



Enfermedades

Roya asiática de la soja. Monitoreo, fungicidas y su relación con la calidad de aplicación y éxito de control. Una visión desde la Fitopatología.

□ Ing. Agr. M Sc Marcelo Carmona
Profesor Asociado Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires

La roya asiática de la soja es una enfermedad muy destructiva, y agresiva, de alta tasa epidemiológica (velocidad de crecimiento en tiempo y espacio) que genera una rápida clorosis, senescencia y defoliación, pudiendo provocar daños muy severos. Los productores y asesores no están acostumbrados a enfrentarse con una enfermedad de estas inusuales características. Por eso nos obliga a cambiar la “mirada” sobre el cultivo obligándonos a abandonar la idea de seguir haciendo soja en forma rústica y desafiándonos a adoptar nuevas técnicas de monitoreo, de diagnóstico y de aplicación de fungicidas.

En este trabajo se aborda los factores más influyentes relacionados con el monitoreo, calidad de aplicación y éxito de control de la roya asiática de la soja.

Generalidades

La roya asiática de la soja causada por el hongo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, no es una roya típica. Los síntomas (lesiones necróticas) y signos (pústulas) no son tan fácilmente reconocidas como en las demás royas donde sí existen colores vivaces y no se observan manchas.

Esta nueva enfermedad es de difícil diagnóstico por:

- Presentar diminutas lesiones o manchas,
- Su facilidad de confusión con otras frecuentes en el cultivo (ej. bacteriosis, mancha marrón)
- Estar oculta entre hojas inferiores generando defoliación

- Generar sus pústulas principalmente en el envés de las mismas
- Ser distintiva únicamente con lupas de al menos 20 aumentos

En la pasada década, la roya asiática, se ha diseminado a varios países de África. En el continente americano fue detectada en Paraguay en la cosecha 2001. En Brasil y Bolivia causa severos daños desde la campaña 2002. En Uruguay, Colombia y EEUU fue detectada en el 2004. En Argentina fue observada por primera vez a fines de la campaña 2001/02.

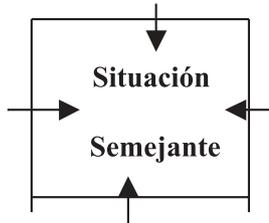
Monitoreo de la enfermedad

Sugerencias para el monitoreo de la enfermedad

La recomendación es comenzar el monitoreo a partir de floración R1 y hasta dos veces por semana cuando las condiciones ambientales sean conducivas a la enfermedad.

Para efectuar el muestreo en lotes comerciales, es aconsejable recorrer los cuatro lados de un lote o situación semejante, evitando borduras, sacar de 20 en 20 pasos, al menos 5 plantas por lado, totalizando 20 plantas por lote. Luego se debe proceder al corte con una tijera de podar, de las ramificaciones, raíz y tercio superior de cada planta, reteniendo sólo el tercio foliar inferior y medio del tallo principal. En el lugar de observación, proceda a preparar las muestras asegurándose de una buena luz solar y separe los folíolos centrales especialmente del tercio inferior para proceder a la observación con lupa de 20 aumentos. En aquellos casos en que la observación con lupa no se realice en el potrero, es conveniente que proteja las plantas de la desecación, ya que las plantas de soja son muy susceptibles a secarse. Para

ello envuelva las plantas en un papel, o un paño humedecido con agua; identifíquelas y llévelas a la brevedad a un lugar apropiado para la observación. Si van pasar varias horas, sería recomendable contar con una heladera de telgopor y elementos refrigerantes para asegurar la turgencia de las mismas.



Para facilitar el monitoreo, especialmente en grandes superficies, una recomendación consiste en agrupar lotes, bajo una similar situación (semejante).

De modo general es posible agrupar los lotes bajo la misma situación semejante cuando presenten la misma o similar fecha de siembra, el mismo cultivar, conducidos con similares prácticas de manejo, implantados en lotes de similares tipos de suelo, y que no tengan diferencia de altitud de más de 50 m.

Si bien un lote puede parecer a la distancia sano, es necesario eliminar este pensamiento rápidamente y comenzar el monitoreo en busca de la enfermedad, que se esconde en sus comienzos en el estrato inferior.

Las plantas guachas (si las hubiere) que sobrevivieron a temperaturas frías o heladas, los lotes sembrados más tempranos, lotes vecinos, o parcelas trampas, serán los primeros lugares donde iniciar el muestreo. Esta información será muy útil para ganar experiencia en el monitoreo, y en el caso de detectarla tempranamente en estos lugares, servirá para adquirir conocimientos para reconocerla y especialmente para estar más atentos y preparados en los lotes a sembrar

Cámara húmeda para monitoreo rutinario y/o para situaciones sospechosas.

Al realizar un monitoreo frecuente o cuando presenten dudas de síntomas durante el muestreo, sería muy útil colocar los folíolos recolectados bajo una situación ambiental ideal para inducir el crecimiento y esporulación del hongo y así “adelantarnos” al diagnóstico de campo”.

Muchas veces la gran dificultad para el diagnóstico, es la que se presenta principalmente al

inicio de las epidemias, sin que se puedan visualizar aún muy claramente las elevaciones o pústulas (En este escenario, la confusión con la mancha marrón (*Septoria glycines*) o pústula bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv *glycines*) puede hacerse aún más evidente).

Para estas situaciones, se recomienda tomar de 3 a 5 folíolos sospechosos, colocarlos dentro de una bolsa plástica transparente, que pueda cerrarse herméticamente.

Dentro de la bolsa, además de los folíolos, deberá ser incluido un papel de cocina (tissue) humedecido, para asegurar la humedad necesaria para el crecimiento de los síntomas y signos. Se sopla un poco dentro de la bolsa y se la cierra, manteniéndola a temperatura ambiente y fuera del sol o calentamiento. A partir de las 12 horas, preferentemente 24 horas, revise con lupa los folíolos, en busca de la confirmación de la presencia de las pústulas reveladoras; las urediniosporas se acumularán sobre las pústulas dando un aspecto “granuloso”, lo que hará más fácil y visible las fructificaciones del hongo.

Si se tratara de un enfermedad bacteriana la misma cámara húmeda favorecerá la producción de los exudados.

No coloque hojas desecadas o muertas, ya que el hongo biotrófico no crecerá en tejido muerto, evite dejar las bolsas dentro del auto o expuestas a intensos calores y no olvide identificar su origen, fecha y variedad.

Características del sistema de monitoreo 2004-2005

El sistema de monitoreo oficial (INTA, Estación Experimental de Obispo Colombres, Universidades Nacionales y organismos privado (Universidades, laboratorios, asesores y empresas) resultó exitosa, permitiendo analizar una gran cantidad de muestras para realizar la detección y seguimiento de la enfermedad. En la página del Sinavimo (www.sinavimo.gov.ar) se actualizaba periódicamente las detecciones de la enfermedad. Las principales dificultades con las que se debieron enfrentar los monitores resultaron ser: 1) La correcta visualización y confirmación de la enfermedad ante bajos niveles de infección (a veces con muy pocas pústulas evidentes), 2) La necesidad de realizar numerosas cámaras húmedas y analizar numerosas muestras, 4) Las dificultades para generar una escala patrón de intensidad de ataque que sirviera de modelo único y común para todos los monitores, 4) La necesidad de satisfacer rápidamente las sospechas de varios productores y asesores, y 5) La presencia

de otros síntomas y adversidades (síntomas de sequía, insectos, intensos ataques de trips, otras enfermedades presentes etc). En algunas ocasiones el bajo nivel de enfermedad y el estado fenológico avanzado , llegó a determinar que algunos lotes que habían dado inicialmente positivos, al ser monitoreados posteriormente, fue muy difícil re-encontrar la infección. Sin embargo en algunos lotes la intensidad de ataque fue muy severa . Por ejemplo en un campo en Villaguay (Entre Ríos) alcanzó en promedio 160 pústulas /cm² de foliolo (en la parte superior) y de 183 pústulas /cm² con un rango de 365 a 54 pústulas /cm² (parte inferior). De la misma forma en Gral Vedia (Chaco) a 40 km de Paraguay la intensidad fue de: 326 pústulas /cm² con un rango de 577 a 39 pústulas /cm². En este último lote , el patógeno además de mostrar un muy severo ataque, la esporulación fue extremadamente abundante incluso hasta R7 .

El aspecto más saliente para destacar es que ha quedado demostrado que el monitoreo es el fundamento del control racional de la roya asiática. ¿Por qué? Porque el monitoreo siempre será necesario para:

- 1) Conocer la ausencia o presencia de la enfermedad, 2) Realizar cámaras húmedas
- 3) Realizar las aplicaciones (con o sin síntomas),
- 4) Evaluar el efecto de control del fungicida
- 5) Determinar la residualidad del fungicida, 6) Cuantificar la re-infección, 7) Analizar la necesidad de más aplicaciones ,8) Evaluar la técnica de aplicación y 9) Analizar el comportamiento de variedades.

Se destaca que aún en las decisiones preventivas, (es decir en ausencia total de la enfermedad), el monitoreo es imprescindible para confirmar que verdaderamente la enfermedad está ausente y así calificar la aplicación como verdaderamente preventiva.

¿De qué depende la eficiencia de control químico?

La eficiencia de control de cualquier fungicida depende especialmente del *diagnóstico, del propio fungicida y dosis utilizados , nivel de enfermedad, oportunidad de aplicación, distribución, y deposición del producto* sobre el objetivo a controlar.

El **diagnóstico correcto y el monitoreo sistematizado** son fundamentales a la hora de evaluar la decisión de la aplicación. Sin un diagnóstico correcto no puede existir un control correcto. Por eso es necesario la capacitación y entrenamiento para realizar un acertado diagnóstico de las enfermedades especialmente sobre aquellas que presenten

dificultades para su observación como es el caso de la roya asiática de la soja.

Conceptos básicos sobre fungicidas

El control químico o quimioterapia constituye una herramienta muy útil que debe formar parte de una estrategia definida del manejo integrado de las enfermedades. Es conveniente recordar que el mayor éxito en control de una enfermedad se logra con aplicación de varias medidas (control cultural, genético, biológico y químico) y no sólo con una de ellas. Es por eso que el uso de fungicidas debería estar enmarcado dentro del manejo integrado.

La aplicación eficiente de fungicidas ha demostrado en muchos cultivos aumentos significativos de los rendimientos y de la calidad de la producción. Desde el punto de vista epidemiológico, el uso de fungicidas pueden reducir el inóculo inicial (ej. tratamiento de semillas) y/o disminuir la tasa epidemiológica de infección (aplicación foliar). Los fungicidas son utilizados desde hace mucho tiempo y han evolucionado considerablemente con el resultado de la aparición de nuevas moléculas químicas eficientes (ej estrobirulinas) y generando un importante mercado económico y competitivo.

Un **fungicida** es un compuesto que mata a los hongos. También se aplica el concepto de fungicidas a aquellos productos que inhiben al esporulación (antiesporulante o genestático) o detienen el crecimiento (fungiestáticos).

Modo de acción de fungicidas

Este aspecto hace referencia al movimiento de la sustancia una vez depositado sobre las hojas.

Un fungicida **sistémico** es absorbido y trasladado por el xilema. No son lixiviados ni fotodescompuestos, y por lo tanto no requieren aplicaciones frecuentes como en el caso de los fungicidas protectores que no son absorbidos. Algunos de ellos también se mueven en forma translaminar (se mueven atravesando la hoja).

La característica de “**sistémicos**” de los fungicidas (ej. los triazoles, bencimidazoles) debe ser interpretada como que el fungicida se mueve “parcialmente” dentro de la planta pero no con la misma eficiencia que lo puede hacer otros compuesto como algunos herbicidas. El movimiento es acrópeto, xilemático , por flujo transpiratorio y no existe o es muy poco el movimiento hacia atrás, abajo o por vía floema. La residualidad varía entre 15 a 25 días (depende del producto , dosis y nivel d enfermedad).

Los funguicidas **mesosistémicos** son aquellos que presentan una afinidad con la superficie de la hoja. La característica de **mesosistémicos o locosistémicos** hace referencia a los compuestos con movilidad más limitada y más relacionada con la fase de vapor ya que no se mueven mucho por el sistema vascular. La mayoría de ellos (ej algunas estrobilurinas) presentan una afinidad especial con la capa cerosa del tejido foliar. A partir de allí que es donde se acumulan, se van liberando más lentamente. De modo general la liberación del funguicida ocurre gradualmente observándose en ellos un efecto residual mayor resistiendo más a las condiciones ambientales adversas y a la remoción por el agua. Presentan acción translaminar.

Mecanismo de acción de los funguicidas

Este aspecto hace referencia de cómo la sustancia química mata a la célula fungica.

Triazoles (inhiben la síntesis del ergosterol) componente de la pared celular de los hongos

Estrobilurinas afectan el proceso respiratorio (ATP, mitocondrias)

Bencimidazoles interfieren la mitosis (No usados para Soya asiática)

Preventivo, curativo y erradicante (Conceptos fitopatológicos):

El concepto **preventivo** hace referencia a la ausencia por completo de la enfermedad en una hoja, planta o cultivo. Para certificar esta ausencia es necesario el monitoreo.

Curativo hace referencia a la paralización del crecimiento del hongo luego de la infección (germinación penetración del hongo en la planta y comienzo de su nutrición) y comúnmente antes de la expresión de los síntomas.

Erradicante se relaciona con la paralización del crecimiento del hongo luego de la infección y comúnmente con la expresión de los síntomas

Residualidad de un funguicida

Se entiende como residualidad al poder de una sustancia funguicida de mantener en el tiempo su fungitoxicidad. Se debe hacer notar que la residualidad de un producto, no es un valor fijo, ya que depende de varios factores.

A modo de ejemplo la residualidad de un mismo funguicida puede ser menor cuando:

1) Se utilizan dosis menores a las recomendadas, favoreciendo así una más rápida reinfección.

2) Cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas (alta temperatura, baja humedad) que generarán pérdidas importantes del funguicida por evaporación, baja penetración, etc.

3) Si se retrasa el momento de aplicación, la enfermedad crecerá más allá de los primeros síntomas, y limitará la eficiencia y movilidad del funguicida.

4) Cuando el volumen de agua utilizado no permite lograr una densidad y tamaño de gotas recomendados provocando un menor mojado de los estratos del follaje y por lo tanto una menor protección

Todas aquellas causas que determinen una menor concentración de principio activo sobre y dentro de la superficie foliar, afectarán negativamente la residualidad teórica de los distintos funguicidas.

Calidad de aplicación

“Se podrá hacer un buen diagnóstico, elegir el mejor funguicida, llegar a tiempo pero si la calidad de aplicación no es buena, entonces se habrá trabajado e invertido en vano”

¿Cuál es la importancia de la calidad de aplicación Por que abordar este tema ?

En relación la aplicación de funguicidas para roya de la soja es clave interpretar que :

1) El cultivo de soja es un cultivo cuya arquitectura botánica es bien diferente al de otros cultivos. Su densidad foliar y disposición ejercen un efecto “paraguas” dificultando la llegada de la aplicación en el interior del cultivo. Asimismo la existencia de genotipos diferentes y algunos de hábitos de crecimiento indeterminado hace que sea imprescindible prestar mayor atención sobre la aplicación y sobre la relación funguicida- masa foliar remanente y futura .

2) En las hojas retinervadas y compuestas de la soja el movimiento del funguicida no es semejante y fluido como ocurre en las paralelinervadas (ej cereales de invierno), por lo tanto la circulación del funguicida (aún cuando sean parcialmente sistémico) está limitada y por eso es necesario asegurar una mayor y mejor cobertura durante de la aplicación en el cultivo. Aquí es conveniente recordar que además los funguicidas móviles como los triazoles lo hacen sólo para arriba, acrópemente, vía transpiración, vía

xilema. Sólo se moverán hacia la punta desde donde fue depositada no hay movimiento entre folíolos. Por eso es importante la cobertura a lograr.

3) El objetivo de control químico es un patógeno diminuto, de muy difícil diagnóstico, que se ubica en el estrato inferior, y produce sus pústulas generadora de esporas en el envés de las hojas. Por ello es necesario garantizar la llegada del producto en el estrato inferior.

4) *P.pachyrhizi* es un patógeno epidemiológicamente diferente a los actualmente conocidos. Es capaz de producir por ejemplo en Argentina de 232 a 577 pústulas por cm² de folíolo y una lesión puede tener hasta 16 pústulas. Además de ello, cada pústula puede producir esporas por 20 días y una lesión por 36 días. Imaginarse esa producción en una hoja, en una planta, en un metro cuadrado o ha es verdaderamente considerar a *P.pachyrhizi* como un patógeno de agresividad muy pocas veces vista. De esta forma, las aplicaciones a realizar adquieren un valor agregado diferencial

5) Cuando se trate de controlar enfermedades de fin de ciclo (EFC), la necesidad de llegar al estrato inferior no es tan crucial. Además los patógenos causantes de las EFC no se ocultan en el envés ni llegan eficientemente por el viento. Asimismo la tasa de crecimiento de estas EFC no es tan rápida (mayor período de latencia e incubación) si se la compara con la Roya donde el patógeno sí presenta una alta capacidad de reproducción, infección y diseminación

Por eso cuando se aplique sólo para EFC es necesario recordar estas diferencias epidemiológicas ya que en las EFC existe una mayor flexibilidad para el uso de fungicidas, mientras que para la roya asiática, el control temprano y las diferencias a tomar en cuenta en la calidad de aplicación resultan prioritarias debido a sus características epidemiológicas

Aspectos a considerar:

1) Oportunidad, tiempo o momento de aplicación. A tiempo.

Está determinado por las condiciones ambientales, estado del cultivo y fundamentalmente por el nivel de incidencia (% de hojas o de plantas enfermas) y/o por la severidad (% de área foliar afectada en promedio)

Las **condiciones ambientales** son factores muy importantes para lograr una buena aplicación. La temperatura y humedad relativa actúan sobre la duración de la vida de la gota. Los valores aconsejados de humedad son de un mínimo de 55 %.

Temperaturas mayores a 30 son totalmente desaconsejadas. Respecto al viento si este fuera de 8-10 km hora posibilitara el movimiento del follaje y permitirá una mejor penetración.

Las mejores condiciones de aplicación son a las primeras horas de la mañana con temperaturas de 15-20 e incluso con un poco de rocío. Evitar el exceso de rocío porque puede promover el escurrimiento de la aplicación.

Uno de los principales problemas en aplicación de fungicidas es la aplicación en **momentos** que no son los más oportunos y apropiados especialmente porque dejan crecer la enfermedad a mayores niveles en los cuales se debería actuar o no se interpreta el significado de los diferentes estadios fenológicos en la generación del rendimiento. Es muy común, por lo tanto encontrar aplicaciones realizadas tardíamente. Las consecuencias de una aplicación tardía se visualizan en una menor residualidad del fungicida, en un menor % de control, o en un menor impacto en el rendimiento.

Tan importante es el momento adecuado de la pulverización que, un excelente fungicida con sus marcadas virtudes químicas puede, sin embargo, verse perjudicado y hasta castigado si se lo aplicara en forma y momento inadecuados (ej aplicación tardía). Por eso es necesario capacitar a técnicos y productores para concientizar sobre los efectos de la oportunidad de aplicación. El uso de fungicidas para controlar enfermedades foliares debe realizarse en el momento en que el cultivo pueda beneficiarse por el aumento del área fotosintéticamente activa debido al control de la enfermedad. Un fungicida no aumenta el rendimiento ni es una panacea por sí mismo, sino que, sólo permite expresar el potencial de rendimiento del genotipo, eliminando el factor enfermedad. En muchos de los cultivos de granos se han determinado períodos fenológicos y fisiológicos denominados "críticos" por la importancia que tienen los eventos que ocurren dentro de los mismos y de sus interacciones con el ambiente, en la generación del rendimiento agronómico.

Si se deja crecer la enfermedad (la incidencia y severidad será cada vez mayor) la eficiencia del fungicida caerá significativamente. Esta **energía química** del fungicida (esfuerzo, trabajo para lograr un eficaz control) se diluye a medida que crece la enfermedad, necesitando incluso aumentos de dosis o reaplicaciones más frecuentes. Por eso la detección temprana hace más eficiente el comportamiento de los fungicidas aprovechando óptimamente su energía química.

2) Cobertura

Una buen comienzo es tener el equipo bien preparado, calibrado y testeado previamente a la aplicación. Conocer con precisión la capacidad operacional para actuar lo más eficientemente posible. Un aspecto a considerar es la cobertura de la aplicación, que se evalúa en la práctica por la densidad de gotas /cm² y la uniformidad de la distribución.

De manera general para funguicidas sistémicos se recomienda entre 30-40 gotas cm² y para los protectores o aquellos de poco movimiento hasta 70. Esto también dependerá del tipo de producto (movilidad) , cultivo y la localización y tipo de enfermedad. A modo de ejemplo, para lograr una buena aplicación para la roya asiática, es importante llegar a los estratos inferiores de la planta donde existe la máxima infección (número de lesiones y pústulas) , de esta manera se evitará que queden esporas viables del patógeno remanentes, que acelerarán la reinfección de la planta. Se considera una buena cobertura para esta enfermedad, cuando en el estrato inferior se logre en promedio 15-30 gotas /cm². La densidad de gotas dependerá entre otras variables , del volumen de aplicación, presión, velocidad, altura y tamaño de gotas a lograr.

La misión del volumen de aplicación es la de diluir y facilitar la distribución del funguicida.

Es importante destacar, que es posible obtener una misma cobertura con diferentes volúmenes de aplicación. estos caudales puede aumentar a medida que la superficie a mojar sea mayor (medida que el cultivo tenga mas hojas o éstas sean mas grandes) .

La tendencia para la roya asiática es la de utilizar volúmenes de 150-200 litros en la terrestre y de 20 en aérea, pero también existen experiencias de aplicaciones de mucho menor volumen (ej 70 litros) que asimismo garantizan la densidad de gotas , tamaño y llegada recomendadas. De modo general cuanto más masa foliar exista (dependiendo del cv y de la fenología), más temperatura, menos humedad relativa, la tendencia será aumentar el volumen de aplicación.

La uniformidad de la distribución de la aplicación debe lograrse con el chequeo de la limpiezas de los picos, distanciamiento adecuado entre ellos, que presenten el mismo diámetro de salida, y que garanticen el mismo caudal .

3) Diámetro de las gotas

El diámetro de las gotas esta influenciando el % de cobertura y establece también el riesgo de deriva, penetración en el follaje y posibles pérdidas por evaporación. Los tamaños de gotas recomendados para funguicidas varían entre 200-400 micrones. En

la práctica se ha demostrado que las gotas pequeñas penetran mejor en las plantas pero si son muy pequeñas (100 a 200 u) pueden evaporarse rápidamente Con vientos entre 8-10 km /hora que mueve un poco el follaje permite que las gotas puedan alcanzar el interior de las plantas .

El uso de coadjuvantes y , aceites pueden mejorar mucho la aplicación rodeando a las gotas logrando así una disminución de la evaporación, y manteniendo las gotas sobre al superficie foliar por más tiempo. Será necesario consultar sobre al compatibilidad de los funguicidas con los aceites y otras sustancias.

Roya asiática de la soja : Sugerencias para una buena aplicación

El uso de fungicidas es la herramienta estratégica más indicada en la actualidad. La recomendación incluye fungicidas del grupo de los triazoles, estrobilurinas o sus mezclas. La decisión de aplicar es a los primeros síntomas y / o cuando la cámara húmeda haya anticipado el diagnostico de campo, y/ o cuando se hayan reportado en regiones cercanos a sus lotes y se registren condiciones ambientales favorables que aseguren al menos 7-10 horas de mojado foliar. Es conveniente que se informe muy periódicamente sobre el status de la presencia de la enfermedad en las diferentes regiones. La eficiencia de los fungicidas será mayor cuanto más temprano realice la detección. Por eso durante el monitoreo incluya la posibilidad de realizar cámaras húmedas para adelantar el diagnóstico. Un buen control se logra entonces cuando se baja el inóculo en las hojas inferiores y se protegen las superiores por al menos 15 a 25 días (poder residual). Las aplicaciones tardías no son capaces de evitar o atenuar los daños y las pérdidas serán irreversibles. La clave es estar **atento** al diagnóstico y a **tiempo** en el control.

Recomendaciones:

Recuerde que el monitoreo es imprescindible y fortalece necesariamente la toma de decisión química siendo la base principal para el manejo exitoso de la enfermedad

a) Respete las dosis recomendadas y consulte frecuentemente a técnicos capacitados y fitopatólogos.

b) Organice y verifique su capacidad operacional para la aplicación de fungicidas, especialmente si su superficie a sembrar o sembrada con soja es amplia y se encuentra en una zona de mayor riesgo (Por ejemplo: NOA y NEA).

c) Para lograr una buena aplicación, es importante llegar a los estratos inferiores de la planta de esta manera se evitará que queden esporas viables del patógeno remanentes, que acelerarán la reinfección de la planta.

d) La buena aspersión del fungicida permitirá que se distribuya mejor en las hojas medias y superiores, protegiendo mayor superficie foliar y por más tiempo.

e) Aproveche vientos de 8-10 km/h, que moverán el follaje y facilitará la llegada del producto al estrato inferior.

f) Los equipos que poseen manga de viento lograrán mejores resultados, aún con volúmenes de agua algo inferiores, porque aseguran un mejor mojado basal.

g) Las aplicaciones aéreas serán exitosas cuando se realicen en forma perpendicular al viento, con volúmenes de entre 15-20 litros por hectárea y con altitudes de vuelo muy bajas por encima del canopeo (entre 1 y 2 metros de altura)

h) Evite aplicar con baja humedad relativa (mínimo 55%), y altas temperaturas (alrededor de 30C°), ya que las condiciones ambientales influyen sobre la calidad de la aplicación y la duración de la vida de la gota.

i) La aplicaciones realizadas durante la mañana y con un poco de rocío (por ejemplo 7:00 am) presentan mayor eficacia, por ser las temperaturas más favorables. La aplicaciones al final de la tarde serán por lo antedicho, mejores que las del mediodía.

Experiencias en el uso de fungicidas en Argentina

En algunos lotes y a pesar de los ataques tardíos registrados en numerosos casos, muchas compañías e Institutos públicos pudieron llevar a cabo ensayos para la evaluación de eficiencia de fungicidas

A modo de ejemplo durante la presente campaña, se evaluaron dos ensayos: uno en Villaguay y otro en Gral Vedia en los mismos lotes con alta infección previamente citados. Se utilizaron triazoles y mezclas de triazoles con estrobilurinas. Si bien actualmente están en evaluación, las diferencias de los tratamientos aplicados a los primeros síntomas versus el testigo son altamente significativos demostrando la eficiencia de varios de ellos en el control de la enfermedad. A modo de ejemplo en el ensayo de Villaguay, el testigo en la parte inferior de las plantas mostró 183 pústulas /cm² de foliolo mientras que los tratados en promedio fue de 40-50 pústulas /cm² en la parte inferior y de 30 en la parte superior. En Chaco las diferencias fueron aún más debido a que el testigo mostró 326 pústulas /cm² en promedio y los tratados de 3 a 25

pústulas /cm² . Estas últimas pústulas fueron oscuras sin esporulación, indicando la acción fungicida. Se continúan evaluando ahora los rendimientos obtenidos y porcentajes de control para cada tratamiento.

Perspectivas y necesidades futuras

Desde el punto de vista fitopatológico y según el triángulo de la enfermedad, la roya ocurrirá cuando: 1) el hospedante susceptible sea cultivado, (este vértice estará seguro presente ya que es una decisión del productor guiado por la rentabilidad, 2) el inóculo estuviera disponible y 3) cuando ocurriera un ambiente favorable para la infección . Tanto la producción de inóculo y como las condiciones ambientales para la infección dependerá del año particular que se registre, pero tal como se viene registrando la detección de la enfermedad en nuestro país (Córdoba y Buenos Aires y la Pampa fueron ahora afectadas), es probable que la roya asiática siga expandiéndose en la región sojera. La intensidad de su ataque estará regulada especialmente por la humedad relativa y temperatura (para la producción de esporas) , horas de mojado, temperatura y oscuridad (para la infección) , y viento (para la diseminación) que se registren durante la estación de crecimiento en la región del MERCOSUR y en las regiones sojeras de nuestro país. De acuerdo a esta variabilidad, algunas zonas y lotes podrán estar mas afectadas en función de la variabilidad climática y cercanía del inóculo, o de lo contrario, podrán estar recibiendo la enfermedad hacia el fin de ciclo tal como sucedió en 2004. Regiones donde se presenten sequías y/o temperaturas por encima de 30 C probablemente tendrán bajos niveles de ataque. Esto indica que el monitoreo y la capacitación deben continuar intensificándose en las próximas campañas. En relación a las tareas de investigación, la expansión de la soja en nuevas regiones y la aparición de la RAS en Argentina han generado una expectativa inédita acerca del uso de fungicidas que debería ser orientada con resultados de experimentación e investigación. Por eso, la generación de conocimiento e información acerca de la intensidad de ataque, caracterización morfo-funcional del patógeno, supervivencia (función de las teliosporas ?), epidemiología, umbrales, daños y pérdidas, y la efectividad de los tratamientos en soja, fortalecerá el criterio para tomar decisiones de manejo racionales y sustentables. Especial énfasis deberá prestarse a la determinación del momento crítico para la aplicación de fungicidas, la relación ambiente-enfermedad para lograr un modelo predictivo microregional, y al comportamiento varietal en miras de obtener tolerancia o resistencia en los genotipos. Finalmente el uso masivo y reiterado en todo el mundo de fungicidas de los grupos de las estrobilurinas y



triazoles para combatir la enfermedad, debe requerir mayor atención dentro de la investigación por el probable riesgo de generación de resistencia por parte del hongo.

Las medidas de control incluyen : Capacitación, siembras de ciclos cortos, manejo de plantas guachas, monitoreo sistemático, y control químico. Los fungicidas recomendados son las estrobilurinas, triazoles y sus mezclas. La decisión de aplicar es a los primeros síntomas y / o cuando la cámara húmeda haya anticipado el diagnóstico de campo o cuando se hayan reportado en regiones cercanas a sus lotes y se registren condiciones ambientales favorables que aseguren al menos 7-10 horas de mojado foliar con temperaturas promedio aproximadas de 22 C°.

La eficiencia de los fungicidas será mayor cuanto más temprano realice la detección. Por eso durante el monitoreo incluya la posibilidad de realizar cámaras húmedas para adelantar el diagnóstico. La clave es estar atento al diagnóstico y a tiempo en el control. Las medidas de recomendación deberán ser mejoradas y elaboradas en función de criterios técnicos establecidos en base a estudios nacionales de la epidemiología, predicción microregional de la enfermedad y el retorno económico (umbral de daño económico o de decisión). Es conveniente que se informe muy periódicamente sobre el status de la presencia de la enfermedad en las diferentes regiones.

En relación al uso de fungicidas para el manejo de las enfermedades de fin de ciclo (EFC) la misma debería ser orientada mediante la valoración y puntuación de diversos factores relacionados con la epidemiología de estas enfermedades y con la generación del rendimiento del cultivo. En muchas ocasiones puede ser que la aplicación dirigida para la roya sea coincidente también con la de las EFC y viceversa.



Bibliografía

BOLLER, W. FORCELINI, C & PANISSON, R. Aplicación de fungicidas para el control de oídio en soja, en diferentes horarios del día. IN: XXXI Reunión de Pesquisa de Soja região Sul Porto Alegre

CARMONA, M. Manual para el reconocimiento y manejo integrado de la roya asiática de la soja. Ed: Convenio FAUBA y Technidea 42 pp., 2004

CARMONA, M.; GALLY, M., GRIJALBA, P., SUGIA, V. & JAEGGI, E. Frequency and chemical control of causal pathogens of soybean late season diseases in the Pampeana Region. VII World Soybean Research Conference, IV International Soybean Processing and Utilization Conference, III Congreso Mundial de Soja, 29 de febrero al 5 de marzo de 2004. Foz de Iguazú, Brasil. En Documentos, Abstracts of Contributed Papers and Posters, 159. I 2004.

CARMONA, M., GALLY, M. & LÓPEZ, S. Asian Soybean Rust: Incidence, Severity, and Morphological Characterization of *Phakopsora pachyrhizi* (Uredinia and Telia) in Argentina. Plant Disease 89: 109. 2005.

HOFFMANN, L., & BOLLER, W. Tecnología de aplicación de fungicidas en soja. IN Doenças na cultura da soja Editor: Erlei Melo Reis pp. 147-170, 2004

LARRAGUETA, O & CARMONA, M. Clínicas de aplicación de agroquímicos. NEA, NOA y Región Pampeana. Organizadas por Monsanto y Bayer, 2005.