR, (5): 10-11.
- ❑ Nordby, D. y A. Hager. 2004. Plant growth regulator injury. The Bulletin [En línea] (25) Article 7/December 3, 2004. Disponible en <http://www.ipm.uiuc.edu/bulletin/pdf/PGR.pdf>.
- ❑ Olea, I. 1990. "Manejo de malezas en sistemas de labranza conservacionistas". Avance Agroind. (43): 3-11.
- ❑ Olea, I., M. Devani y A. Forns. 1995. Recomendaciones para el buen uso de agroquímicos en el cultivo de soja. Pub. Esp. EEAOC (12).
- ❑ Olea, I., N. Dantur, A. Forns y M. Morandini. 1996. Barbecho Químico para la siembra directa. Avance Agroind. (67): 21-25.
- ❑ Olea, I. 1997. Consideraciones sobre el decreto 1610/3 y la receta agronómica. Medidas para el buen uso del 2,4-D y otros herbicidas. Avance Agroind. (70): 27-31.
- ❑ Olea, I., A. Forns y G. Salas. 1999. Control de *Amaranthus quitensis* resistentes a herbicidas inhibidores de la enzima ALS. En: MERCOSOJA. Rosario. Junio de 1999.
- ❑ Olea, I, M. Devani y G. Lopez. 2002. Manejo de malezas en el cultivo de soja. Pub. Esp. EEAOC (22): 64-66.
- ❑ Papa, J. 1997. Efectos de diferentes tipos de glifosato sobre la biomasa en soja RR (Cultivar A 6401 RG). INTA Oliveros, Argentina.
- ❑ Papa, J. C., J. C. Ponsa, E. Puricelli y D. Tuesca. 1999. Control de malezas en postemergencia con glifosato en mezcla con herbicidas residuales. Para Mejorar la Producción 11. Campaña 1998-1999. Soja. INTA. Macrorregión Pampeana Norte. EEA Oliveros.
- ❑ Papa, J. C. 2003. Valuación de la eficacia de glifosato en mezcla con graminicidas residuales en aplicaciones de postemergencia sobre soja RR [En línea]. Disponible en <http://www.e-campo.com/sections/news/display.php/uuid.5EA381FA-BF33-4F48-A30C09D270475D1A/>.
- ❑ Papa, J. C. 2004. Malezas "novedosas" de importancia emergente con baja susceptibilidad a herbicidas. En: 5to. Seminario de Productores AAPRESID. Siembra Directa en el Norte. Tucumán, 6 y 7 de julio de 2004. pp. 20-23.
- ❑ Roncaglia, R. 1993. Malezas frecuentes en el norte argentino. Cátedra de Botánica Especial de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

- Roncaglia, R., O. Arce, N. De Marco, F. Krapovickas, B. Díaz y N. Mansilla. 1998a. Evaluación del efecto de la maleza *Bidens subalternans* D. C. sobre la calidad del grano de soja cosechado tardíamente. Primera Reunión de Producción Vegetal del N.O.A. Tucumán. Argentina. Octubre de 1998. [CD Rom]. pp. 243-245.
- Roncaglia, R., N. De Marco, O. Arce, F. Krapovickas, B. Díaz y N. Mansilla. 1998b. Evaluación del efecto de la maleza *Acanthospermum hispidum* D. C sobre la calidad del grano de soja cosechado tardíamente. Primera Reunión de Producción Vegetal del N.O.A. Tucumán. Argentina. Octubre de 1998. [CD Rom]. pp. 246-248.
- Roncaglia, R. 2000. Malezas frecuentes en el norte argentino. Cátedra de Botánica Especial de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Roncaglia, R, N. De Marco y Olea, I. 2005. Malezas de importancia emergente en sistemas cultivados anuales en la provincia de Tucumán. Relevamiento florístico y estrategias de manejo de las principales especies. Proyecto C.I.U.N.T N° A 324. Documento inédito. Consejo de Investigadores de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Suwunnamek, U. y C. Parker. 1975. Control of *Cyperus rotundus* with glyphosate: the influence of ammonium sulphate and other additives. Weed Res. (15): 13-19.
- Vitta, J., D. Tiesca y L. Nisensohn. 2000. La difusión de los cultivares RR y la tecnología de control de malezas: "¿hay un avance?". Agromensajes. Fac. de Cs. Agrarias. UNR, (2): 3-4.
- Weidenhamer *et al.* 1989. Dicamba injury to soybean. Agron. J. 81:637-643.
- Young, B. G., A. W. Knepp, L. M. Wax and S. E. Hart. 2003. Glyphosate translocation in common lambsquarters and velvetleaf in response to ammonium sulfate. Weed Sci. 51: 151-156.



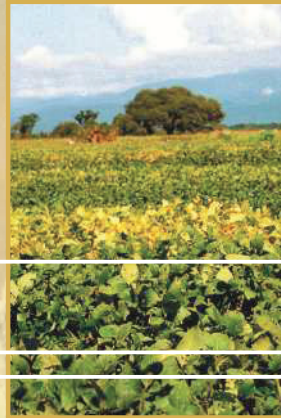
CHAMPAQUI
semillas de soja



ACEITERA GENERAL DEHEZA S.A.

ACOPIOS TUCUMÁN y SALTA

**Ruta 303 - Km. 2 - (4111) Colombres - Tucumán - Tel. (0381) 4891004 / 4891010 / 4891011
Juan Carlos Dávalos 490 - (4190) Rosario de la Frontera - Salta - Tel. (03876) 482366 / 482369**



CAPÍTULO V

CALIDAD Y TECNOLOGÍA DE SEMILLAS



ASPECTOS RELACIONADOS
A LA CALIDAD Y TECNOLOGÍA
DE SEMILLAS

ASPECTOS RELACIONADOS A LA CALIDAD Y TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

Ada S. Rovati - Cynthia L. Prado - Evaristo Paz

INTRODUCCIÓN

En la agricultura moderna, la semilla es uno de los factores responsables del éxito o fracaso de la producción, ya que en ella se reúnen todas las potencialidades productivas del cultivo. La utilización de diferentes prácticas agrícolas, como elección de variedades, sistemas y fechas de siembra, fertilización, riego, entre otras, están destinadas principalmente a permitir una completa manifestación del potencial intrínseco de la semilla, posibilitando así la obtención de mejores rendimientos.

La calidad de la semilla es un concepto muy amplio en el que se integran atributos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios, los que actuando en conjunto determinarán la capacidad de la semilla de originar plantas de alta productividad. Estos atributos pueden mantenerse o ser modificados en diferentes grados y momentos por factores bióticos y abióticos, como son las adversidades "a campo" durante el período de desarrollo, los daños que se producen en la cosecha, limpieza, clasificación, almacenamiento, transporte, etc., los que se suman al envejecimiento natural de la semilla, propio de todo organismo vivo (Franca Neto *et al.*, 1994). Por lo general los daños son irreversibles, siendo preciso arbitrar todas las medidas necesarias para preservar y mantener la calidad de la mejor manera posible a través del tiempo (Popinigis, 1985).

En nuestra región la producción de semillas habitualmente enfrenta permanentes desafíos, registrándose, según las campañas, pérdidas en la producción y calidad de la semilla, debido a la incidencia de una o más de las adversidades antes mencionadas (Rovati *et al.*, 1991, 1997, 2000, 2001).

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD EN EL CAMPO

DAÑO POR HUMEDAD

En nuestra zona, este tipo de daño es uno de los de mayor incidencia y está ligado a las condiciones ambientales que generalmente acontecen entre madurez fisiológica y cosecha, caracterizadas por alta frecuencia e intensidad de precipitaciones, como así también de días nublados.

Es importante destacar que la máxima calidad, máximo vigor y viabilidad de la semilla se presenta en madurez fisiológica, momento en el cual la semilla posee alrededor de 45% de humedad y máximo peso seco. Consecuentemente, las condiciones ambientales adversas, que ocurren a partir de este punto y hasta la cosecha (período que puede variar entre unos pocos días a semanas), afectan la calidad, la que tiende a decrecer, ocasionando o predisponiendo a la semilla a un deterioro acelerado.

La semilla de soja es higroscópica y por ende su contenido de humedad está en relación con la humedad del ambiente, aspecto que se hace más evidente cuando la semilla está seca (momento de la trilla). La exposición de la semilla en forma alternada a períodos de baja y alta humedad, debido a lluvias, lloviznas o alta humedad relativa del aire, producen sucesivas expansiones y contracciones de los tejidos, a raíz de la repetida absorción y pérdida de humedad, que inducen finalmente a la disminución de elasticidad de los tejidos constituyentes de las distintas partes de la semilla (tegumento, cotiledones,

eje embrionario). El grado de expansión y contracción de los tejidos mencionados no es el mismo (debido a su diferente estructura y composición química), razón por la cual se producen arrugas y fisuras en la cubierta seminal, cotiledones y tejidos embrionarios, afectándose la calidad. Esto implica por lo general, degeneración de membranas celulares, cambios bioquímicos (los mecanismos energéticos y de síntesis se afectan) y cambios físicos, los que determinan disminución en la velocidad de germinación y desarrollo de las plántulas, incremento en el número de plántulas anormales y hasta pueden producir la muerte de la semilla. A medida que el deterioro avanza, la tolerancia a condiciones ambientales desfavorables se ve disminuida. Este perjuicio predispone a infecciones por patógenos y a mayor susceptibilidad a daños mecánicos durante la cosecha y clasificación de la semilla. Periodos de trillas muy prolongados, debido a malas condiciones ambientales sumados a la falta de disponibilidad de trilladoras, producen una rápida caída en la calidad de la semilla.

DAÑO POR ALTAS TEMPERATURAS ASOCIADAS A DÉFICIT HÍDRICO

Condiciones climáticas de temperaturas superiores a las normales, asociadas a una disminución o falta de precipitaciones, no solo ocasionan reducciones en la productividad sino también afectan la calidad de la semilla, principalmente el vigor.

Las semillas producidas bajo estas condiciones, por lo general son verdosas, algo más pequeñas y livianas, arrugadas y/o deformadas, variando además la cantidad y calidad de los aceites y proteínas (Figuras V.1, V.2 y V.3).



Figura V.1. Daño por stress en semillas teñidas por tetrazolio. A: semilla normal - B: semilla con daño por stress.



Figura V.2. Daño por stress: semillas verdes y arrugadas.

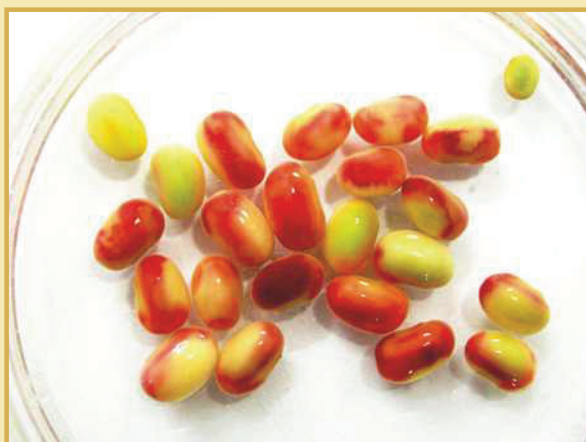


Figura V.3. Daño por stress: semillas verdes teñidas por tetrazolio.

La coloración verdosa de las semillas permanece inalterable en el tiempo y se manifiesta en diferentes porcentajes e intensidades, en forma homogénea en toda la superficie de los cotiledones o bien está reducida a determinados sectores. Las semillas que presentan coloración verde intensa visible tanto en el exterior como en su interior, son las que comprometen en mayor medida la calidad, manifestándose una relación directa entre el número de semillas verdes intenso con el número de semillas muertas (Rovati *et al.*, 2004).

Esta coloración verdosa, en algunos lotes, puede estar acompañada por un pronunciado arrugamiento del tegumento de la semilla, el que se manifiesta interiormente de la misma forma, produciendo daños en el embrión y cotiledones. Estos últimos por lo general, interiormente, adquieren una forma cóncava. En los últimos años se observó presencia de semillas verdes en todas las variedades y grupos de maduración, apreciándose con mayor frecuencia en los grupos cortos. Lotes de semillas con altos porcentajes de este tipo de

daño, no son recomendables para la siembra.

Otra manifestación del estrés mencionado es la presencia de semillas duras, impermeables al agua.

DAÑO POR CHINCHE

Las especies de insectos más frecuentes que causan este daño son *Nezara* sp. y *Piezodorus* sp. Junto con la penetración del estilete, el insecto inocula una levadura, *Nematospora coryli*, que coloniza los tejidos de la semilla, deteriorándolos. Esta infección, que puede observarse en las diferentes partes constituyentes de la semilla, ocasiona lesiones circulares, generalmente deprimidas, arrugadas, de color blanco amarillento o ceniciento, de consistencia corchosa, debido a la muerte de las células, por lo general visibles macroscópicamente. Si se presenta más de una picadura por semilla, el área afectada consigue abarcar gran parte de la misma, ocasionando desde deformaciones muy severas hasta la muerte de la semilla (Figuras V.4 y V.5).



Figura V.4. Daño por chinche en semillas.

Ante infecciones severas se afecta seriamente la calidad de la semilla (germinación y/o vigor), se reducen los rendimientos, puede causar retención foliar (que dificulta la cosecha) y cambios en la composición química (reducción del contenido de aceites y aumento del tenor de proteínas).

Es recomendable ajustar al máximo el control de chinches en los lotes semilleros, especialmente en aquellos en los que se haya detectado la presencia de la plaga y especialmente en los que tuvieron soja en primavera.

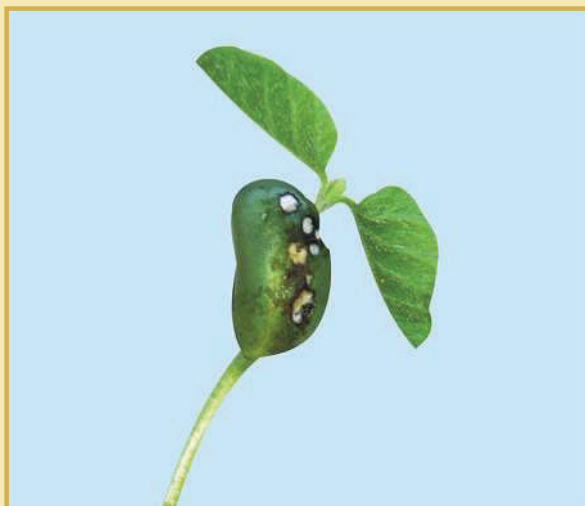


Figura V.5. Daño por chinche en plántula.

DAÑOS POR PATÓGENOS

El deterioro a campo predispone a la semilla al efecto de patógenos, causando algunos de ellos importantes reducciones en el vigor y la germinación. La semilla infectada será uno de los vehículos a través del cual se puede favorecer la dispersión de las enfermedades. En nuestra zona y dependiendo de las condiciones ambientales, las enfermedades más comunes son la podredumbre de la semilla (*Phomopsis*, *Alternaria* sp., *Fusarium* sp.), mancha púrpura (*Cercospora kikuchi*), mildiu (*Peronospora manshurica*), mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*), *Macrophomina phaseolina*, etc. (Ploper, 2001).

El tratamiento de semillas en general es esencial tanto para la prevención de enfermedades como para atenuar las pérdidas de plantas por unidad de superficie. Es importante mencionar que el curado de la semilla no mejora su calidad intrínseca, sino que la preserva.

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DURANTE LA COSECHA Y CLASIFICACIÓN

Los daños de origen mecánico y las mezclas varietales son problemas que están principalmente relacionados con las operaciones de trilla, limpieza y clasificación.

DAÑOS DE ORIGEN MECÁNICO

El daño mecánico en las distintas estructuras de la semilla, es causado principalmente por la trilla, si ésta se realiza cuando las semillas están muy secas o muy húmedas.

Afecta la integridad morfológica y fisiológica, ya que este daño puede manifestarse como micro fracturas, abolladuras (en semillas húmedas), roturas y/o pérdida parcial o total del tegumento, cotiledones y eje embrionario, este último muy expuesto y poco protegido por un fino tegumento, característico de la semilla de soja. Las lesiones pueden o no ser visibles macroscópicamente (Figura V.6).



Figura V.6. Daño mecánico en semillas.

Por lo general la cosecha se realiza cuando la semilla alcanza entre 12 a 15% de humedad, siendo el óptimo alrededor de 13,0%, valor con el cual se disminuyen los daños y las pérdidas en cosecha. Con valores menores a 12% se incrementan los daños cortantes y con valores superiores al 15% se incrementan los planos (abolladuras). El proceso de cosecha, es así, una de las fases más críticas para la obtención de semilla de calidad, siendo de fundamental importancia la "oportunidad de cosecha", como así también la regulación de los equipos que se van a utilizar (velocidad del cilindro, abertura del cóncavo, velocidad de avance, etc.) a fin de facilitar la trilla, disminuir las pérdidas, evitar principalmente los daños mecánicos y favorecer las condiciones de almacenamiento (menor proporción de semillas dañadas).

Con respecto al último punto señalado, una forma sencilla de controlar el funcionamiento de las trilladoras es a través del test de hipoclorito de sodio, por el cual se puede determinar el porcentaje de semillas afectadas mecánicamente, siendo un método rápido, práctico y económico (Figura V.7).

Los daños mecánicos pueden incrementarse en el proceso de limpieza y clasificación debido a los numerosos movimientos que sufre la semilla a través de elevadores,



Figura V.7. Daño mecánico en semillas, observado por test de hipoclorito de sodio.

transportadores a sinfín, cintas, cangilones y diferentes máquinas que se utilizan en estas operaciones. Se recomienda tratar de disminuir y amortiguar los impactos como así también reducir la velocidad de caída y transporte. En esta etapa es también beneficioso utilizar el test de hipoclorito.

A medida que se incrementa el daño mecánico, mayores serán las pérdidas durante el proceso de clasificación y menor será la calidad de la semilla obtenida (disminuirá el vigor y porcentaje de plántulas normales en función del aumento del porcentaje de plántulas anormales y semillas muertas).

Es de destacar, dentro del proceso de clasificación, la importancia que reviste la calibración o separación por tamaños de la semilla (homogeneidad del lote). Cuando la misma no se realiza adecuadamente, se observan marcadas diferencias de tamaños de semillas, con lo que consecuentemente se podrían presentar problemas en la siembra, uniformidad y emergencia del cultivo.

MEZCLAS VARIETALES: PUREZA GENÉTICA

La pureza varietal es importante para lograr un comportamiento uniforme del cultivo. Este aspecto es de destacar, ya que la presencia de contaminantes y mezclas varietales es un problema que se acrecienta año a año, especialmente en las variedades más utilizadas en nuestra zona.

A fin de disminuir la posibilidad de que se produzcan mezclas es conveniente limitar el número de

multiplicaciones a partir de la semilla fundacional, utilizar semilla de origen conocido, realizar controles a campo para determinar plantas fuera de tipo, realizar una prolija limpieza de máquinas sembradoras, trilladoras, clasificadoras, silos, etc. y efectuar determinaciones de presencia de contaminantes, para descartar como semilla lotes con valores altos de mezclas varietales.

SEMILLAS REVOLCADAS

Se denomina así a las semillas que presentan tierra firmemente adherida al tegumento. Las principales causas que provocan este inconveniente son: la presencia de hormigueros en los lotes a trillar, retención foliar por daño de chinches y, con menos frecuencia, la presencia de malezas "suculentas".

En general no afecta directamente la calidad fisiológica de la semilla, pero la tierra fijada en las semillas puede favorecer al transporte y dispersión de hongos, nematodos, etc. presentes en el suelo. Sí afecta el aspecto externo de la misma y, en los casos en que el destino final sea industria (grano), se lo considera dentro de los ítems sujeto a descuento.

SEMILLAS DE MALEZAS

Desde hace varias campañas, la presencia de semillas de malezas es poco frecuente, debido principalmente a la generalización del uso de variedades resistentes al glifosato.

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DURANTE EL ALMACENAMIENTO

El potencial de almacenamiento de la semilla de soja, asociado al genotipo e historia del lote, podrá mantenerse, preservando la calidad obtenida, o disminuir de acuerdo a las condiciones de almacenamiento.

Las semillas dañadas, inmaduras, y deterioradas tienen menor potencial de almacenamiento, siendo la pérdida de calidad generalmente más rápida respecto a las semillas maduras, sanas y vigorosas.

La humedad y la temperatura, tanto de la semilla como de la del ambiente que la rodea, la interacción con agentes bióticos, como así también la presencia de impurezas o semillas quebradas, son factores que revisten fundamental importancia en la conservación de la semilla de soja.

El contenido de humedad de la semilla y la temperatura

son dos factores que interactúan, de los cuales el primero tiene mayor influencia en la longevidad. Cuanto mayor sea el contenido de humedad de la semilla, mayor será la producción de calor por actividad metabólica de la misma y de microorganismos asociados. Al aumentar la temperatura se acelera la actividad biológica y mayores serán los daños producidos por el calentamiento.

Respecto a la presencia de semillas partidas o quebradas, éstas contribuyen al deterioro ya que favorecen al aumento de la temperatura de la masa de semillas (ofrecen mayor superficie expuesta a la oxidación), originando además mejores condiciones para el desarrollo de hongos y plagas.

Como ya se dijo anteriormente, la semilla de soja es higroscópica y tiende a mantener su humedad en equilibrio con el ambiente. El aumento o disminución de la humedad relativa del aire producirá igual efecto en el contenido de humedad de la semilla.

Numerosos trabajos indican que las condiciones óptimas para un almacenamiento seguro se presentan cuando la semilla tiene entre 9-10% de humedad, valor posible de obtener a una humedad relativa entre 50-60% y a una temperatura de 20-25°C.

En nuestra zona el tiempo que transcurre entre cosecha y siembra puede variar entre 6 a 7 meses, período comprendido entre los meses de abril-mayo a noviembre-diciembre, en el cual se presenta una amplia gama de condiciones térmicas e hídricas. Por lo tanto se recomienda que el almacenamiento de la semilla a granel en silos sea por períodos cortos, procediéndose a la limpieza y clasificación lo más pronto posible, para ser almacenada bajo las mejores condiciones (semilla seca, limpia, fresca y sana).

Entre los principales problemas de almacenamiento en la región, se pueden mencionar los siguientes:

SEMILLAS ARDIDAS

Por lo general las "semillas ardidas" se observan como consecuencia de que las mismas fueron almacenadas húmedas. El alto contenido de humedad en la semilla, como ya se hizo referencia, favorece la velocidad de los procesos respiratorios (proceso que requiere de un gasto de energía), produciéndose aumento de la temperatura en la masa de semillas almacenadas, asociada además con la presencia de hongos.

Semillas secas mantienen un proceso respiratorio leve. Al aumentar el tenor de humedad, la respiración se acelera y

en consecuencia es más rápido el deterioro. Debido a la baja conductibilidad térmica de la masa de semillas el calor producido se acumula rápidamente y tarda en difundirse. Esta situación provoca "ardido de la semilla" y, por ende, pérdida de la calidad fisiológica, llegando en los casos extremos a la muerte de la misma. La intensidad del daño dependerá del tiempo de exposición a estas condiciones, pudiendo ser detectado el mismo por un cambio en el color de la semilla, generalmente a tonalidades más oscuras por oxidación de las sustancias de reserva.

HONGOS DE ALMACENAMIENTO

Aspergillus sp. y *Penicillium* sp., son los hongos que proliferan con mayor frecuencia y que producen pérdidas de viabilidad de la semilla almacenada. Estos patógenos prosperan principalmente cuando la humedad de la semilla es mayor a 13%. Temperaturas muy altas o muy bajas inhibirán el desarrollo de los patógenos. En nuestras condiciones, las temperaturas generalmente son favorables (entre 20° C a 40° C) para el desarrollo de las diversas especies.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA SEMILLA

Los diversos ensayos que se realizan en laboratorio, bajo condiciones controladas, según normas internacionales de la International Seed Testing Association (ISTA, 2003; Peretti, 1994), tienden a poner de manifiesto la calidad de la semilla, a fin de lograr una óptima y uniforme implantación del cultivo en el campo, mejorar las condiciones de cosecha, conseguir rendimientos significativamente mayores y pagar un valor justo por la semilla (Rovati, 1993, 1998).

Por otra parte su uso, durante las diferentes etapas de producción de semillas, permitirá identificar problemas, sus posibles causas y arbitrar medidas correctivas.

Los mismos se deben efectuar en diferentes momentos, siendo imprescindible realizarlos después de la cosecha (para determinar la conveniencia o no de clasificación), en la semilla ya clasificada, por lo menos una vez más durante el período de almacenamiento y antes de la siembra.

Los principales parámetros que determinan la calidad son los siguientes:

a.- Pureza físico-botánica: indica en que grado la muestra está integrada por semillas enteras, impurezas

(tierra, fragmentos de semillas, restos vegetales) y semillas de otras especies.

b.- Pureza genética: certifica la presencia de un determinado cultivar o la mezcla de distintos cultivares. Los métodos más sencillos para determinar las diferencias son los basados en color de hilo (negro, castaño, gris, etc), reacción a peroxidasa (alta con coloración oscura o baja de reacción incolora) y color de hipocótilo (verde o púrpura). Pueden también utilizarse métodos más complejos, como electroforesis, marcadores moleculares y microsatélites.

c.- Poder germinativo: expresa el porcentaje de semillas puras que pueden dar origen a plántulas normales, bajo condiciones óptimas de siembra. Las condiciones para realizar el ensayo son 25° C constantes o con alternancia de temperaturas de 20 y 30° C. Los resultados finales se obtienen a los 8 días, con un conteo intermedio a los 4 días, valor que indica el primer conteo o energía germinativa.

d.- Vigor de la semilla: expresa el porcentaje de semillas puras que pueden dar origen a plántulas normales, bajo condiciones no favorables de siembra. Puede ser evaluado a través de diversos métodos como son los tests de estrés (envejecimiento acelerado, test de frío), crecimiento de plántulas (tasa de crecimiento, velocidad de germinación, vigor de plántulas) y tests bioquímicos (prueba topográfica por tetrazolio, conductividad eléctrica, respiración, etc.).

e.- Homogeneidad del lote: refiere a la uniformidad en el tamaño de la semilla (calibrado), aspecto a tener en cuenta en las operaciones de limpieza y clasificación de la semilla, que luego inciden en la siembra y vigor de la mismas.

f.- Peso de la semilla: determina el peso de 1.000 semillas, dato de utilidad para calcular la cantidad de semilla a utilizar por hectárea. Además, a través del mismo, se puede inferir el tamaño de la misma.

g.- Sanidad de la semilla: análisis que identifica el o los patógenos presentes. Es de gran utilidad, ya que a través del mismo se pueden adoptar las medidas correspondientes para evitar la dispersión del inóculo en el suelo e impedir el desarrollo de enfermedades en las plantas, asegurando una buena implantación del cultivo.

h.- Contenido de humedad: aspecto de fundamental importancia para mantener la calidad de la semilla durante el período de almacenamiento.

Es importante destacar que para el diagnóstico de calidad (que se puede realizar en los distintos momentos del proceso), el procedimiento de muestreo del lote de semillas reviste fundamental importancia. La muestra tomada para análisis deberá tener presente los mismos constituyentes y en las mismas proporciones

que el lote de semillas muestreado. La intensidad del muestreo dependerá principalmente del tamaño del lote, del tipo de envase y del momento en que se realice.

CÁLCULO DEL VALOR CULTURAL Y DENSIDAD DE SIEMBRA

Los datos obtenidos en los análisis de pureza, germinación y peso de 1.000 semillas permiten calcular:

Valor Cultural: número de semillas puras que pueden germinar

$$\text{Valor Cultural} = \frac{\text{Pureza (\%)} \times \text{Poder Germinativo (\%)}}{100}$$

Densidad de Siembra: kg de semillas a sembrar por hectárea

$$\text{Densidad de Siembra} = \frac{\text{Plantas a lograr por m}^2 \times \text{Peso 1000 semillas} \times \text{Coeficiente}^*}{\text{Valor Cultural} \times 100}$$

$$\text{Coeficiente}^* = \frac{100 \text{ metros}}{\text{Distancia entre líneas (m)}}$$

Número de semillas por metro lineal

$$\text{Número de semillas por metro lineal} = \frac{\text{Plantas por metro lineal} \times 100}{\text{Poder Germinativo}}$$

CONCLUSIONES

Como ya se hizo referencia, la producción de semillas en nuestra zona depende de numerosos factores que deben ser tenidos en cuenta a fin de obtener semilla de alta calidad. Es preciso adoptar la tecnología necesaria para lograr disminuir los riesgos, evitar problemas o dar soluciones adecuadas, efectivas y rápidas.

Habiéndose determinado las áreas propicias para la producción de semillas y las variedades adecuadas, se deberá planificar convenientemente todas las etapas sucesivas, desde la implantación, manejo del cultivo, oportunidad y calidad de cosecha, prever buenas condiciones de almacenamiento, procesamiento y

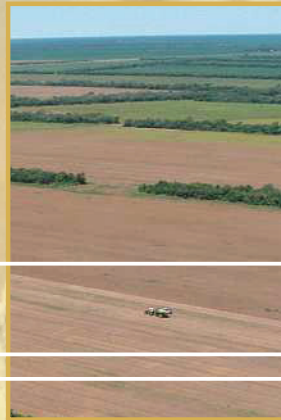
acondicionamiento.

Es importante nuevamente recalcar que en la calidad final, cada una de estas etapas tiene su incidencia. En la semilla quedan manifiestas de diferentes modos las condiciones climáticas en que fueron producidas, los daños ocasionados por plagas y patógenos, los daños de origen mecánico producidos en cosecha o trilla, daños de almacenamiento, etc.

La evaluación de la calidad debe ser considerada una práctica indispensable. A través de ella se podrá seleccionar lotes que presenten los mejores valores de vigor y poder germinativo, muy buena pureza genética y física, alta sanidad y que no manifiesten problemas de malezas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ❑ Franca Neto, J. B., A. A. Henning, y F. C. Krszyzanowski. 1994. Tropical soybean. Improvement and production. Seed production and technology for the tropics. Plant Production and Protection. Series (27). pp. 217-241. EMBRAPA- CNPSo, Londrina, Brazil.
- ❑ International Rules for Seed Testing. 2003. The International Seed Testing Association (ISTA). Bassersdorf, Switzerland.
- ❑ Peretti, A. 1994. Manual para análisis de semillas. Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina.
- ❑ Ploper, D. 2001. Patología de semillas de soja. En: Curso de diagnóstico y manejo de enfermedades de soja en el NOA. EEAOC. Tucumán, Argentina. pp.37-50.
- ❑ Popinigis, F. 1985. Fisiología da semente. 2. ed. S. ed. Brasilia, Brasil.
- ❑ Puzzi, D. 1984. Manual de almacenamiento de granos. Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires, Argentina.
- ❑ Rovati, A. 1991. Calidad de la semilla de soja. Campaña 1989/1990. Avance Agroind. 12 (46): 23-24.
- ❑ Rovati, A. 1993. El control de calidad de la semilla. Avance Agroind. 13 (54): 33-34.
- ❑ Rovati, A. 1998. Análisis de semillas: Algunos aspectos a tener en cuenta. Avance Agroind. 18 (72): 30-31.
- ❑ Rovati, A. y C. Fandos. 1997. Calidad de la semilla de soja disponible para la campaña 1997-1998. Análisis del laboratorio de semillas de la EEAOC. Avance Agroind. 18 (71): 24-26.
- ❑ Rovati, A. y C. Fandos. 2000. Calidad de la soja utilizada como semilla en la campaña 1999-2000. Resultados del laboratorio de semillas de la EEAOC. Avance Agroind. 21 (1): 17-20.
- ❑ Rovati, A. y C. Fandos. 2001. Calidad de la soja como semilla para la campaña 2000/2001. Avance Agroind. 22 (1):31-33.
- ❑ Rovati, A., C. Prado, E. Paz Robles y A. Karlen. 2004. Soja: Efecto de la coloración verde sobre la calidad fisiológica de la semilla de soja. En: El Cultivo de la Soja en el Noroeste Argentino. Campaña 2003/2004. Pub. Esp. EEAOC (25). pp. 112-114.



CAPÍTULO VI

COSTOS DE PRODUCCIÓN



**COSTOS DE PRODUCCIÓN
Y MÁRGENES BRUTOS
DEL CULTIVO DE SOJA
EN EL NOROESTE ARGENTINO**

COSTOS DE PRODUCCIÓN Y MÁRGENES BRUTOS DEL CULTIVO DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Daniela R. Pérez - Mario R. Devani - Fernando Ledesma

INTRODUCCIÓN

En el mercado de los *commodities*, la competitividad se basa principalmente en una estrategia de reducción de costos, que básicamente refleja la habilidad de distribuir un producto al menor costo de producción y comercialización. En este sentido, el productor del noroeste argentino (NOA) comparado con aquellos productores de zonas más cercanas a las fábricas y puertos, parte con desventajas vinculadas principalmente a mayores costos de fletes. A pesar de esto los productores del NOA establecieron esquemas productivos que les permitieron lograr un grado de rentabilidad con el cual se han mantenido competitivos. Primordialmente porque adoptaron rápidamente tecnologías como la siembra directa y las sojas transgénicas resistentes a la aplicación de glifosato (RG) que disminuyeron sus costos, incrementaron sus rindes y posibilitaron la incorporación de tierras marginales más económicas. Por otro lado en el NOA, aunque todavía hay explotaciones con superficies entre 100 y 300 ha, en general las unidades productivas se encuentran por encima de las 1.000 ha y muchas superan las 5.000 ha; lo que permite alcanzar en la mayoría de los casos economías de escala.

A continuación se describe como fue la variación de los gastos de producción y márgenes brutos del cultivo de soja en Tucumán en relación con determinados cambios en la tecnología y la política económica en Argentina en el período 1991/1992-2004/2005. Cabe señalar que lo que pasó en Tucumán, en lo que a costos se refiere, puede ser extrapolado con algunas variaciones al resto de la región NOA.

COMPORTAMIENTO DE LOS GASTOS DE PRODUCCIÓN Y MÁRGENES BRUTOS EN DIFERENTES CAMPAÑAS

CAMPAÑAS 1991/1992, 1996/1997 Y 2000/2001

Hasta el ciclo 1991/1992 el sistema de cultivo empleado en el cultivo de soja en el NOA fue 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 (Devani y Pérez, 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 este sentido lo que se hizo fue calcular gastos de producción y comercialización, ingresos brutos, y márgenes brutos para las campañas 1991/1992, 1996/1997 y 2000/2001, por considerar que en cada una de ellas produjo el cambio de un sistema a otro.

CÁLCULO DE LOS GASTOS DE PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN E INGRESOS BRUTOS

Para calcular los gastos de producción se emplearon esquemas de manejo considerados representativos en el NOA para los mencionados sistemas (siembra convencional, Dantur, 1992 y 1993 a y b; siembra directa y siembra directa

utilizando sojas RG, Devani y Pérez, 1998). Los precios de los insumos fueron los precios corrientes de los mismos en las mencionadas campañas y se deflactaron con el Índice de Precios Mayoristas, IPM, base 1993=100, del INDEC, para poder realizar la comparación entre los diferentes ciclos productivos.

Los ingresos se calcularon en base al precio promedio de la soja en el puerto de Rosario para los años 1992, 1997 y 2001, teniendo en cuenta el rinde medio para la siembra convencional en Tucumán (Dantur, 1992 y 1993 a y b) y los rendimientos promedios del cultivo de soja en Tucumán en las campañas 1996/1997 y 2000/2001. El precio de la soja se puso en moneda constante con el mismo deflactor utilizado para los insumos.

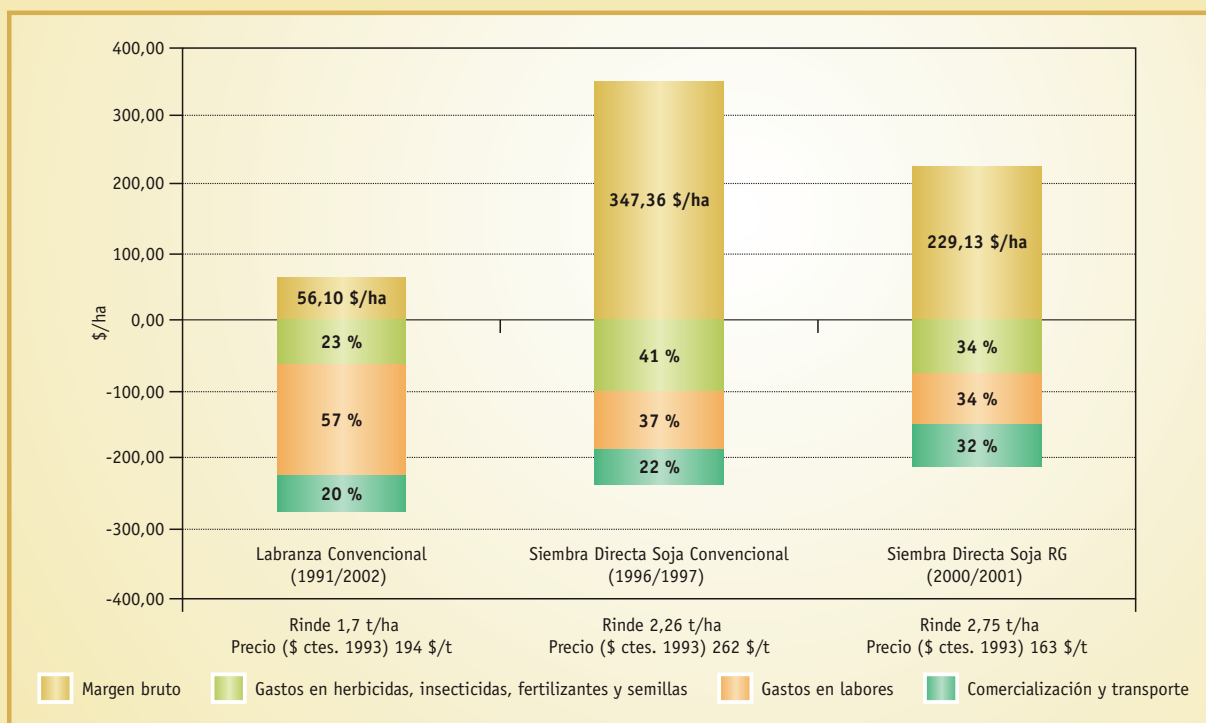
COMPARACIÓN DE GASTOS Y MÁRGENES BRUTOS

Al comparar los gastos de producción en estos diferentes esquemas de manejo 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 (laboreos, 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 57% a labores y un 20% a la comercialización. En siembra directa (1996/1997) la distribución era 41% para los agroinsumos, 37% para las labores y 22% para comercialización. Al incorporar la soja RG al sistema (campaña 2000/2001) ésta distribución fue del 34% para agroinsumos y labores y del 32% para la comercialización (Gráfico VI.1). El alto porcentaje correspondiente a los gastos de comercialización en este último esquema de manejo se debe a que estos dependen principalmente del rendimiento considerado para cada campaña.

Si se comparan los gastos de estas tres campañas en moneda constante se observa que los gastos de producción (agroinsumos, labores, y comercialización) fueron decreciendo desde la campaña 1991/1992 a la 2000/2001. Si la comparación se efectúa sobre los márgenes brutos es importante hacer notar que si bien el ciclo 2000/2001 es el de menores gastos y mayor productividad, debido al menor precio de la soja, su margen bruto sólo es superior al de la campaña 1991/1992 (ciclo de mayores gastos y menor rinde consecuencia de la tecnología empleada y la labranza convencional). La campaña 1996/1997 es la de mayor margen bruto, pero en este caso el resultado económico superior se debe principalmente al excepcional alto precio de la soja (Gráfico VI.1).

Gráfico VI.1. Margen bruto y distribución porcentual de los gastos de producción y comercialización del cultivo de soja en Tucumán, para tres esquemas productivos (1991/1992 - 1996/1997 - 2000/2001), en pesos constantes.



CAMPAÑAS 2001/2002 A 2004/2005

La campaña 2000/2001 fue el último ciclo de producción de granos en Tucumán que se dio íntegramente en el marco de la convertibilidad y de la estabilidad en los precios. Desde enero del 2002 el tipo de cambio (TC), peso en relación con el dólar, comenzó a crecer desde 1,4\$/dólar hasta alcanzar un pico de 3,7\$/dólar en octubre de 2002, para luego decrecer y finalmente oscilar alrededor de 2,9\$/dólar.

La devaluación ésta asociada, en general, a un incremento en la competitividad de los bienes exportables; situación que será más o menos provechosa según lo que acontezca con los costos internos y el tipo de cambio de los socios comerciales. Siendo la soja un producto mayormente

exportable su rentabilidad experimentó una modificación importante, a la que debe agregarse el efecto negativo de las retenciones de más de 20% impuestas a la oleaginosa y a sus derivados (Pérez *et al.*, 2005).

CÁLCULO DE LOS GASTOS DE PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN E INGRESOS BRUTOS

Se calcularon gastos de producción, comercialización, ingresos brutos y márgenes brutos para las campañas 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004 y 2004/2005 (Cuadro VI.1). Para determinar los gastos de producción se empleó un esquema de manejo considerado representativo para el NOA. Los precios de los insumos fueron los precios corrientes de los mismos en el mes de diciembre de las

Cuadro VI.1. Gastos de producción (insumos y labores), comercialización y margen bruto estimados para el cultivo de soja en Tucumán. Campañas 2001/2002 a 2004/2005 en pesos constantes.

Rubro	Dosis	\$ /ha			
		2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005
Glifosato	2 lt/ha	\$ 6,8	\$ 9,8	\$ 6,4	\$ 6,6
2,4 D	0,5 lt/ha	\$ 1,8	\$ 3,2	\$ 2,8	\$ 2,2
Coadyuvante	0,5 lt/ha	\$ 1,4	\$ 1,6	\$ 1,9	\$ 1,5
Glifosato	3 lt/ha	\$ 10,2	\$ 14,7	\$ 9,7	\$ 10,0
2,4 D	0,5 lt/ha	\$ 1,8	\$ 3,2	\$ 2,8	\$ 2,2
Coadyuvante	0,3 lt/ha	\$ 0,8	\$ 0,9	\$ 1,1	\$ 0,9
Subtotal herbicidas		\$ 22,9	\$ 33,4	\$ 24,6	\$ 23,4
Tiametoxan	0,07 lt/ha	\$ 14,0	\$ 19,9	\$ 16,5	\$ 15,2
Cipermetrina	0,12 lt/ha	\$ 0,9	\$ 1,2	\$ 0,9	\$ 0,7
Endosulfan	0,5 lt/ha	\$ 3,0	\$ 4,1	\$ 3,6	\$ 2,2
Subtotal insecticidas		\$ 17,9	\$ 25,1	\$ 21,1	\$ 18,1
Pyraclostrobin + epiconazole	0,5 lt/ha	\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 32,8	\$ 26,2
Subtotal fungicida		\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 32,8	\$ 26,2
Superfosfato	60 kg/ha	\$ 17,9	\$ 30,3	\$ 22,1	\$ 23,7
Subtotal fertilizante		\$ 17,9	\$ 30,3	\$ 22,1	\$ 23,7
Soja certificada	70 kg/ha	\$ 24,5	\$ 35,0	\$ 29,4	\$ 30,1
Subtotal semilla		\$ 24,5	\$ 35,0	\$ 29,4	\$ 30,1
Gastos en insumos		\$ 83,2	\$ 123,8	\$ 129,9	\$ 121,5
Siembra directa + fertilización	1	\$ 18,0	\$ 22,1	\$ 19,7	\$ 20,8
Aplicaciones herbicidas	2	\$ 16,0	\$ 14,8	\$ 12,6	\$ 10,0
Aplicaciones insecticidas	2	\$ 25,9	\$ 13,3	\$ 12,4	\$ 10,0
Aplicación fungicida	1	\$ 0,0	\$ 0,0	\$ 4,8	\$ 7,6
Cosecha	1	\$ 54,8	\$ 52,9	\$ 61,2	\$ 48,2
Gastos en labores		\$ 114,7	\$ 103,1	\$ 110,7	\$ 96,6
Gastos en insumos + labores		\$ 197,9	\$ 226,9	\$ 240,6	\$ 218,1
Comercialización y transporte		\$ 70,2	\$ 56,1	\$ 52,9	\$ 67,7
Administración		\$ 47,6	\$ 38,9	\$ 38,1	\$ 40,3
Total gastos		\$ 315,7	\$ 321,9	\$ 331,7	\$ 326,1
Ingreso bruto		\$ 751,9	\$ 421,0	\$ 429,4	\$ 484,4
Rinde medio (t/ha)		2,88	1,93	1,88	2,34
Precio (\$ constantes de 1993/t)		\$ 260,91	\$ 218,70	\$ 228,03	\$ 206,72
Margen bruto		\$ 436,3	\$ 99,1	\$ 97,7	\$ 158,2

mencionadas campañas. Los precios de labores (siembra y fertilización, aplicaciones de insecticidas, herbicidas, fungicidas, cosecha) y flete correspondieron a valores de contratista en la época de realización de éstas tareas. Todos los precios se pusieron en moneda constante, pesos de 1993, con el índice de Precios Mayoristas del INDEC).

Los ingresos brutos se calcularon utilizando un precio promedio ponderado (puesto en moneda constante), y el rendimiento medio de la soja en Tucumán en las campañas consideradas. Para la determinación del precio promedio ponderado se utilizó el precio promedio mensual registrado en el puerto Rosario (dato de la Bolsa de Cereales de Bs. As.) para los meses de junio, julio, agosto y septiembre; teniendo en cuenta un flujo de venta de la cosecha de 5%, 30%, 30%, 25% y 10% respectivamente para cada mes.

COMPARACIÓN DE GASTOS

Cuando se analizan los costos se observa que los mismos fueron crecientes desde la campaña 2001/2002 a la 2003/2004, presentando una leve disminución en la campaña 2004/2005 (Cuadro VI.1 y Gráfico VI.4).

Los precios de los herbicidas (2,4 D y glifosato), insecticidas (cipermetrina, endosulfán y tiametoxán), del superfosfato y la semilla de soja alcanzaron un pico en la campaña 2002/2003 y luego decrecieron (Gráfico VI.2). En la campaña 2004/2005 el glifosato se encontró un 2% por debajo del precio en el ciclo 2001/2002 y el 2,4D un 17%

por arriba. Los precios de los insecticidas, cipermetrina y endosulfán se ubicaron un 23 y 26% respectivamente por debajo del valor del 2001/2002, en cambio el tiametoxán un 9% por arriba. El superfosfato tuvo un valor 32% mayor a su precio en la campaña 2001/2002 y la semilla un 23% (Gráfico VI.2).

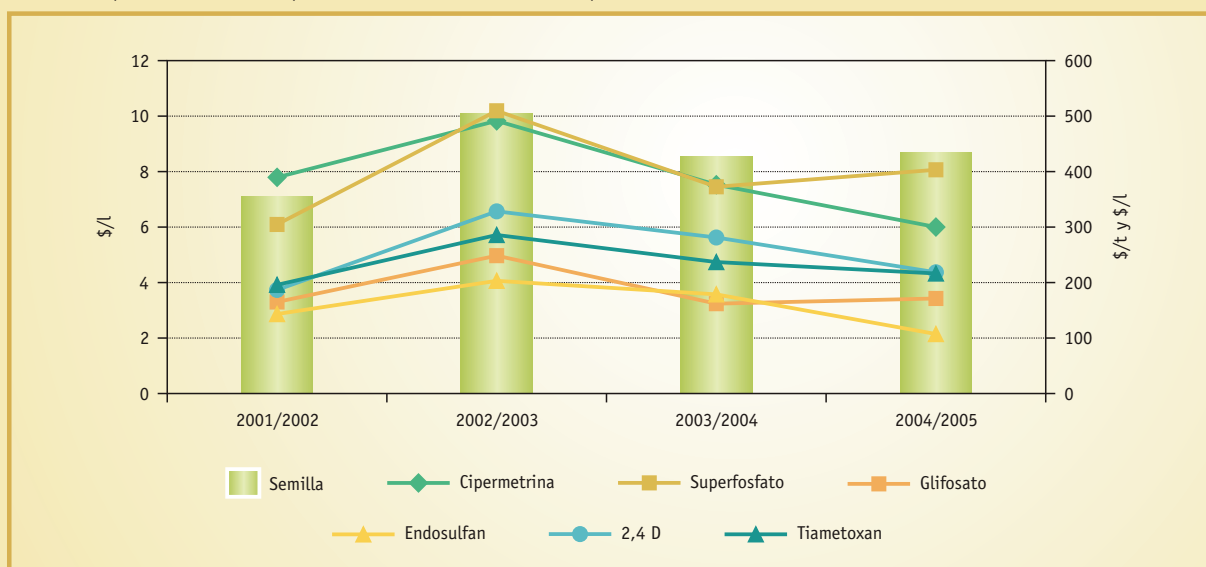
Los precios de la siembra y flete tuvieron un pico en el 2002/2003, las pulverizaciones en el 2001/2002 y la cosecha presentó su mayor valor en la campaña 2003/2004. En la campaña 2004/2005 el flete y la siembra se ubicaron un 19% y 16% respectivamente por arriba a su valor en la campaña 2001/2002. En cambio, la cosecha y las aplicaciones tuvieron un valor inferior comparando con el ciclo 2001/2002 (Gráfico VI.3).

COMPARACIÓN DE MÁRGENES BRUTOS

El margen bruto es el ingreso percibido por el productor una vez descontados los egresos por gastos de producción, cosecha y comercialización. Si se analiza la rentabilidad de las cinco campañas, por comparación de los márgenes brutos y bajo los supuestos aquí seleccionados, se observa que el ciclo de mayor margen bruto fue el 2001/2002 (Gráfico VI.4). La mayor rentabilidad de la campaña 2001/2002 fue consecuencia principalmente de la devaluación y de un rendimiento un 22% mayor al promedio del quinquenio 2000/2001-2004/2005 (Gráfico VI.5).

Las campañas 2002/03 y 2003/04 tuvieron márgenes

Gráfico VI.2. Precios de insumos empleados en el cultivo de soja, insecticidas, herbicidas, semilla y fertilizante, en pesos constantes por unidad en Tucumán. Campañas 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004 y 2004/2005.



COSTOS DE PRODUCCIÓN Y MÁRGENES BRUTOS DEL CULTIVO DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Gráfico VI.3. Precios de siembra y fertilización, pulverizaciones, cosecha y flete del cultivo de soja, en pesos constantes por ha en Tucumán. Campañas 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004 y 2004/2005.

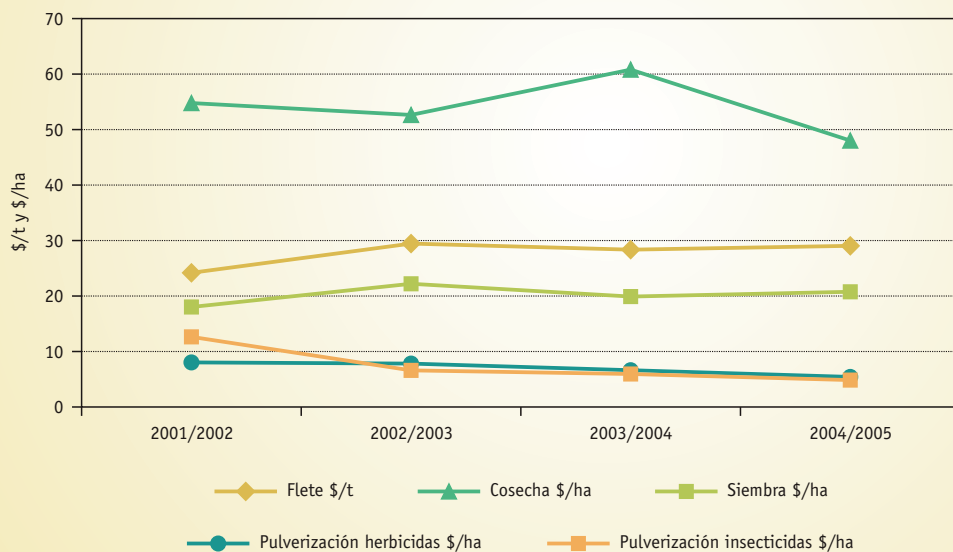
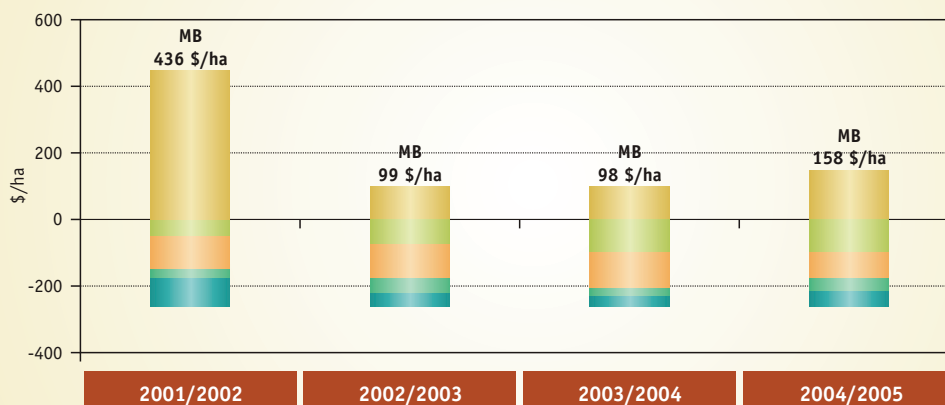


Gráfico VI.4. Gastos de implantación, protección, cosecha y margen bruto del cultivo de soja, estimados en pesos constantes de 1993 por ha para Tucumán. Campañas 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004 y 2004/2005.



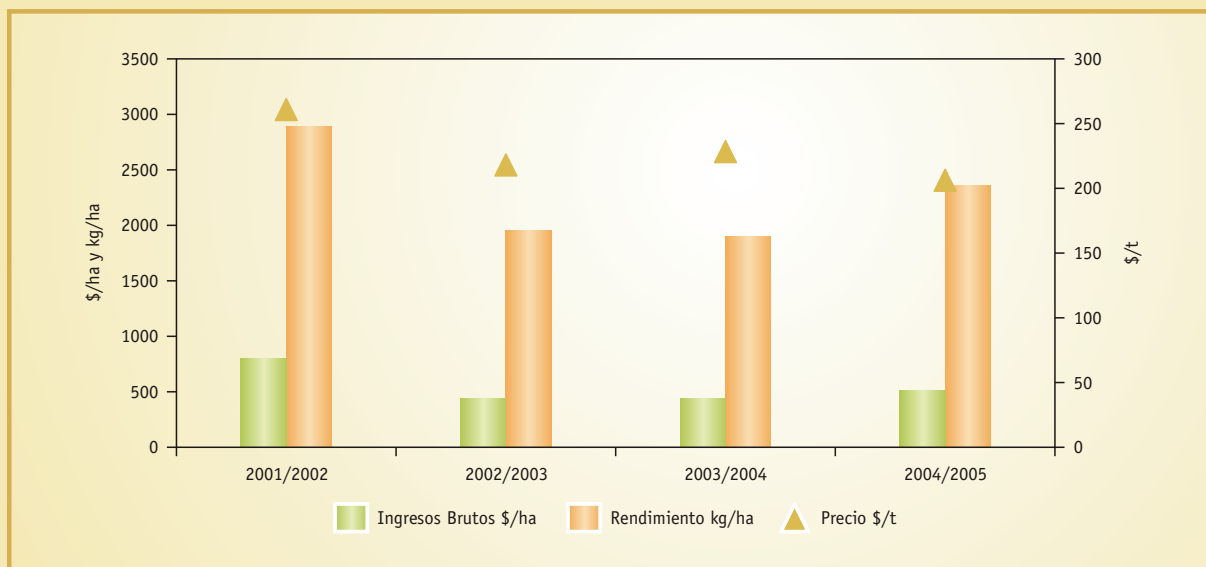
	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005
Flete	-70	-56	-53	-68
Semilla	-25	-35	-29	-30
Labores	-115	-103	-111	-97
Agroquímicos	-59	-89	-101	-91
Margen Bruto	436	99	98	158

semejantes, siendo estos los más bajos del periodo seleccionado para el análisis (Gráfico VI.4). En las campañas 2002/2003 y 2003/2004 los resultados económicos del cultivo de soja en el NOA (gran parte de Salta, Tucumán y zonas de influencia) fueron inferiores a lo

esperado, debido principalmente a los bajos rendimientos obtenidos como consecuencia del estrés hídrico y térmico que sufrió el cultivo (Gráfico VI.5). Situaciones diferentes pueden haber ocurrido en zonas del departamento San Martín en la provincia de Salta, donde las precipitaciones

PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

Gráfico VI.5. Cultivo de soja en Tucumán, ingresos brutos en pesos constantes de 1993 por ha, precio de la soja en pesos constantes de 1993 por tonelada y rendimiento en kg/ha. Campañas 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004 y 2004/2005.



fueron superiores. Por otro lado, a partir del 2002 los productores del NOA, al igual que los del resto del país, ven disminuidos sus ingresos como consecuencia de retenciones a las exportaciones de 23% impuestas al cultivo de soja.

Para la campaña pasada, 2004/05, se estimó un margen bruto un 64% por debajo al del ciclo 2001/2002. El precio de la soja fue inferior en un 21%, el rendimiento en 19% y los costos un 10% superiores a la situación registrada en el ciclo 2001/2002 (Gráficos VI.4 y VI.5).

Es importante remarcar que la roya de la soja estuvo presente en el NOA en las campañas 2003/2004 y 2004/05 pero afortunadamente se dio en un estadio en el que el rendimiento no es afectado. Las especulaciones con respecto a la misma provocaron que se realice por lo menos una aplicación de fungicida preventivo; esta aplicación ya era efectuada por algunos productores para el control de enfermedades de fin de ciclo. La aplicación de una estrobilurina más triazol en el momento apropiado podría ser suficiente para el control de ambos problemas. Realizar una segunda aplicación de estos productos para control de roya, generaría un aumento del 11% a los gastos de producción considerando los precios actuales.

MARGEN BRUTO DE LA CAMPAÑA 2004/2005 EN DÓLARES CORRIENTES

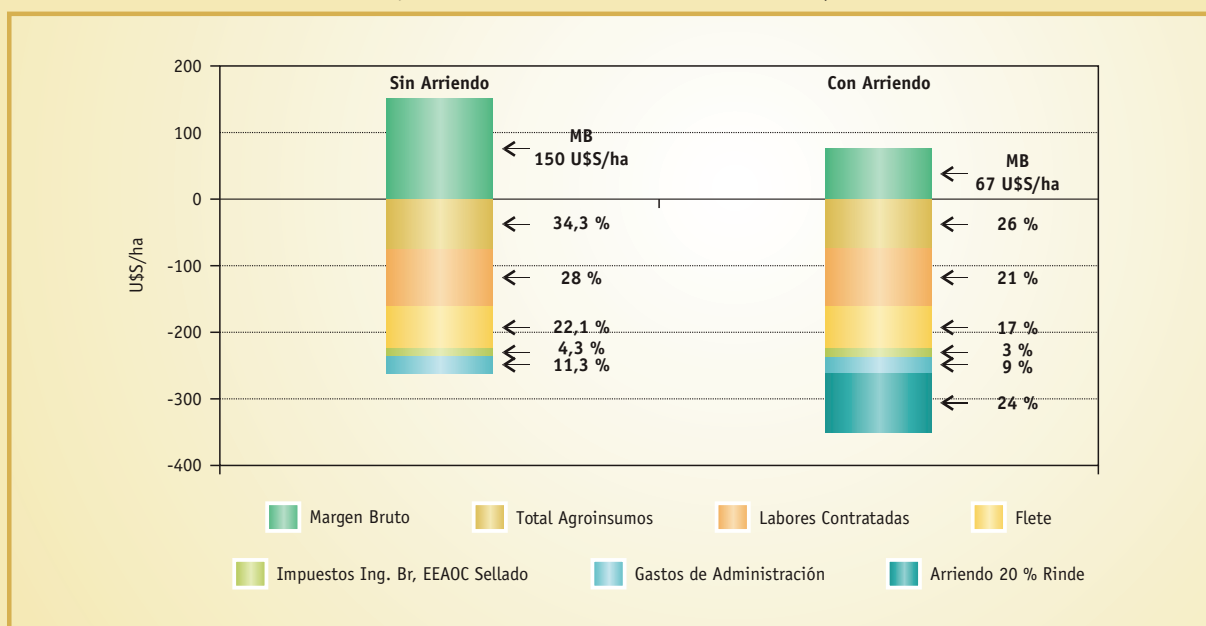
En el Gráfico VI.6 pueden observarse el margen bruto en dólares/ha y la distribución porcentual de los gastos de

producción por rubros del cultivo de soja para la campaña 2004/2005 en Tucumán. Los mismos se calcularon considerando un esquema de manejo que tiene en cuenta el control de malezas e insectos, fertilización y la aplicación de fungicida, 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% (Gráfico VI.6). Los gastos en agroinsumos se incrementaron en las últimas campañas principalmente por incorporar al esquema de manejo una mayor cantidad de insecticidas para control de *Sternechus subsignatus* (picudo), y la aplicación de fungicidas para control de enfermedades de fin de ciclo. Si a las erogaciones se agrega el arriendo (alrededor de 20% del rendimiento), el margen bruto disminuye en un 55 % para la mencionada campaña, y los gastos asumen la distribución que se presenta en el Gráfico VI.6.

SUSTENTABILIDAD DE LOS RECURSOS NATURALES Y MÁRGENES BRUTOS DE LA SOJA EN EL NOA

Dadas las características agroecológicas de la región NOA, el logro de la sustentabilidad del cultivo de soja en la misma implica efectuar una rotación de la oleaginosa con alguna gramínea anual. El maíz tradicionalmente ha sido la gramínea de mayor uso en el NOA, sin embargo, en los últimos años la superficie implantada con este cultivo ha decrecido de manera significativa. Esto ocurrió

Gráfico VI.6. Margen bruto estimado y distribución porcentual de los gastos de producción y comercialización del cultivo de soja en Tucumán en dólares corrientes. Campaña 2004/2005.



Precio Soja 179,72 U\$/t. Rinde Medio estimado para Tucumán. Campaña 2004/2005 = 2,32 t/ha.

principalmente 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 de maíz presenta más complicaciones que el de la oleaginosa.

Es importante señalar que las comparaciones económicas negativas que provocan que no se realice la rotación, surgen mayormente de efectuar análisis individuales y puntuales de la rentabilidad del monocultivo de soja o maíz. Cuando el análisis es de la rentabilidad del sistema productivo y en el largo plazo, los incrementos del rendimiento en el cultivo de soja que provoca la inclusión del maíz como antecesor en la rotación, hacen de este último un cultivo rentable, aún con rendimientos del orden de las 4 t/ha (Pérez *et al.*, 2004a y b). En años de precipitaciones desfavorables es cuando esta situación se ve reflejada de manera significativa en los ingresos del productor (Pérez *et al.*, 2005).

CONSIDERACIONES FINALES

En la década del 90 dos son los aspectos tecnológicos que marcan un cambio importante en los márgenes de soja en el NOA. En primer lugar la incorporación de la siembra directa y luego el cambio en la genética de los materiales empleados (sojas RG y variedades de ciclo más corto). La siembra directa si bien en principio significó una mayor

erogación en agroquímicos, está asociada a un menor gasto en labores culturales y generó un incremento en los rindes. La adopción de soja transgénica disminuyó los gastos en insumos químicos y facilitó el manejo del cultivo. Las condiciones antes mencionadas favorecieron la expansión del área sembrada con soja que creció desde la campaña 1990/1991 a la 2004/2005 un 200% en Tucumán y un 425% en el NOA (incluyendo el este de Santiago del Estero). En nuestra zona la producción de un *commodity* como la soja debe realizarse tratando de incrementar márgenes y reduciendo costos. En el largo plazo la rentabilidad del cultivo se logra manteniendo la sustentabilidad del sistema productivo, incorporando todas aquellas tecnologías que contribuyan al cumplimiento de este objetivo. En este sentido, no se puede dejar de tener en cuenta lo que ocurre con la rotación con gramíneas ya que dadas las características agro ecológicas del NOA, los niveles de rastrojo que aporta una gramínea como el maíz son determinantes en la acumulación de agua, lo que se refleja en incrementos en los rindes del cultivo de soja. Cabe agregar que la relación del área sembrada entre soja y maíz pasó de 70% y 30% a principios de los '90 a aproximadamente 88% y 12% en las últimas campañas. Tampoco se debería perder de vista lo que ocurre con el control químico del complejo de insectos y tratar de evaluar la disminución de costos que trae aparejado el empleo del manejo integrado de plagas.

Además los efectos positivos que tuvo la devaluación para los productores fueron importantes en la campaña 2001/2002 a partir de allí fueron diluyéndose, por un lado por el incremento paulatino de los costos pero, por sobre todo, por el fuerte efecto de las retenciones. El impacto de las mismas en los márgenes brutos de los productores de granos es más marcado en una zona que presenta como desventaja importante una mayor distancia a los puertos como es el caso del norte de la Argentina. El NOA requiere un planteo diferencial por parte del gobierno en este aspecto. Por último es necesario que gobierno y organizaciones representantes de los productores del NOA, efectúen un estudio más profundo de lo que podría representar la transformación local de la materia prima, para disminuir el efecto flete.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Dantur, N. 1992. El porqué de la fertilización del maíz en siembra directa. Avance Agroind. (50): 25-26.
- Dantur, N. 1993a. Sistema de producción de granos. Avance Agroind. (54): 23-26.
- Dantur, N. 1993b. Importancia de las rotaciones en sistemas de producción conservacionista. Avance Agroind. (55): 19-20.
- Devani, M y D. Pérez. 1998. El rendimiento, precio y modalidad de compra de los insumos como factores que afectan el retorno de soja, maíz y poroto. Avance Agroind. 19 (74): 29-33.
- Pérez D., M. Devani, C. Fandos, L. Mazzone y F. Soria. 2004a. Análisis económico de la campaña de soja 2003/2004. Avance Agroind. 25 (1): 28-31.
- Pérez D., M. Devani, C. Fandos, F. Soria, L. Mazzone, D. Gamboa y F. Ledesma. 2004b. Análisis económico de la campaña de maíz 2003/2004 y perspectivas para la campaña 2004/2005. Avance Agroind. 25 (2): 44-48.
- Pérez D., M. Devani, L. Mazzone y D. Gamboa. 2005. Soja y maíz, comparación de márgenes brutos, gastos de producción, ingresos y rendimientos, campañas 2000/2001-2004/2005 en Tucumán. Avance Agroind. 26 (4): 39-44.