

Enfermedades de fin de ciclo y roya asiática de la soja

Un análisis de sus daños y el uso estratégico de fungicidas

Carmona, Marcelo A. Ing. Agr. M Sc. Profesor Asociado Cátedra de Fitopatología. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

El cultivo de soja (*Glycine max* (L) Merr.) constituye actualmente el más importante de Argentina si se toman como referencia los incrementos registrados en el área sembrada, producción, productividad y rentabilidad. Asimismo el complejo sojero, conformado por el grano, el aceite y los subproductos de soja, es clave para la agroindustria argentina. Las exportaciones ascienden actualmente a casi 10.000 mil millones de dólares.

Entre las principales limitantes del cultivo de soja en Argentina deben mencionarse a las enfermedades, que han aumentado su importancia debido a los cambios climáticos, a la generalización del sistema de siembra directa o con cubierta de rastrojos, al monocultivo de soja, a la siembra de genotipos de alta uniformidad en grandes extensiones y a la inexistencia de cultivares con resistencia a la mayoría de las enfermedades.

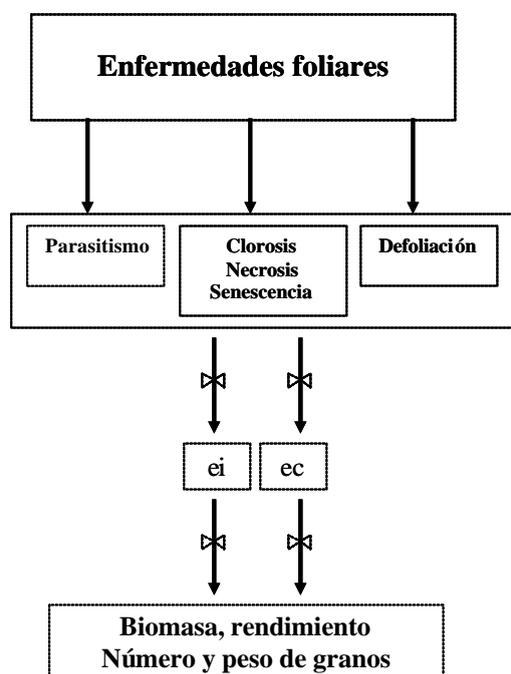
Las enfermedades llamadas de fin de ciclo (**EFC**) y la roya asiática de la soja (**RAS**) merecen una consideración especial por varios motivos, entre los cuales se puede mencionar: 1) existe un aumento considerable en la frecuencia e intensidad de las **EFC** generado principalmente por la siembra generalizada de soja bajo monocultivo y siembra directa, ya que los agentes etiológicos son, en su mayoría, necrotrofos con capacidad de supervivencia en los rastrojos, 2) las **EFC** constituyen un complejo de agentes causales de incubación y latencia largos, es decir, hayinfecciones previas que no son visualizadas como en otras enfermedades, lo que dificulta su manejo sanitario; 3) la **RAS** es mundialmente reconocida como la enfermedad más destructiva del cultivo; 4) las epidemias tardías y la expansión geográfica de **RAS** en Argentina en las últimas campañas demuestran que el país es altamente vulnerable al ataque de esta enfermedad y 5) la capacitación, reconocimiento y adopción de medidas de manejo integrado son escasas, porque en el caso de **EFC** se necesita aún mayor investigación y extensión mientras que la **RAS** es, para la región, una nueva enfermedad.

Cómo las enfermedades foliares afectan la generación del rendimiento en el cultivo de soja?

Fundamentos ecofisiológicos. (Kantolic y Carmona, 2005)

De manera general puede decirse que las enfermedades foliares afectan la generación del rendimiento por los siguientes motivos: 1) Los patógenos ejercen su parasitismo aprovechándose de la energía producida por el cultivo. De esta manera los parásitos colonizan, crecen y se reproducen exclusivamente a expensas de la planta, generándoles pérdidas de carbohidratos y nutrientes producidos o de reserva que podrían haber sido destinados hacia destinos reproductivos, 2) La mayoría de las enfermedades foliares producen clorosis, necrosis, afectando la fotosíntesis, disminuyendo la interceptación de radiación y aumentando la reflectancia, y 3) Así también la mayoría de ellas generan senescencia y algunas más graves, una intensa defoliación afectando la interceptación lumínica. Probablemente el principal efecto de las enfermedades foliares es disminuir la eficiencia de interceptación de radiación a través de la reducción del **IAF** (índice de área foliar) y de su duración. Frente a la defoliación, clorosis y senescencia producidos por las enfermedades, las plantas de soja pueden responder con la producción de nuevas hojas, principalmente a través del proceso de ramificación. Sin embargo, a medida que avanzan los estados reproductivos, los mecanismos naturales de tolerancia y resistencia se vuelven menos activos. Coincidentemente, suelen producirse condiciones lluviosas y húmedas, aumentando la manifestación de la enfermedad. Bajo estas condiciones, el efecto compensatorio de la producción de nuevas hojas resulta mínimo o nulo, por lo cual se generan importantes daños y pérdidas. Todos estos efectos generarán una menor supervivencia de flores y por lo tanto una menor cantidad de vainas y granos además de afectar el peso y calidad de los mismos.

Diagrama de causas y efectos de las enfermedades foliares sobre el rendimiento de soja (Kantolic y Carmona, 2005)



(**ei** : eficiencia de interceptación, **ec**: eficiencia de conversión)

Conceptualmente, daño puede ser definido como cualquier reducción en cantidad o en calidad de la producción causados por los efectos de un patógeno. El daño promedio causado por las **EFC** es de 8% a 10%, con un máximo de hasta 30% (Wrather et al 2001; Carmona, 2003; Carmona et al 2004a). La **RAS** puede producir aun mayores daños y significativas pérdidas (60 – 70%, lo que puede significar millones de dólares para una región) debido fundamentalmente a la intensa y temprana defoliación que genera (Carmona y Reis, 2003; Carmona et al, 2004b).

Características de las enfermedades de fin de ciclo (EFC)

Las llamadas enfermedades de final de ciclo (**EFC**) representan una significativa (aunque poco estudiada) limitante, debido a que aceleran la senescencia de las plantas y disminuyen el rendimiento y/o calidad de la semilla. (Carmona, et al. 2003). Se entiende por **EFC** a un grupo de enfermedades cuyos síntomas se manifiestan en estados reproductivos intermedios y avanzados, y causan disminución del área foliar sana y defoliación, madurez anticipada del cultivo, reducción del rendimiento. Muchas de ellas afectan también la calidad de la semilla producida (Gally, et al. 2004, Molina et al, 2004).

Asimismo, algunos de los patógenos causantes de las **EFC** infectan vainas y semillas afectando la calidad del producto cosechado (Molina, et al. 2004, Gally, et al. 2004). Las principales **EFC** son: tizón de la hoja y mancha púrpura (causado por *Cercospora kikuchii* (T. Matsu & Tomoyasu) Gardner), antracnosis, (*Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrews & WD Moore), mancha marrón (*Septoria glycines* Hemmi), tizón de la vaina y tallo (*Phomopsis sojiae* Lehman), mildiú (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd: Gäum), mancha ojo de rana (*Cercospora sojina* Hara), mancha anillada (*Corynespora cassiicola* (Berk & Curt.) Wei), mancha foliar por *Alternaria* (*Alternaria* spp.), pústula bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv *glycines* (Nakano) Dye.) y tizón bacteriano (*Pseudomonas siringae* pv *glycinea*) (Coerper) Young, Dye & Wilkie.

Las características generales y comunes de las **EFC** son : 1) conforman un complejo de enfermedades, que afectan tanto el número y peso de los granos como así también la calidad de las semillas, 2) muchas de ellas presentan períodos de incubación y latencia largos (desde la infección a aparición de síntomas y fructificaciones pasan varios días), es decir hay infecciones previas que no son visualizadas como en otras enfermedades, 3) como consecuencia de lo anterior hay un aumento de severidad hacia el fin de ciclo que incluso se puede confundir con la senescencia natural lo que dificulta la toma de decisión o pueden pasar desapercibidas, 4) sus agentes causales son patógenos necrotróficos y sobreviven en semilla y rastrojo, y 5) la mayoría de los patógenos causantes de las **EFC**, a excepción de *Cercospora* spp. presentan fructificaciones hidrofílicas que necesitan del agua para la multiplicación, diseminación e infección) y por lo tanto estas enfermedades son más graves en años húmedos y lluviosos.

Las principales estrategias para el control de todas estas enfermedades incluyen el uso de cultivares tolerantes, tratamiento de semillas, la aplicación de funguicidas y el uso de prácticas culturales (rotación de cultivos, fechas de siembra, densidad de plantas, etc). Sin embargo, la práctica generalizada del monocultivo de soja bajo **SD**, disminuye las posibilidades de manejo mediante medidas culturales y genéticas. Por lo tanto y como ocurre cada vez más en América del Sur, el control químico foliar, es una medida de control de emergencia y rápida, a pesar de que aumenta el costo de producción y el riesgo de contaminación ambiental (Reis, et al. 2002). En esa situación, la sustentabilidad económica y ecológica solamente podrían ser alcanzadas si la aplicación de funguicidas para el control de una enfermedad específica es orientada con fundamentos económicos, ecológicos y sustentables.

Características de la RAS. Generalidades y caracterización de su ocurrencia en Argentina

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 (Carmona, 2004).

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 (Rossi, 2003). En Uruguay, Colombia y EEUU fue detectada en el 2004. En Argentina fue observada por primera vez a fines de la campaña 2001/02.

Durante la campaña 2003/04, alcanzó características epidémicas en el noroeste (NOA) y noreste (NEA) argentinos. La mayoría de los cultivos atacados ya habían completado la generación de los componentes de rendimiento, y los efectos no fueron graves. La enfermedad fue detectada oficialmente en el 2004 hasta Venado Tuerto (Sta Fe). Se confirmaron y constataron morfológicamente la presencia de epidemias de la enfermedad. Los resultados obtenidos asimismo corroboraron que las lesiones y pústulas son mas numerosas en el envés y en el estrato inferior.

El crecimiento de la roya de la soja en el 2004 puede ser considerado de carácter epidémico, ya que de focos aislados que se venían detectando, la enfermedad creció en tiempo y espacio (aunque tardíamente) sobre varios lotes comerciales de soja. Por primera vez se confirmó el desarrollo de teliosporas en plantas de soja bajo condiciones naturales en América del Sur (Carmona, et al. 2005).

Durante el año 2005 el patrón de distribución de la enfermedad se modificó (Figura 14) . Las lotes afectados fueron más frecuentemente encontrados en el NEA y especialmente en Entre Rios y Santa Fe (que mostraron la mayor prevalencia). Asimismo en este año, la roya también fue detectada por primera vez en la

provincias de La Pampa , Córdoba y Buenos Aires, indicando una nueva conquista geográfica. Las principales diferencias al comparar la campaña 2003- 2004 vs 2004-2005 pueden resumirse seguidamente: 1) la aparición de la enfermedad se oficializó más tempranamente en relación con la campaña anterior (aproximadamente 40-45 días antes), 2) los principales focos de dispersión de la enfermedad durante 2003/04 se registraron en el NOA y luego en el NEA mientras que este año la enfermedad se hizo más prevalente en el NEA y en las provincias de Entre Ríos y Santa Fe principalmente, 3) las provincias de Córdoba , Buenos Aires, y la Pampa no habían sido declaradas con enfermedad y en la presente campaña han sido denunciadas con varios lotes infectados , 4) En muchos de los casos detectados, el nivel de intensidad de ataque del 04/05 , no fue grave encontrándose generalmente , un bajo número de pústulas por hoja. Además, el estado de los cultivos de la soja de primera siembra estaban avanzados lo que no generó daños de importancia al igual que en el 2004 .

Sin embargo, sólo 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 folíolo (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 bajo nivel de infección podría explicarse entre otros motivos por : 1) las condiciones de sequía y altas temperaturas ocurridas en algunas regiones de Brasil y Paraguay y parte de Bolivia cercanas a la Argentina que no fueron conducentes para graves infecciones y consecuentemente tampoco para una alta producción de inóculo regional. Es importante recordar que para que se complete el proceso de infección es necesario al menos 7 hs de mojado foliar y temperatura entre 10 a 29 °C , ya que sin el mojado y con temperaturas debajo de 10 °C o por encima de 29 °C el proceso se paraliza, 2) por la propia sequía ocurrida en el NEA y NOA de nuestro país durante los primeros meses del 2005 que evitó condiciones para la infección generando una segunda “barrera climática”, 3) por la limitada supervivencia del hongo en nuestro país (No hay doble cultivo de soja en el año como en Brasil o Bolivia, y sólo se encontraron plantas guachas de soja infectadas sólo hasta julio-agosto siendo el kudzu en Misiones el único hospedante perenne secundario importante (Carmona, et al. 2005 c)), y 4) por el alto nivel de adopción de uso fungicidas en Brasil, Paraguay y Bolivia esa región que actuaría probablemente bajando la carga del inóculo macro-regional.

El aspecto más saliente para destacar es que ha quedado demostrado en las dos campañas precedentes es 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.

Estrategias para el uso de fungicidas para las EFC. Relación con la ecofisiología

De acuerdo con lo visto ha anteriormente las **EFC** constituyen y generan stress adelantando la maduración generando clorosis, senescencia anticipada, acortando el período crítico, disminuyendo la radiación interceptada y utilizada, dentro y más allá del período crítico y, consecuentemente, afectando el rendimiento. De esta manera cuando la cantidad de carbohidratos disminuye por este tipo de estrés, aumenta la mortandad de órganos reproductivos y se reduce el número final de vainas y granos. Es por ello que

actualmente se recomienda la aplicación de fungicidas entre los estadios **R2-R3** y **R5**, para eliminar el parasitismo y preservar el área verde generadora de la riqueza de hidratos de carbono y aumentar la capacidad de captación de los recursos. De esta forma, el cultivo se mantendrá por más tiempo en niveles superiores al **IAF** crítico maximizando la tasa de crecimiento, lo que generará, en ausencia de otros stress, mayores rendimientos.

La principal dificultad consiste en determinar el mejor momento de la aplicación debido a que, tal como se mencionó anteriormente, la mayoría de estas enfermedades (excepto *Septoria* que puede ocurrir aún en etapas vegetativas) expresan sus síntomas y daño en etapas avanzadas del cultivo incluso cuando fisiológicamente ya ha terminado el período crítico. Por ello es necesario orientar la toma de decisión (aún cuando no haya síntomas visibles) mediante la valoración y puntuación de diversos factores relacionados con la epidemiología de estas enfermedades y con la generación del rendimiento del cultivo. Los resultados muestran una tendencia considerablemente favorable para su uso, aunque variable de acuerdo a la región considerada y muy dependiente del ambiente particular del año de la aplicación.

Experiencias en el uso de fungicidas en Argentina para el control de las EFC

Cada vez más son los productores que adoptan la aplicación de fungicidas en sus cultivos. Respecto al aumento de rendimiento, las experiencias muestran aumentos de entre 200 a 600 kg /ha dependiendo del año. El análisis de los ensayos con fungicidas muestran como la aplicación de los mismos dentro del período crítico evitan los daños causados por las **EFC** al compararlos con el testigo sin tratar. El aumento del rendimiento en kg /ha, se ve generalmente expresado y explicado por el aumento del número de vainas y granos por metro cuadrado y otras veces por el aumento del peso de mil. Los ensayos también muestran la mayor radiación absorbida e interceptada en las parcelas tratadas y por lo tanto los mayores rendimientos (Carmona et al 2004 a).

Manejo de la RAS . Aplicación de fungicidas. Relación con la ecofisiología

Los efectos de la **RAS** en la fisiología del cultivo, son de modo general, conceptualmente semejantes a los descriptos para las **EFC**, pero se torna imprescindible remarcar algunas diferencias de importancia: 1) La **RAS** puede ocurrir más tempranamente e incluso en estado vegetativos, 2) epidemiológicamente el período de incubación y latencia de la **RAS** es más corto mostrando una alta capacidad de reproducción, infección y diseminación, 3) Consecuentemente, la **RAS** puede generar un mayor y más intensa senescencia y defoliación del cultivo. Por lo antedicho los daños y los efectos en la fisiología del cultivo deben ser considerados de mayor gravedad e intensidad. Cultivos que fueron defoliados prematuramente, sólo han podido generar una producción residual, mostrando daños de hasta 80- 90 % .

De manera general los productores y asesores no están acostumbrados a enfrentarse con una enfermedad de inusuales características como las que presenta la roya asiática. Por eso nos obliga a cambiar la “mirada “ sobre el cultivo: se debe abandonar la idea de seguir haciendo soja en forma rústica y por lo tanto se hace necesario adoptar nuevas técnicas de monitoreo, de diagnóstico y de aplicación de fungicidas. Las medidas de control de la **RAS** incluyen: Capacitación, manejo de plantas guachas, monitoreo sistemático, y control químico.

El uso de fungicidas, es la herramienta estratégica más indicada en la actualidad. La recomendación incluye principios activos del grupo de los triazoles, estrobilurinas o sus mezclas. El efecto de los fungicidas es el de disminuir la tasa epidemiológica (velocidad de la enfermedad) y el inóculo remanente en el campo (población de urediniosporas). 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).

Para el caso de la roya asiática por sus características epidemiológicas y consecuencias (alta tasa y defoliación), **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 .

A diferencia de lo que sucede con las **EFC** donde existe mayor flexibilidad para el uso de fungicidas, la eficiencia de los fungicidas para el control de la **RAS** será mayor cuanto más temprano realice la detección. Por eso durante el monitoreo es importante incluir la posibilidad de realizar cámaras húmedas para adelantar el diagnóstico. La clave es estar **atento** al diagnóstico y **a tiempo** en el control. De esta manera el control para

la roya asiática se diferencia del manejo químico de las **EFC** debido fundamentalmente a la rapidez de su diseminación y crecimiento epidemiológico.

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 para fortalecer decisión.

En relación al uso de fungicidas para el manejo de las enfermedades de fin de ciclo (**EFC**) se mencionó anteriormente que 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. Sin embargo en muchas ocasiones puede ser que la aplicación dirigida para la roya sea coincidente en principios activos y momentos, también con la de las **EFC** y viceversa.

Experiencias en el uso de fungicidas en Argentina para el control de la roya asiática

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 (Carmona y Sautua, 2005 inédito): uno en Villaguay y otro en Gral. Vedia (Chaco) en los mismos lotes con alta infección previamente citados. Se utilizaron triazoles y mezclas de triazoles con estrobilurinas. 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 folíolo 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 considerables 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. La defoliación fue muy intensa en los lotes sin tratamientos. El porcentaje de control en relación a la cantidad de pústulas varió del 92 al 99 %.

CALIDAD DE APLICACIÓN . Algunas consideraciones para las EFC y la RAS

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

Cuál es la importancia de la calidad de aplicación

Por que abordar este tema ?

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

- 1) Las plantas de soja conforman un cultivo cuya arquitectura botánica es bien diferente al de otros cultivos . Su densidad foliar y disposición ejercen un efecto físico a modo de “paraguas “ dificultando la llegada física 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 fungicida- masa foliar remanente y futura .
- 2) En las hojas retinervadas y compuestas de la soja el movimiento del fungicida no es semejante y fluido como ocurre en las paralelinervadas (ej cereales de invierno) , por lo tanto la circulación del fungicida (aún cuando sean parcialmente sistémicos) está más 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 fungicidas móviles como los triazoles lo hacen sólo para arriba, acrópetamente, 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 las **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 tan eficientemente por el viento. Asimismo la tasa de crecimiento de estas **EFC** no es tan elevada (mayor período de latencia e incubación) si se la compara con la roya asiática donde el patógeno 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 (ejemplos estrato inferior, oportunidad de aplicación) resultan prioritarias debido a sus características epidemiológicas. Sin embargo en relación a la cobertura y al movimiento limitado del fungicida, valen las mismas consideraciones.

PERSPECTIVAS Y NECESIDADES FUTURAS

Para las EFC

El panorama de las **EFC** será probablemente de creciente importancia debido a que no existen cultivares totalmente resistentes (sólo existe para muy pocas enfermedades) y se continuará con la expansión y/o producción de la soja bajo monocultivo y siembra directa. Bajo este escenario el uso de fungicidas se incrementará lo que determinará una mayor necesidad técnica para la determinación del momento oportuno de aplicación. A modo de propuesta y tomado experiencias propias y de otros países, un sistema de puntuación similar al desarrollado para enfermedades en trigo (Carmona y Reis, 2002) debería auxiliar la aplicación de fungicidas en soja para las **EFC**. En este sentido y como resultados preliminares realizados, seguramente habrá muy buena respuesta a la aplicación si el lote a tratar reúne las siguientes condiciones: 1) monocultivo y siembra directa (inóculo de las **EFC** disponible sobre el rastrojo de soja anterior), 2) el cultivo presenta buena a muy buena expectativa de rendimiento, 3) presentó síntomas iniciales en estado vegetativo de alguna **EFC** (ej *Septoria*), 4) ocurrieron lluvias entre R1 y R2-R3 normales o por arriba de lo normal según región (para decidir la aplicación en R3) o lluvias en R3 - R5 (para decidir la aplicación en R4-5, y 5) si es que existe deseo o necesidad de mejorar la calidad de semilla o grano a cosechar. Las lluvias constituyen un factor muy importante dentro de la valoración relativa de este sistema ya que en general fungicidas aplicados para el control **EFC** en períodos de sequía no incrementan significativamente el rendimiento, ya que estas enfermedades no se desarrollan epidemiológicamente en esas condiciones. La investigación deberá desarrollar y validar este tipo de sistemas de predicción que permita orientar racionalmente la aplicación de fungicidas.

Respecto a la importancia de los agentes causales dentro del complejo **EFC**, se destaca un significativo aumento de las bacteriosis (tizón y pústula) y del tizón de la hoja y mancha púrpura (causado por *Cercospora kikuchii* que estaría desplazando en importancia a la mancha marrón causada por *S. glaucines*).

Para la RAS

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 ocurriese 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, 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 generaron 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.

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS, N.; PELOSSI, N.; DE BATTISTA, J. Y CARMONA, M. 2003 Control químico de enfermedades de fin de ciclo en soja Cultivo de soja en el centro este de entre Ríos Resultados 2002-2003 INTA EEA Concepción del Uruguay Boletín Técnico N 44 pp 57-63.

CARMONA, PLOPER, D. L. , GRIJALBA, P. GALLY, M Y BARRETO D. 2003. Enfermedades de fin de ciclo del cultivo de soja, 22 pp.

CARMONA, M. (a) ; GALLY, M. , GRIJALBA, P., SUGIA, V. & JAEGGI, E. 2004. 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 Congresso 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

CARMONA, M & REIS, E. M. 2003. La roya de la soja Atento y a tiempo. Revista de AAPRESID Soja en siembra Directa, AAPRESID , 35-40 pp.

CARMONA, M. 2003. Daños y pérdidas causadas por enfermedades. Importancia del Manejo Integrado. Ubicación estratégica de fungicidas foliares. Actas Jornadas Técnicas de Manejo Integrado de enfermedades en cultivos extensivos, pp 10- 15, La Rural , Bs. As. 16 y 17 de setiembre de 2003.

CARMONA, M. y GRUPO SOJA FAUBA (BARRETO, D., GRIJALBA, P. GALLY, M Y SUGIA, V.) 2003. Manejo integrado de enfermedades de fin de ciclo. Ubicación estratégica del uso de fungicidas y sus efectos sobre los componentes de rendimiento en soja . Revista CREA N 276, 68-72.

CARMONA (b), M., GALLY, M. & LOPEZ S. 2004. Roya asiática de la soja: Recomendaciones para su cuantificación e identificación. II Seminario Internacional de soja. XII Congreso de AAPRESID, pp. 291-295.

CARMONA (a) , M., GALLY, M. Y LÓPEZ, S. 2005. Asian Soybean Rust: Incidence, Severity, and Morphological Characterization of *Phakopsora pachyrhizi* (Uredinia and Telia) in Argentina. Plant Disease 89: 109. On-line: en apsnet.org, DOI: 101094/PD-89-0109B.

CARMONA (c) , M., FORTUGNO, C. y LÓPEZ, P. A. 2005. Características morfológicas y patométricas de *Phakopsora pachyrhizi* en kudzu (*Pueraria lobata*). Actas del XII Congreso Latinoamericano de Fitopatología y III Taller de Fitopatología . 19 al 22 /04 /05 Villa Carlos Paz Córdoba, 2005.

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

FEHR, W. R. & C.E. CAVINESS. 1977. Stages of soybean development. Special Report 80. Iowa State University, Ames, Iowa. 11 p.

GALLY, M.; CARMONA, M.; BARRETO, D. & SUGÍA, V.2004. Control of soybean seed-borne pathogens by foliar fungicide applications in Argentina. 27 th ISTA Congress Seed Symposium. Budapest, Hungría, En Actas: 110.

KANTOLIC, A.G. y CARMONA, M.A. 2005. Bases ecofisiológicas de la generación de rendimiento: relación con el efecto de las enfermedades foliares y el uso de fungicidas en el cultivo de soja. En: Manual para ao manejo das doencas da soja Ed. Universidade de Passo Fundo , Brasil. (en prensa)

MOLINA, J.; CARMONA, M.; BABBITT, S.; GALLY, M; SUGÍA, V. & GRIJALBA, P. 2004 .Effect of foliar fungicides application on soybean seed quality. 27 th ISTA Congress Seed Symposium. Budapest, Hungría, 17 al 19 de mayo de 2004. En Actas: 53.

NUTTER, F. W.; TENG, P.S. & SHOKES, F.M.1991. Disease assessment terms and concepts. Plant Disease, 75:1187-1188.

REIS E.M. ; TREZZI CASA, R. y CARMONA, M. 2002. Prácticas alternativas de manejo para una agricultura sustentable agroecología: El camino para una agricultura sustentable" Ed. Santiago Sarandón. Capítulo "Elementos para el Manejo de enfermedades". pp. 275 a 308.

ROSSI R. L. 2003. First Report of *Phakopsora pachyrhizi*, the Causal Organism of Soybean Rust in the Province of Misiones, Argentina. Plant Dis. 87:102,

WRATHER, J.A. ; ANDERSON, T.R. ; ARSYAD, D.M. ; TAN, Y. ; PLOPER, L.D.; PORTA-PUGLIA, A. ; RAM, H.H. ; & YORINORI, J.T. 2001. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean- producing countries in 1998. Can. J. Plant Path. 23: 115-121.