



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 ésta 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 bifidallis*, 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*.

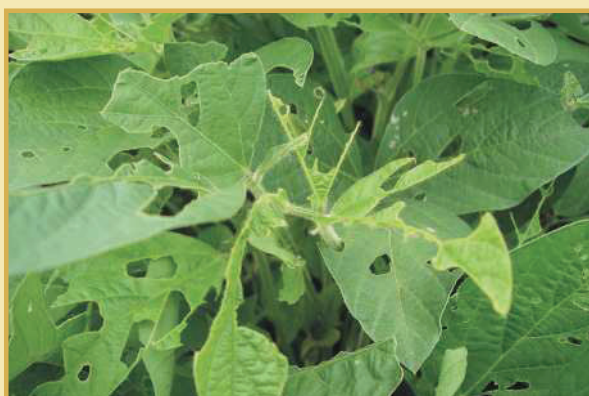


Figura IV.10. Ataque de *Anticarsia gematallis*.

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 metoxifenocido. 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 hemipteros, llamados comúnmente chinches, las cuales limitan la fructificación normal de la soja impidiendo la formación del grano, lo que se conoce como vaneo, 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 suctor, 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 tetraniquidos.

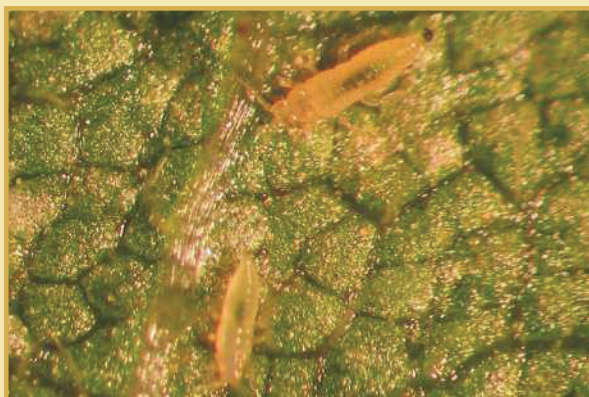


Figura IV.18. Ninfas de *Caliothrips phaseoli*.



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

LOS INSECTOS EN EL CULTIVO DE SOJA EN EL NOA

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 carinicollis</i>) | | | ■ | ■ | ■ | | | |
| Grillo subterráneo (<i>Anurogryllus muticus</i>) | | | ■ | ■ | ■ | | | |
| Orugas cortadoras (<i>Agrotis sp.</i>) | | | ■ | ■ | ■ | | | |
| <i>Loxostege bifidalis</i> y <i>Elasmopalpus lignosellus</i>) | | | ■ | ■ | ■ | | | |
| Orugas defoliadoras (<i>Anticarsia sp.</i> , medidoras) | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Chinches, trips y arañas | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| Siembra de Primavera | | | | | | | | |
| Oruga bolillera y cortadoras | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| Trips y arañas | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| Chinches | | | ■ | ■ | ■ | | | |

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 carinicollis</i> | Ve: 1 ind - Vc: 3,5 ind - V1: 10 ind - V2: 44 ind /m lineal |
| Orugas medidoras y defoliadoras | Etapa veg.: 1520 orugas > 1,5 cm/m lineal - 35 % Defoliac. Etapa 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 chinches > 0.5 cm/m lineal |
| <i>Piezodorus guildinii</i> | Después R5: 6 chinches > 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 carinicollis* 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 rendimientos 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 Entomología, 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 agujón (*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 |
|--------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Burruyacú | 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.

PRODUCCIÓN DE SOJA EN EL NOROESTE ARGENTINO

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

| N° 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 |
| Enterrriana | 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.

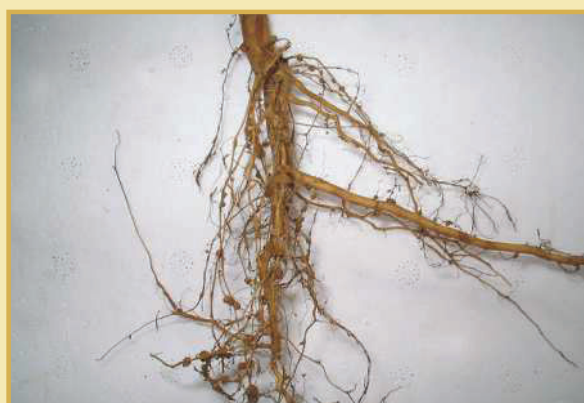


Figura IV.26. Variedad de soja moderadamente resistente a *M. javanica*.

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 postemergencia, 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 postemergencia, 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 internervales similares a las que se observa con el SMS. Las diferencias radican en que la sintomatología foliar está asociada en el caso de la cancrisis 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 internerval 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 pecíolos 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

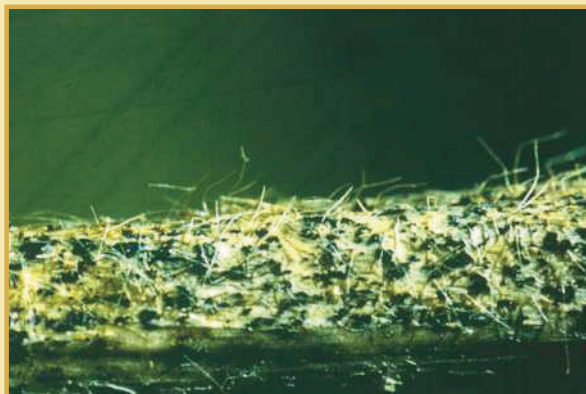


Figura IV.46. Tallo de soja infectada por *C. truncatum*; se observa el desarrollo de acérvulas de color negro.



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 pecíolos. En el follaje aparecen síntomas luego de prolongados períodos de alta humedad, observándose necrosis de nervaduras, canchales en pecíolos, 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.

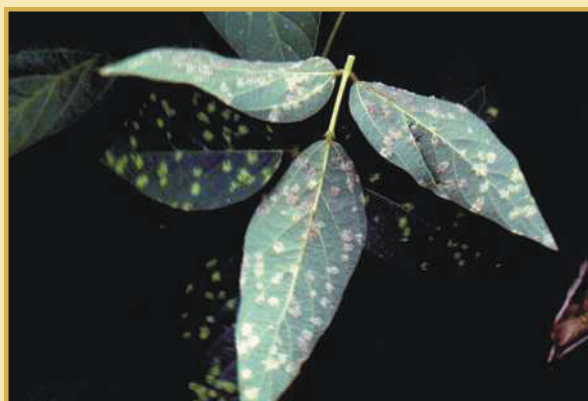


Figura IV.51. Fructificaciones de *P. manshurica* en el envés de las hojas.

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.

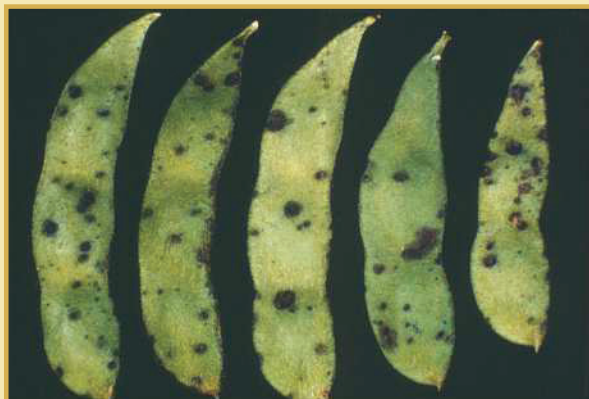


Figura IV.53. Lesiones en vainas causadas por *Corynespora cassiicola*.

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. sojina* 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: *Microspheera 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 peciolos, 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 periodo 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 Burreuyacu, 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.

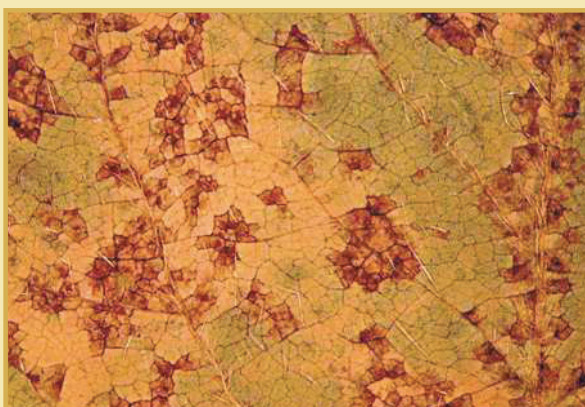


Figura IV.62. Roya de la soja, lesiones RB (marrón-rojizas).

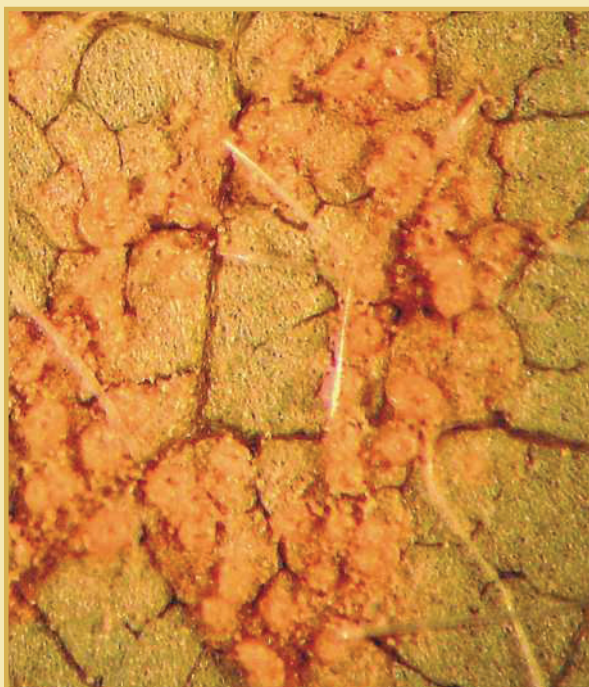


Figura IV.60. Roya de la soja, masa de urediniosporas alrededor de urediniosoros.

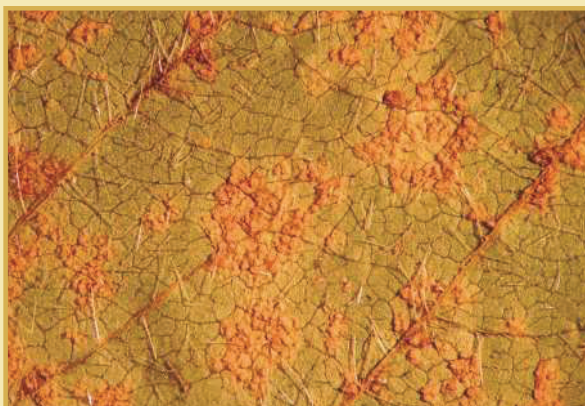


Figura IV.63. Roya de la soja, lesiones TAN (marrón-amarillentas).

(*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*.

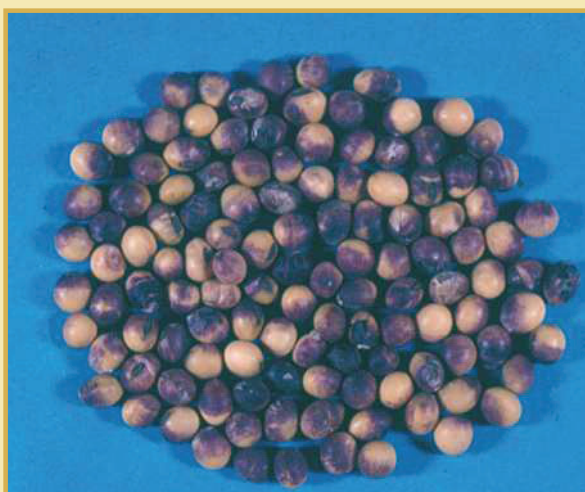


Figura IV.65. Mancha púrpura de la semilla causada por *C. kikuchii*.

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: *Gonatophragmiun 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 oliváceos 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 peciolas, 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*). Muestras 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 nordeste 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 triazolopirimidinas.

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 permitió 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 | | Mildiú (%) ^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).

ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE SOJA EN EL NOA Y SU MANEJO

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 N2 |
| 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 Ascomicetes, 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 Basidiomicetes. 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.

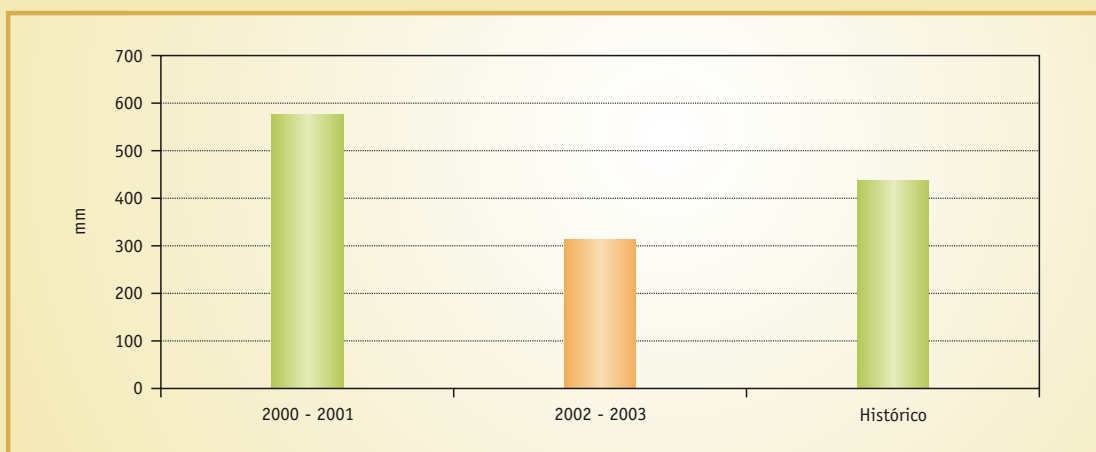
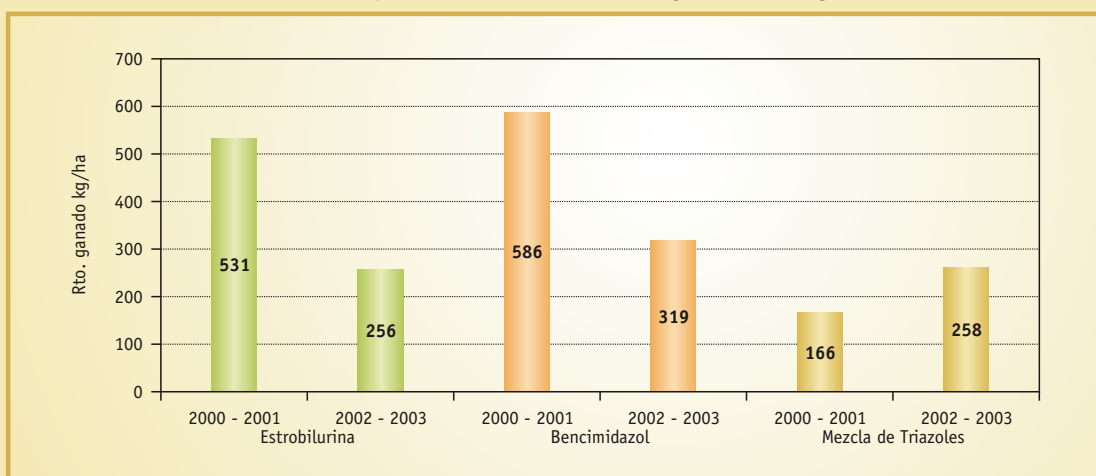


Gráfico IV.2. Ganancia de rendimiento lograda respecto del testigo sin tratar, por la aplicación de fungicidas sobre una variedad de soja de GM VI en estado fenológico R5, San Agustín, Tucumán.



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 noreste 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 virus 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. Chavarría, 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. Frog-eye 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 más 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 sogá, guantes o alfombra. |
| 1985/1995 | Desarrollo de herbicidas pre y post-emergentes con acción vía ALS. | Aparición de otros Graminidas (Imidazolinonas, Triazolpirimidinas y Sulfonylureas). 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, cachiyyuyo, 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 más 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 bejucos. 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 Imzetapir (Pivot), para su empleo en pre y post-emergencia.

Otro grupo químico desarrollado en esa época fue el Triazolpirimidina 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* (fruta)



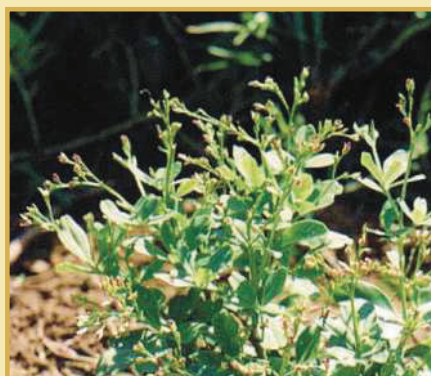
d- *Solanum atripicifolium*



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 rastros 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 período 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 bejuco (*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 más 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 cuáles 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:

$$\% \text{ Aumento Dosis Glifosato} = \frac{\text{Vol. Total (l/ha)} \times \text{Dureza Total (ppm CaCo}_3) \times 0,0013}{\text{Dosis de Glifosato (l/ha)}}$$

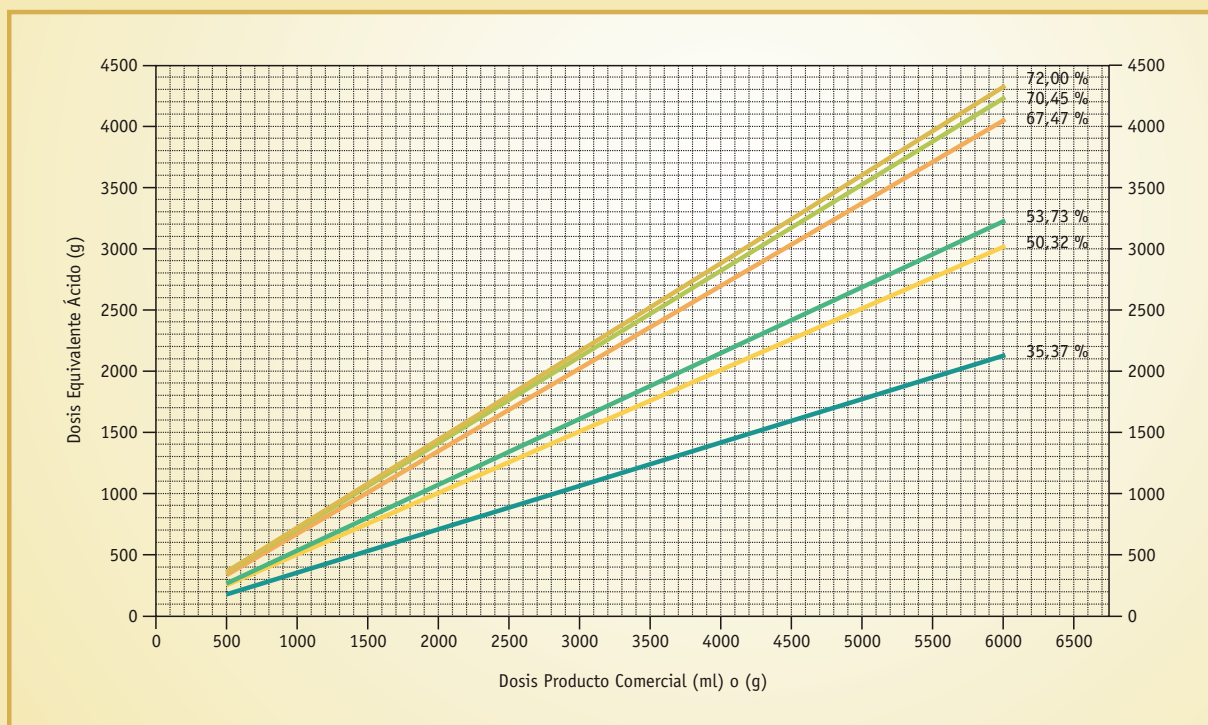
Al igual que con otros agroquímicos, el Glifosato requiere un pH óptimo en el caldo para su aplicación, el que se encuentra en el rango de 4,0 a 5,0 (ajustable de acuerdo a la especie a controlar). En este sentido el pH del agua no se explica solamente por la presencia de los cationes bivalentes antes 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 expandirse 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 problemáticas 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 |
| Gram. 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 interrumpen 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 voltea), 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 (sal amina 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 (Figuroa *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.

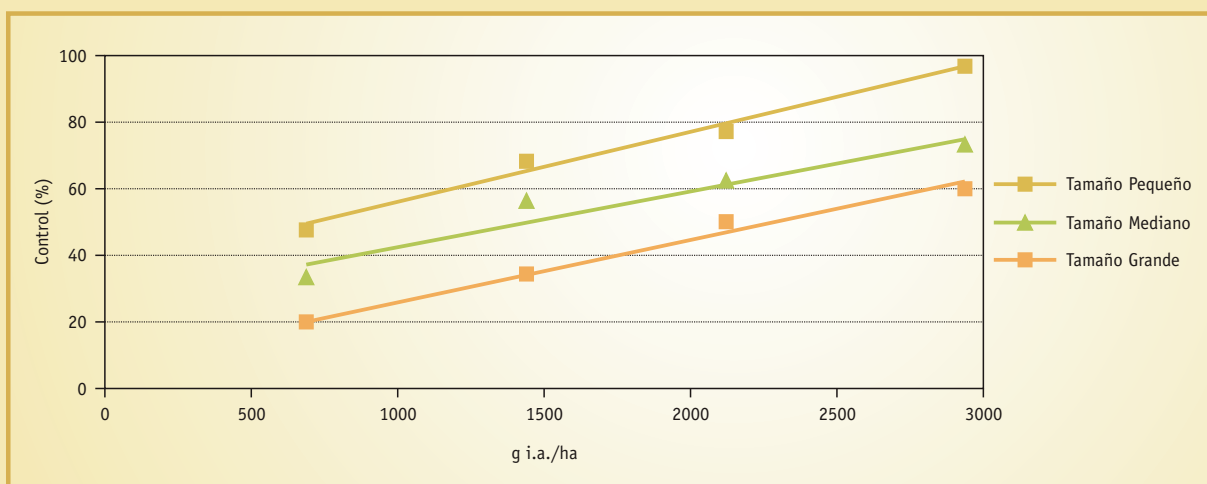
La Flor de Santa Lucía no es una buena competidora,

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 Tuesca

(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 Tuesca, 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 pliegue 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 períodos 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 gramínicidas 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

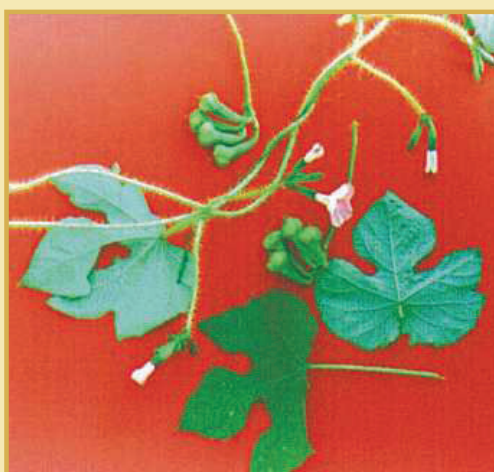
Figura IV.78 b. Diferentes especies del género *Ipomoea* en estado adulto y de plántula (Fotos gentileza Lic. Ricardo Roncaglia).



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 Imazaquín (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 más 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/sojaco ntmal.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 tardiamente. 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 tardiamente. 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

