

Anexo 1

Panamerican Soybean Rust Workshop

Participantes

Argentina: **Dr. L. Daniel Ploper** (EEAOC, Tucumán)
(Coordinador Técnico)

Ing. Agr. Flory Begenisic (SAGPyA, Buenos Aires)

Ing. Agr. Guillermo Bernaudo (AACREA, Buenos Aires)

Ing. Agr. Julio Ferrarotti (PROSOJA, Santa Fe)

Ing. Agr. Norma Formento (INTA Paraná, Entre Ríos)

Ing. Agr. Verónica Frigidi (SENASA, Buenos Aires)

Dr. Antonio Ivancovich (INTA Pergamino, Buenos Aires)

Ing. Agr. Santiago Lorenzatti (AAPRESID, Santa Fe)

Ing. Agr. Silvia Vallone (INTA Marcos Juárez, Córdoba)

Brasil: **Ing. Agr. Paulino José Melo Andrade**

(Embrapa Agropecuária Oeste / Fundação Chapadão, Mato Grosso do Sul)

Dr. Ricardo Balardín (Universidade Federal de Santa Maria,
Rio Grande do Sul)

Ing. Agr. Darío Minoru Hiromoto (Fundação MT, Mato Grosso)

Dr. José Tadashi Yorinori (Embrapa Soja, Paraná)

EE.UU.: **Dr. X. B. Yang** (Iowa State University, Iowa)

Paraguay: **Ing. Agr. Wilfrido Morel Paiva** (CRIA, Itapúa)

Zimbabwe: **Dr. Clive Levy** (Commercial Farmers Union, Harare)

BASF:

BASF Argentina S.A.

Ing. Agr. Rodrigo Ramírez (AP Department Manager)

Ing. Agr. Maximino Borsi (AP Marketing Manager)

Ing. Agr. Daniel Galindo (AP Sales Manager)

Ing. Agr. Martín Gries (LASE R&D Manager)

Ing. Agr. Mariano Etcheverry (R&D Technician)

Ing. Agr. Ricardo Paglione (R&D Technician)

Ing. Agr. Ricardo Pavón (R&D Technician)

Ing. Agr. J. Carlos Alvarez (Sales Technician)

Ing. Agr. Pedro Bazzi (Sales Technician)

Ing. Agr. Angela Pérez (Sales Technician)

Ing. Agr. Ernesto Sakima (Sales Technician)

BASF APS LA

Ing. Agr. Edson Begliomini (LA R&D Manager)

Ing. Agr. Sergi Vizoso (Regional Marketing Manager)

BASF S.A. Brasil

Ing. Agr. José Munhoz Felipe (Brasil R&D Manager)

Ing. Agr. Ciro Lopes de Carvalho (Technician - Bahía)

Ing. Agr. Edi Verner Jann (Technician - Rio Grando do Sul)

Ing. Agr. Domingo Zandonade (Technician - Mato Grosso do Sul)

BASF Paraguay

Ing. Agr. Egon Blaich (R&D Technician)

BASF Uruguay

Ing. Agr. Martín Piriz (R&D Technician)

BASF Bolivia

Ing. Agr. Fredy Mariscal (Marketing Manager)

Ing. Agr. Lorgio Vadillo (R&D Technician)

Anexo 2

Primera Sesión (Parte I): "La roya de la soja"

La roya de la soja: Presentación del problema

(Resumen de la presentación del Dr. L. Daniel Ploper)

La roya de la soja es causada por dos especies del género *Phakopsora*, *P. pachyrhizi* y *P. meibomia*, las que fueron separadas taxonómicamente recién en 1992. Ambas especies poseen estructuras morfológicas muy semejantes y causan una sintomatología similar. Sin embargo, difieren fundamentalmente en la intensidad de los daños que provocan en el cultivo.

La denominada roya "asiática" es causada por *Phakopsora pachyrhizi*, y es la que causa los mayores daños. Se han citado pérdidas de rendimiento de entre el 80 y 100 por ciento de los lotes. *P. pachyrhizi* fue identificada por primera vez en Japón en 1902; luego en India (1906), Australia (1934), China (1940), sudeste de Asia (1950s) y Rusia (1957). Durante muchos años permaneció restringida a Asia y Australia, hasta que fue detectada en Hawái en 1994, luego en el continente africano (desde Uganda hasta Sudáfrica) a partir de 1996, y finalmente en Sudamérica a partir de 2001.

En tanto, la roya "americana" o "del nuevo mundo" es causada por *Phakopsora meibomia*, y no provoca daños de tanta magnitud como la "asiática". Apareció por primera vez en Puerto Rico en 1974 y luego en otros países del continente como Colombia y Brasil.

Además de provocar síntomas semejantes, ambas especies presentan estructuras morfológicas (por ejemplo urediniosoros y urediniosporas) similares. Si bien se las puede diferenciar por algunas estructuras (teliosoros) de infrecuente ocurrencia bajo condiciones naturales, es preferible recurrir a técnicas más modernas, como por ejemplo las moleculares, para determinar cuál es la especie en cuestión.

Al principio, la enfermedad se manifiesta en las hojas inferiores de plantas próximas o en floración con 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.

Las lesiones más características son las de color marrón-amarillento a marrón-rojizo u oscuro, donde se forman los urediniosoros que son globosos y sobresalientes. A través del poro central del urediniosoro son exudadas las urediniosporas,



Fuente: Dr. Ploper

formando una masa de esporas sobre y alrededor del uredinosoro.

Los síntomas de la roya pueden ser confundidos con los de otras enfermedades del cultivo de la soja (mancha marrón, tizón bacteriano y pústula bacteriana), por lo que se recomienda que, ante la duda, se remitan muestras a los laboratorios especializados para que se efectúen los correspondientes análisis fitopatológicos.

P. pachyrhizi es un patógeno biotrófico, por lo que no sobrevive en los rastrojos infectados. En cambio, el hongo sí sobrevive en plantas guachas de soja así como en numerosos hospedantes.

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.

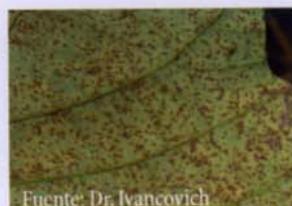


Fuente: Ing. Agr. Morel



Fuente: Ing. Agr. Morel

Entre los hospedantes alternativos se pueden mencionar a los siguientes: kudzu (*Pueraria lobata*), trébol (*Melilotus spp.*), lupino (*Lupinus hirsutus*), poroto (*Phaseolus vulgaris*) y caupi (*Vigna unguiculata*). También han sido citadas como hospedantes diversas especies de los géneros *Cajanus*, *Crotalaria*, *Dolichos*, *Lablab*, *Medicago*, *Pachyrhizus*, *Rhynchosia* y *Vicia*.



Fuente: Dr. Ivancovich



Fuente: Dr. Ivancovich

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



Fuente: Ing. Agr. Morel

cada urediniosoro 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 rápida y fácil.

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 infección.

En 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 epifitias. Lógicamente, con temperaturas altas y tiempo seco, el progreso de la enfermedad es más lento.

De acuerdo con los análisis preliminares del clima de las principales regiones productoras, Argentina presenta condiciones favorables para la infección y el desarrollo de la enfermedad.

Anexo 3

Primera Sesión (Parte II):

"La roya de la soja en el mundo"

Continente Africano: Dr. Clive Levy (CFU, Zimbabwe)

Continente Asiático: Dr. X. B. Yang (ISU, EE.UU.)

Paraguay: Ing. Agr. Wilfrido Morel Paiva (CRIA, Paraguay)

Brasil: Dr. José Tadashi Yorinori (Embrapa Soja, Brasil)

Argentina: Dr. Antonio Ivancovich (INTA Pergamino, Argentina)

Situación actual de la roya de la soja en centro y sur de África (Resumen de la presentación del Dr. Clive Levy)

Aunque no se conoce exactamente cuándo ingresó la roya de la soja en África, se especula que fue en la década de 1960. Para ese momento, ya estaba presente sobre otras leguminosas en algunas zonas de Etiopía y Egipto. Si esto fuera cierto, ese biotipo del hongo nunca llegó a infectar a la soja, que para ese entonces era cultivada en gran escala, especialmente en el sur de Etiopía.

En 1997 se confirmó por primera vez que la roya de la soja había sido detectada en Uganda. Probablemente de allí y con la ayuda del viento se movió rápidamente al este de Nigeria y luego hacia Ghana, aunque aún no se tienen datos concretos de su presencia en el oeste de África. La ausencia de especialistas fitopatólogos, sumado a los problemas sociales existentes en la región, impiden la realización de un exhaustivo análisis del movimiento de la enfermedad.

En Enero de 1998 fue detectada en Zimbabwe y hacia fines de ese ciclo en Zambia. Tres años después -en marzo de 2001- la enfermedad fue encontrada en Sudáfrica aunque no arribó a las principales zonas productoras de ese país. En Enero de 2002 fue detectada en el oeste de Camerún causando pérdidas de rendimiento de 70 a 80%.

En Zimbabwe, alrededor de 70.000 ha. se siembran con soja. La mayor parte de la producción se concentra en la región norte, en una planicie fértil con un registro pluviométrico de 800 a 1.000 mm anuales. La altitud promedio es de 800 m.s.n.m y la zona cultivable está ubicada entre los 500 y 1.500 m.s.n.m. Durante la temporada de crecimiento, las temperaturas mínimas son de aproximadamente 20°C y las máximas entre



Figura 4-4. Centro de alta presión (A) en América del Sur durante el invierno.

Teniendo en cuenta este movimiento de los vientos y las condiciones ambientales de los estados del sur de los EE.UU., es muy probable que la roya de la soja llegue en el futuro cercano a ese país, posiblemente ingresando a través del golfo de Méjico, siguiendo por el delta del río Mississippi y de allí hacia el norte. Similar situación se presenta para la región pampeana en Argentina, donde la presencia de la enfermedad es una cuestión de tiempo, considerando que cuenta con condiciones favorables para su desarrollo.

Estos análisis preliminares deberán ser luego ampliados con el aporte de meteorólogos en cada país. Es muy importante generar mapas de riesgo (nacionales y regionales), sobre la base de la mayor cantidad de datos meteorológicos posibles. Cuanto mayor sea el número de datos, mayor será la exactitud de la predicción.

Anexo 5

Tercera Sesión (Parte I): "Manejo de la roya de la soja"

- Estrategias de control. Dr. L. Daniel Ploper (EEAOC, Argentina).
Evaluación de estrategias de control cultural, biológico y químico.
Experiencias en Asia y estrategias en los EE.UU. Dr. X. B. Yang (ISU, EE.UU.).
Experiencias en África: Dr. Clive Levy (CFU, Zimbabwe).
Experiencias en Paraguay. Ing. Agr. Wilfrido Morel Paiva (CRIA, Paraguay).
Estrategias en Argentina: Dr. Antonio Ivancovich (INTA Pergamino, Argentina).
Experiencias en Brasil:
- Ing. Agr. Darío Minorero Hiromoto (Fundação MT, Brasil).
- Ing. Agr. Paulino José Melo Andrade (Embrapa Agropecuária Oeste / Fundação Chapadão, Brasil).
- Dr. Ricardo Balardin (Universidade Federal de Santa María, Brasil).

Estrategias de control para la roya de la soja (Resumen de la presentación del Dr. L. Daniel Ploper)

La roya es un importante enemigo del cultivo de soja, causada por un patógeno que se caracteriza por una alta capacidad de diseminación y un gran poder de destrucción, especialmente del follaje. Una detección temprana permitirá encarar oportunas medidas de control que disminuyan las pérdidas en el caso que las condiciones ambientales sean conducentes a severas epifitias.

Para el manejo de la roya de la soja se citan diversas estrategias, algunas más efectivas y de más rápida implementación que otras.

a) Control legal

Una de las herramientas del control legal es la exclusión, que consiste en acciones destinadas a prevenir y contener el ingreso de una peste en una determinada área (país, región, provincia).

En los EE.UU., la roya de la soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* ha sido considerada desde hace mucho tiempo como una peste de gran importancia cuarentenaria. Por este motivo está incluida en la lista denominada "The 100 Most Dangerous Exotic Pests and Diseases" (Número 22).

Sin embargo, debido a su dispersión por el viento, a la abundante producción de urediniosporas, y a los numerosos hospedantes alternativos cultivados y silvestres, básicamente leguminosas, que se encuentran ampliamente difundidos en los EE.UU., el Departamento de Agricultura de ese país (USDA) reconoce que "no se puede justificar los intentos de contener y erradicar, que son las acciones clásicas ante la introducción de una enfermedad seria que afecte a un cultivo de importancia".

Esto llevó a que los esfuerzos oficiales en dicho país se limiten por el momento a programas integrados de comunicación, educación, capacitación, entrenamiento e investigación.

Si la roya de la soja se instala en las principales regiones sojeras del país el manejo de la enfermedad deberá basarse en programas de acción oficiales semejantes a los de EE.UU. De esta forma, se podrá enfrentar en mejores condiciones esta seria amenaza al cultivo de soja.

b) Control cultural

Algunas prácticas culturales son mencionadas en la literatura como de algún valor dentro de un programa de manejo integrado de la roya de la soja. Un buen control de malezas puede reducir los niveles de inóculo: eliminar las malezas hospedantes del hongo, aunque esto quedará minimizado si se considera las malezas de lotes o bosques vecinos y la facilidad de dispersión de las esporas.

Mantener buenos niveles de fósforo en el suelo contribuye a disminuir la incidencia de esta patología. Asimismo, en aquellas zonas con riego es preferible regar durante el mediodía, para facilitar el secado de las hojas, o bien durante la noche, para no extender el número de horas de rocío. El uso de cultivares de ciclo corto tiende a limitar las pérdidas.

c) Resistencia varietal

En diversos países de Asia se han elaborado estudios para buscar resistencia a la enfermedad. En Taiwán, se evaluó la colección germoplasma de soja de los EE.UU. y solamente 2 accesiones (de origen japonés) se comportaron como resistentes. En India se evaluaron 3.3 genotipos en 1971 y 4.066 en 1974, encontrando solamente 6 resistentes. Identificaron 64 resistentes sobre más de 8.000 genotipos estudiados mientras que en el AVRDC (Taiwán) se encontraron 20 resistentes sobre más de 9.000 evaluados. Esto indica que la frecuencia de ocurrencia de resistencia es baja en el germoplasma de soja.

También se evaluó la colección de especies perennes del género *Glycine* identificándose algunas especies con resistencia a *P. pachyrhizi*.

Con respecto al comportamiento de cultivares en Sudamérica, en el año 2001 se evaluaron en el CRIA (Paraguay) 78 cultivares comerciales disponibles. Solamente FT 2001 fue moderadamente resistente. En 2001 y 2002, también en el CRIA, se estudió el comportamiento de 172 cultivares de los EE.UU. y se encontró que ninguno era resistente. Las evaluaciones en EMBRAPA (en 2002 y 2003) mostraron que había resistencia en FT-2 y su progenie (BRS-134, BRS MS Bacuri, CS 201), y en BRS 231 y BRS 215.

Si bien aún no se cuenta con información sobre la reacción a la enfermedad de los cultivares comerciales actualmente difundidos en Argentina, es altamente probable que la gran mayoría se comporte como susceptible, considerando la baja frecuencia de resistencia en el germoplasma y su procedencia de programas de mejoramiento en los cuales la resistencia a la roya no fue un objetivo perseguido.

Existen caracterizados 4 genes de resistencia: *Rpp1*, *Rpp2*, *Rpp3* y *Rpp4*, los que fueron identificados en PI 200692, PI 230970, PI 462312 (Ankur) 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.

En los EE.UU., R. Bernard (Universidad de Illinois) liberó 3 líneas resistentes, L 85-2378 (con el gen *Rpp1*), L 86-1752 (*Rpp2*), y L 87-0482 (*Rpp4*). Hartwig (USDA-ARS) registró una línea resistente, D 86-8286. En Chiang Mai (Tailandia) se liberaron 3 cultivares tolerantes, 8517-3-4, 8523-11-2 y 8520-102-7-1. En Brasil, el Embrapa Soja trabaja en la actualidad en determinar cuál de los genes de resistencia está presente en FT-2 y en obtener variedades resistentes a roya de la soja utilizando a este genotipo como progenitor.

Un aspecto que se debe tener en cuenta en el desarrollo y utilización de variedades resistentes es que existen patotipos de *P. pachyrhizi*. En Australia (en 1977), se han mencionado 2 razas utilizando 4 variedades diferenciales. En Taiwán se determinaron 3 razas mediante 5 diferenciales en 1982 y 9 razas usando 11 diferenciales en 1985. En China se caracterizaron 4 razas en la década de 1990, mientras que en Japón en 2002 se determinaron, a partir de 45 aislamientos monospóricos, 9 razas (de soja) y 11 razas (de *Pueraria lobata* y *Glycine soja*), utilizando un grupo de variedades diferenciales compuesto por 9 cultivares de soja y 2 accesiones de *G. soja*.

d) Control químico

El método más utilizado en la actualidad para el manejo de esta enfermedad es el químico, recomendándose aplicaciones de fungicidas al follaje apenas se detectan los primeros síntomas. Los objetivos de la aplicación de fungicidas son la reducción de la carga de esporas en las hojas inferiores y la protección de las hojas medias y superiores.

Diversos fungicidas han sido mencionados como efectivos para el control de la roya de la soja. Al comienzo se utilizaron productos de contacto (mancozeb y otros); luego se incorporaron los triazoles (cyproconazole, difenoconazole, epoxiconazole, propiconazole, tebuconazole, flutriafol, flusilazole, etc.) y las estrobilurinas (azoxistrobina, pyraclostrobin y trifloxystrobin).

Un aspecto clave para el éxito de las aplicaciones de fungicidas es hacerlas antes de la fase exponencial de la enfermedad. Por ese motivo suelen hacerse aplicaciones tempranas, habiéndose indicado, en aquellos países donde la enfermedad es problema, que puede requerirse más de una aplicación. Asimismo, se menciona que las pulverizaciones aéreas son menos efectivas que las terrestres.

Experiencias en Asia y estrategias en los EE.UU. (Resumen de la presentación del Dr. X. B. Yang)

1. Experiencias en Asia

Ya se mencionó en la presentación sobre la situación en Asia (Anexo 3) la importancia que se le asigna en ese continente al uso de variedades resistentes como estrategia para el manejo de la roya de la soja. En Tailandia y China existen programas activos destinados a obtener variedades resistentes a la enfermedad.

La aplicación de fungicidas es la otra estrategia utilizada para el control de la roya de la soja. En diversos países de Asia, tales como China, India y Tailandia se emplean con éxito fungicidas para el manejo de la enfermedad. Las experiencias citadas en la literatura son de la década de 1970 y 1980, en las que se utilizaron fungicidas de contacto. Las aplicaciones en China se hacen en momentos fijos del ciclo de cultivo.

2. Estrategias en los EE.UU.

La evaluación del riesgo de la enfermedad involucra varias etapas: determinación, evaluación, interpretación, comunicación y finalmente, manejo del riesgo.

Como modelo de evaluación del riesgo se puede tomar el caso de la roya negra del trigo, que ingresa a los EE.UU. desde el Sur. El patógeno sobrevive en el invierno en los estados del sur de los EE.UU. (como Texas y Louisiana), Méjico y América Central. Durante la campaña de trigo el inóculo es dispersado desde el sur hacia el norte. Cuanto más temprano ocurre la dispersión y el arribo de las esporas, más severa es la enfermedad en el centro y norte de los EE.UU.

Para evaluar el riesgo de la roya de la soja en los EE.UU., convendría formularse algunas preguntas:

a) ¿Cuánto daño puede causar la roya de la soja? ¿Las condiciones ambientales presentes en las regiones productoras de soja del país son favorables para la ocurrencia de epifitias de roya de la soja?

Distintos estudios han mostrado la factibilidad de que la enfermedad se instale en las regiones productoras de soja. Royer y Yang en 1990, basándose en estudios con computadoras y sistemas de sensores remotos, demostraron que la enfermedad podría presentarse en Pennsylvania si hubiera inóculo disponible. El modelo de simulación SoyRust (mencionado en el Anexo 4) mostró que existen condiciones favorables para el desarrollo de la roya de la soja en las principales regiones productoras de los EE.UU., y que los mayores daños (40%) ocurrirían en el sur si se dispusiera de inóculo al comienzo de la campaña. Los economistas del Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA) estimaron en 1984 que, en caso de registrarse severas epifitias de la enfermedad en las regiones productoras de soja de ese país,

las pérdidas serían de 7.200 millones de dólares.

En estas evaluaciones de riesgo se parte de algunos supuestos. Por ejemplo, se supone que la enfermedad puede establecerse en los EE.UU. y que habrá inóculo disponible al comienzo de la campaña de soja. Las siguientes preguntas tienen que ver con estas cuestiones.

b) ¿El patógeno puede sobrevivir durante el invierno en los EE.UU.? Si esto es así, ¿dónde?

El análisis efectuado con el programa Climex (mencionado en el Anexo 4) reveló que el patógeno podría sobrevivir durante el invierno en diversos países de América Central, en Méjico y en diversos estados de los EE.UU. (Florida, Georgia, Alabama, Louisiana y Texas). Teniendo en cuenta los factores de estrés, estas zonas en los EE.UU. se limitan a Florida y al sur de Texas.

Para contestar a las preguntas formuladas también debe tomarse en consideración el papel del kudzu (*Pueraria javanica*) en la supervivencia del patógeno y en la producción temprana de esporas. Esta especie es un hospedante de *Phakopsora pachyrhizi*, que está presente desde Miami, Florida hasta el sur de Iowa, en un área calculada en 7 millones de acres. El kudzu permitiría la supervivencia del patógeno en aquellas regiones donde no es afectado por heladas, como en los estados del sur, y posibilitaría un rápido incremento de inóculo con las brotaciones de primavera. En este contexto, el kudzu es visualizado no solamente como un hospedante que facilitaría la supervivencia del patógeno, sino también como un hospedante "puente" entre la primavera y el verano, y entre las regiones del sur y las del norte.

c) ¿Podría el patógeno seguir una ruta definida hacia el norte luego de su establecimiento?

Se desconoce si el movimiento de esporas será de sur a norte como en el caso de la roya negra del trigo. Si las esporas procedieran del sur, habría que determinar si el ingreso sería por el sudeste (entrando por Florida) o por el Golfo de Méjico (entrando por Louisiana, Mississippi, etc.). La enfermedad seguramente sería más severa cuanto más temprano ingresen las esporas.

Un análisis comparativo entre China y los EE.UU. (teniendo en cuenta las regiones de supervivencia del patógeno y los niveles de severidad que se alcanzan en China) indica que, si ingresa la roya, las regiones más afectadas en los EE.UU. serían los estados del sur, hasta Arkansas, Tennessee y North Carolina inclusive. Sin embargo, se debe tener mucha precaución con un análisis de este tipo, ya que las fechas de siembra y la dirección de los vientos son diferentes, y se desconoce el alcance que tendría la dispersión de las esporas.

Las respuestas a estas preguntas contribuyeron a determinar, evaluar e interpretar el riesgo de la roya de la soja en los EE.UU. La etapa de comunicación está en plena marcha, procurando una información responsable a todos los factores involucrados.

En lo que respecta al manejo del riesgo, existe un Programa Nacional coordinado por el USDA. Se lleva a cabo una fuerte prospección, especialmente en Florida ya que tiene kudzu y soja de invierno.

Además, se están llevando adelante líneas de investigación, financiadas por United Soybean Board y otras fuentes. Estas acciones son coordinadas por Reid Frederick (USDA-ARS), Glen Hartman (University of Illinois), y X. B. Yang (Iowa State University), y cuentan con la cooperación de 6 países. Los objetivos perseguidos son evaluar el germoplasma de los EE.UU., desarrollar medidas de control y establecer mapas de riesgo de ingreso de la enfermedad.

Las evaluaciones del comportamiento de variedades se efectúan en China, África y Sudamérica. En las instalaciones especiales de Fort Detrick, Maryland, EE.UU., se están evaluando 16.000 accesiones del banco de germoplasma. Hasta el momento se ha procesado un 25%; alrededor de 40 accesiones mostraron un buen comportamiento, de las cuales se elegirían 6.

También se está trabajando en el tema de fungicidas, procurando contar con la información necesaria para efectuar registros de emergencia. Se están conduciendo ensayos fuera de los EE.UU., en localidades con presencia de la enfermedad.

Por último, se trabaja activamente en el tema de capacitación y difusión de información acerca de la roya. Se llevan a cabo teleconferencias semanales y mensuales en el ámbito nacional, en las que participan funcionarios federales y estatales, investigadores, técnicos, productores y representantes de la industria.

Experiencias en África

(Resumen de la presentación del Dr. Clive Levy)

Desde que la roya de la soja ingresó a África, se comenzó a investigar sobre las mejores alternativas para su control. Diversos estudios mostraron la ineficacia de las prácticas culturales (fechas de siembra, densidad de siembra, espaciamiento entre hileras) para reducir la incidencia de la enfermedad. Por esta razón, el manejo de la enfermedad se basa en el uso de fungicidas; asimismo, se procura incorporar resistencia genética a cultivares comerciales.

Los estudios sobre el control químico incluyeron evaluaciones de ingredientes activos, de dosis, de número de aplicaciones, de persistencia de los fungicidas y del uso de adyuvantes y suplementos. Con las aplicaciones de fungicidas se persigue disminuir los niveles de inóculo en las hojas inferiores y proteger los niveles medio y superior de la canopia.

Los primeros resultados revelaron la importancia de las aplicaciones de fungicidas, incluso aplicaciones tardías. Por ejemplo, la diferencia entre una aplicación muy tardía (R7) y una doble aplicación (R6+R7) fue de 550 kg/ha.

Los fungicidas registrados hasta el presente son en su mayoría triazoles (Cuadro 5-1). A escala experimental se están probando estrobilurinas con excelentes niveles de control.

Los ensayos en los que se evaluó el número de aplicaciones mostraron que dos aplicaciones fueron necesarias para obtener diferencias de rendimiento con respecto al testigo, pero que se obtenían mejores

Cuadro 5-1. Fungicidas registrados en África para el control de la roya de la soja.

Marca comercial	Nombre químico	Dosis (ml/ha)
Alto® 100SL	cyproconazole	300
Folicur® 250EC	tebuconazole	750
Funginex®	triforine	1500
Impact®	flutriafol	800
Punch® Xtra	flusilazole/carbendazim	350/500*
Score® 250EC	difenoconazole	300/500*
Shavit® 25EC	triadimenol	500
Tilt® 250EC	propiconazole	500

* La dosis más baja es para aplicaciones terrestres y la más alta para aplicaciones aéreas.

resultados con tres aplicaciones. No hubo diferencias de control cuando se hicieron 3, 4 ó 5 aplicaciones.

En otro ensayo se probaron, en dos variedades, diferentes momentos de aplicación (a los 49, 59, 70, 79, 90, 49+70, 59+79, 70+90 días y comparados también con una doble y triple dosis) de la mezcla flusilazole + carbendazim. Los mejores rendimientos de las aplicaciones simples se obtuvieron con pulverizaciones a los 70 días, con valores equivalentes a los de las aplicaciones dobles para una de las variedades. Otro ensayo mostró que aplicaciones en el estado vegetativo V12 y en el estado reproductivo R1 resultaron para algunos fungicidas superiores a aplicaciones en R5.

En los lugares con alta presión de roya, los mejores rendimientos se obtienen con tres aplicaciones de fungicidas. La primera a los 50 días después de la siembra, la segunda a los 70 días, y la tercera, opcional en función de las condiciones ambientales, a los 90 días de siembra. En zonas con baja presión de la enfermedad, se recomiendan dos aplicaciones (a los 50 y 70 días de la siembra), aunque la segunda dependiendo de la ocurrencia de condiciones ambientales favorables para la enfermedad.

Experiencias en Paraguay

(Resumen de la presentación del Ing. Agr. Wilfrido Morel Paiva)

La estrategia central para el manejo de la roya de la soja en Paraguay es el control químico mediante fungicidas. Se han evaluado numerosos ingredientes activos y número de aplicaciones. Los mejores resultados se han obtenido utilizando estrobilurinas solas o en mezclas con triazoles.

Además, se trabaja intensamente en la evaluación de cultivares comerciales y líneas avanzadas por su resistencia o tolerancia a la enfermedad. En los estudios realizados en el Centro Regional de Investigación Agrícola (CRIA) en el ciclo 2001/02, se destacó únicamente la variedad FT 2001, la que se comportó como moderadamente resistente a resistente en las evaluaciones de campo y como moderadamente resistente en las realizadas en invernáculo. En el ciclo 2001/02 se repitió el buen comportamiento del cultivar FT 2001, al cual se le agregó un material del CRIA (CRIA 3 PUA'E) que resultó

Fuente: Ing. Agr. Morel



moderadamente resistente tanto en campo como en invernáculo.

Se participa en un proyecto de evaluación de la variabilidad patogénica de *Phakopsora pachyrhizi*, que se realiza conjuntamente con investigadores de Brasil y EE.UU. De acuerdo a la reacción de algunos de los cultivares diferenciales, los aislamientos de Paraguay se comportaron en forma diferente a los de Brasil o a los de EE.UU. (que utilizó una mezcla de aislamientos de Brasil, Paraguay, Tailandia y Zimbabwe).

Estrategias en Argentina

(Resumen de la presentación del Dr. Antonio Ivancovich)

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) está llevando a cabo un proyecto sobre la roya de la soja que incluye, entre otros aspectos, la prospección de lotes, jornadas de capacitación y ensayos de detección remota en parcelas tratadas con fungicidas.

En este proyecto se plantea evaluar la incidencia y severidad de la roya de la soja en Argentina, considerando las distintas regiones productoras y los diferentes sistemas de manejo que se utilizan. Las observaciones se harán en campos de productores y en ensayos de cultivares y de fechas de siembra, especialmente en los ubicados en localidades del nordeste del país.

Se harán ensayos de prácticas culturales. Se planea estudiar el efecto de la rotación de cultivos, la fecha de siembra y el grupo de madurez sobre la severidad de la roya.

Asimismo, se evaluará el comportamiento de cultivares y la eficiencia de fungicidas en el control de la enfermedad. También se trabajará con la prospección de hospedantes alternativos, el estudio de las condiciones meteorológicas en su relación con los niveles de la enfermedad que se alcancen y la caracterización molecular del patógeno.

Otras actividades previstas son las relacionadas al mejoramiento genético (incluyendo el uso de marcadores moleculares) para desarrollar cultivares tolerantes y resistentes a la roya. Para esto se trabajará primero en la identificación de materiales resistentes disponibles en Argentina, aunque también se recurrirá a fuentes de resistencia que procedan de otras latitudes.

En colaboración con Iowa State University (EE.UU.), se realizarán estudios para evaluar las pérdidas causadas por la roya mediante sensores remotos. Se generarán distintos niveles de severidad con diferentes tratamientos fungicidas, y se relacionará la intensidad de la imagen satelital con el rendimiento.

El acopio y difusión de información con respecto a esta enfermedad constituye una actividad importante del proyecto. Para esto ya se comenzaron jornadas de divulgación acerca de la roya, como las llevadas a cabo en Tucumán y Misiones.

Participan de este proyecto las estaciones experimentales del INTA ubicadas en Manfredi (Córdoba), Marcos Juárez (Córdoba), Paraná (Entre Ríos), Pergamino (Buenos Aires) y Sáenz Peña (Chaco). Colaboran unidades localizadas en Cerro Azul (Misiones), Cerrillos (Salta), Concepción del Uruguay (Entre Ríos), El Colorado (Formosa), El Sombrerito (Corrientes), Famaillá (Tucumán), Las Breñas (Chaco), Reconquista (Santa Fe) y San Justo (Santa Fe).

Experiencias en Brasil (I)

(Resumen de la presentación del Ing. Agr. Darío Minoro Hiromoto)

En esta disertación se comentaron las principales actividades que se llevan a cabo en la Fundação Mato Grosso (Fundação MT). Esta institución cuenta para soja con fuertes programas de genética, manejo y fertilidad, cuyas actividades se desarrollan en alrededor de 1.000 ha de ensayos en todo Brasil. Los asociados de la Fundação MT producen 5 millones de bolsas (40 kg cada una) de semilla de soja.

En el programa de mejoramiento genético de la soja se evalúan 300.000 líneas por año. Se cuenta con un importante programa de fitopatología que supervisa todas las actividades tendientes a la obtención de variedades resistentes a enfermedades. Como objetivos de gestión se buscan producción, rentabilidad, calidad y el cuidado de los aspectos sociales y ambientales.

Para trabajar en el tema roya de la soja, la Fundação MT cuenta con buena infraestructura en Londrina y Rondonópolis. Allí se llevan a cabo inoculaciones en invernáculo, lo cual les permite evaluar genotipos y fungicidas.

Entre los genotipos de mejor comportamiento a roya se pueden mencionar a FMT00-23149 y FMT00-21003.

Experiencias en Brasil (II)

(Resumen de la presentación del Ing. Agr. Paulino José Melo Andrade)

La roya de la soja fue observada por primera vez en la región de Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, durante la campaña 2001/02, más precisamente a inicios del mes de Marzo de 2002. Las pérdidas promedio estimadas para esa campaña fueron de 16%.

En el área experimental de la Fundação Chapadão se llevan a cabo ensayos de campo donde se investigan diferentes aspectos de la roya de la soja, como el comportamiento de variedades frente a la enfermedad, tendiente a identificar genotipos con distintos tipos de

resistencia. Se estudió el efecto de la fecha de siembra sobre la enfermedad y el rendimiento cultural de diferentes variedades. Se observó una tendencia a aumentos de severidad de la roya y a disminuciones de rendimientos a medida que se retrasó la fecha de siembra. Asimismo, se pudo apreciar que en todas las fechas de siembra las variedades de ciclo corto tuvieron menos ataque de roya que las de ciclo largo.

También se realizaron ensayos de control químico utilizando estrobilurinas, triazoles y sus mezclas. Se recomiendan pulverizaciones al inicio de la infección, ya que los resultados obtenidos con aplicaciones tardías como en R5.4, cuando la enfermedad ya había alcanzado el tercio superior de las plantas, mostraron ser ineficaces.

Experiencias en Brasil (III)

(Resumen de la presentación del Dr. Ricardo Balardín)

La roya de la soja se encuentra ampliamente distribuida en Brasil en la actualidad. Su presencia genera gran preocupación por las pérdidas de rendimiento que ocasiona. En Brasil se citan pérdidas de 30 a 75%, en África y Nigeria 28-52%, en Zimbabue 60-80%, en Sudáfrica 10-80%, en Australia 60-90%, en India hasta 90%, en Taiwán hasta 91%, y en Paraguay hasta 50%.

La severidad de las pérdidas depende del cultivar utilizado, de la época de la temporada en que la roya se establece en el campo y de las condiciones ambientales durante la campaña. La roya ataca el follaje y provoca una defoliación prematura, incluso provocando caída de vainas, lo que se traduce en menores rendimientos. Además de la disminución del número de vainas y semillas, hay una disminución en el peso de la semilla y en su contenido de aceite. En cambio, no se modifica el contenido de proteína.



Fuente: Dr. Balardín



Fuente: Dr. Balardín

El agente causal de la roya asiática de la soja, *Phakopsora pachyrhizi*, tiene algunas características que lo convierten en un serio patógeno, especialmente su capacidad de producir gran cantidad de esporas en las plantas infectadas. El número de esporas por lesión (en 39 días) puede alcanzar un valor de 12.646. Las investigaciones en otros países indican los siguientes números: 2.028 en Australia, 3.768 en India, 6.268 en Indonesia y 6.600 en Taiwán. Estas esporas son fácilmente dispersadas por el viento y las tormentas.

Las pústulas aparecen en la superficie de las hojas alrededor de 9 a 10 días después de la infección y la presencia de esporas resulta evidente 3 semanas luego de la infección. Las plantas de soja son susceptibles a la roya en cualquier estado de su desarrollo, pero es más común observar los síntomas a partir de la floración.

Las temperaturas juegan un papel importante en el ciclo del patógeno y



Fuente: Dr. Yorinori

en la producción de esporas. Como se puede apreciar en el Cuadro 5-2, con temperaturas nocturnas de 17°C y diurnas de 27°C, el ciclo se cumple más rápidamente y se produce mayor cantidad de esporas a los 14 días de la infección que con las otras combinaciones de temperaturas estudiadas. Asimismo, el mojado de las hojas es fundamental para el proceso de inoculación.

Cuadro 5-2. Duración de etapas del ciclo de *Phakopsora pachyrhizi* y porcentajes de esporulación a diferentes temperaturas diurnas y nocturnas.

Noche /día (°C)	Período de Incubación (días)	Ciclo del Patógeno (días)	Esporulación a los 14 días de inoculación (%)
7 - 17	10,8	13,8	5,3
12 - 22	6,8	11,0	69,0
17 - 27	4,8	9,0	77,0
22 - 32	7,0	11,0	57,4

Para el manejo de la enfermedad se recomienda el uso de variedades resistentes y la aplicación de fungicidas foliares durante el ciclo de cultivo. Si bien la resistencia varietal es la solución económicamente más viable, en Brasil no se dispone en la actualidad de variedades comerciales con resistencia a la enfermedad. Se estima que todavía faltan algunos años hasta poder disponer de variedades con esta característica.

Existe preocupación acerca de cuán durable será la resistencia que se logre incorporar a las variedades. Para esto resulta fundamental conocer la estructura de la población del patógeno, en especial su grado de variabilidad patogénica.

Entre las pocas prácticas culturales que se recomiendan figura la de eliminar las plantas guachas, procurando así reducir las probabilidades de supervivencia del patógeno.

En lo que respecta al control químico, existen fungicidas muy efectivos para su control. Dos a tres aplicaciones de fungicidas pueden ser necesarias, dependiendo de la severidad de la enfermedad y el ciclo de la variedad.

Para un eficiente control con fungicidas se debe prestar especial atención a los siguientes aspectos: momento de aplicación (tener en



Fuente: Dr. Balardín



Fuente: Dr. Balardín

cuenta que la manifestación visual de la enfermedad ocurre un tiempo después de haberse producido la infección), sitio de aplicación (considerar también otros lotes vulnerables por la dispersión de inóculo), tolerancia de las variedades de soja a la enfermedad y capacidad de respuesta de las variedades a las aplicaciones de fungicidas, capacidad operacional de la maquinaria disponible, y eficiencia del ingrediente activo.

Una práctica útil para detectar la presencia de la enfermedad y lograr una mayor eficiencia en el control químico es el uso de "parcelas centinelas", las que deben ser sembradas aproximadamente 3 semanas antes que el cultivo comercial. Dado que generalmente la enfermedad se manifiesta en las plantas cuando alcanzan los estados reproductivos, los primeros síntomas se manifestarán en dichas parcelas, permitiendo así hacer aplicaciones oportunas de fungicidas en los lotes comerciales, antes que la enfermedad se vuelva sintomática.

Para actuar preventivamente se sugiere una aplicación cuando los cultivos están en floración. Aplicaciones subsecuentes podrán ser requeridas a medida que el cultivo madura y la enfermedad se hace más intensa. La mejor alternativa para el

control de la roya de la soja al presente es una detección temprana complementada con aplicaciones oportunas de fungicidas.

Una correcta aplicación de fungicidas es fundamental para el éxito en el manejo de la enfermedad. Los errores más comunes de aplicación (sectores sin aplicar, barras a distinta altura, picos tapados, aplicaciones con vientos fuertes, etc.) suelen quedar muy de manifiesto cuando hay ataques severos de la roya de la soja.

La tecnología de los componentes juega un papel muy importante en la eficacia del control. Se debe tener en cuenta la pastilla (en función de su caudal y del tamaño y número de gotas), el volumen aplicado, el momento del día en que se aplica (con relación al mojado de la hoja) y el agregado de adyuvantes.

Ensayos realizados con las variedades CD 201 y CD 205 probando volúmenes de aplicación de 100 y 150 L/ha, mostraron que, para la mayor cantidad de las pastillas probadas, las mayores diferencias de rendimiento con respecto al testigo se obtuvieron con el volumen de 150 L/ha. En otro ensayo, en el que se probaron diferentes ingredientes activos y volúmenes de aplicación (80, 120, 160 y 200 L/ha) en las variedades IAS 5, BR 154 y RS 10, también se obtuvieron las mayores diferencias de rendimiento con los mayores volúmenes y con la mezcla de estrobilurina y triazol como ingrediente activo. Similar tendencia se observó en un ensayo en el que

las diferencias de rendimiento, con respecto al testigo, para volúmenes de aplicación de 60, 90, 120 y 150 L/ha fueron 8,68; 10,57; 13,92; y 14,49%, respectivamente.

El momento del día en el que se efectúan las aplicaciones influye en la eficacia del control. Las diferencias de rendimiento con respecto al testigo fueron mayores (15,35%) cuando las aplicaciones se efectuaron a las 7:00 hs, que cuando tuvieron lugar al mediodía (8,15%) o a las 18:00 hs (12,24%). Esta respuesta seguramente estuvo influenciada por las condiciones ambientales imperantes al momento de la aplicación, las que se detallan en el Cuadro 5-3.

Cuadro 5-3. Condiciones ambientales en diferentes momentos del día.

Período		Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Mojado de Hoja (%)
Mañana	Inicial	7:00	22,2	89,0	100
	Final	7:45	23,4	86,0	80
Mediodía	Inicial	12:00	33,1	55,0	0
	Final	12:45	33,7	54,2	0
Tarde	Inicial	18:00	29,5	74,8	0
	Final	18:40	26,1	83,1	0

En Brasil actualmente se recomiendan dos a tres aplicaciones de fungicidas para el control de la roya de la soja. En áreas con alta severidad de la enfermedad, se debe efectuar la primera aplicación en floración, y luego dos aplicaciones más con intervalos de 21 días. En áreas con baja severidad, la última aplicación puede no ser necesaria. En todos los casos, especialmente en la primera y segunda aplicación, la efectividad del tratamiento será mayor en la medida que las hojas inferiores de la canopia reciban suficiente ingrediente activo para controlar al patógeno. Un aspecto que se debe tener en cuenta es que las variedades de soja responden de manera diferente tanto a la enfermedad como a los fungicidas. La eficiencia de un fungicida deberá analizarse considerando la relación entre la eficiencia de control de la enfermedad y el incremento de rendimiento para cada variedad.

En lo que respecta a ingredientes activos, la combinación de estrobilurina más triazol mostró el mejor comportamiento, tanto en aplicaciones preventivas como en curativas. Se comprobó que cuando se aplicaron individualmente estrobilurinas o triazoles en forma curativa, se obtuvieron menores rendimientos con la dosis recomendada que con una dosis superior (50% más). Esto indica que para aplicaciones curativas se requiere una mayor cantidad de ingrediente activo. Sin embargo, esto no fue observado cuando se usó la combinación de estrobilurina más triazol.

La respuesta al desafío que plantea la roya de la soja debe ser la implementación de un plan estratégico nacional. Se debe facilitar la comunicación, educación y capacitación de las personas involucradas, procurando una detección temprana de la enfermedad. Será crucial para el éxito en el control de la roya de la soja la difusión de información referida a las detecciones iniciales, su distribución y las prácticas apropiadas para su manejo. Debe además continuarse con el desarrollo de tecnología referida a las prácticas de manejo.

Anexo 6

Tercera Sesión (Parte II): "Control químico de la roya de la soja: Experiencias de BASF"

Experiencias en BASF Paraguay. Ing. Agr. Egon Blaich (R&D Technician).
Experiencias en BASF Brasil. Ing. Agr. José Munhoz Felipe (Brasil R&D Manager).

Experiencias en BASF Paraguay
(Resumen de la presentación del Ing. Agr. Egon Blaich)

La roya de la soja fue detectada por primera vez en el ciclo 2000/01 en Pirapó, Itapúa. Los cultivos que mostraron la enfermedad ya en la segunda quincena de Febrero estaban en R4, aunque en soja de segunda se la llegó a detectar en R3. El área afectada durante esa primera campaña fue de 500.000 ha.

En ese primer año se condujeron ensayos de control químico. En el Cuadro 6-1 se presentan datos de parcelas demostrativas, mientras que en el Cuadro 6-2 se incluyen datos de ensayos en microparcelas.

En la campaña 2001/02 los primeros focos de infección también ocurrieron en Pirapó a inicios de Febrero, aunque la infección fuerte se manifestó recién a principios de Abril cuando la mayoría de los cultivos estaba en el estado R7 (madurez fisiológica). Solamente resultaron afectados aquellos cultivos que para entonces estaban en R5. El área afectada se redujo a 100.000 ha.

Los resultados de un ensayo realizado en Capitán Meza se presentan en el Cuadro 6-3.

En la campaña 2002/03, el área ocupada por soja en Paraguay fue de 1, millones de ha. Otra vez el foco inicial fue en Pirapó, detectándose la enfermedad a mediados de Diciembre. La severidad se mantuvo baja hasta mediados de Marzo en que se alcanzaron niveles importantes de severidad. El área afectada se mantuvo en 100.000 ha.



Fuente: Dr. Yorino

Anexo 7

Comentarios de los participantes en las sesiones de discusión

Epidemiología y manejo de la roya de la soja

Dr. Clive Levy (CFU, Zimbabwe)

La predicción de epifitias de roya de la soja va a requerir una profundización en el conocimiento del microambiente. Un aspecto a considerar especialmente es el nivel de humedad, tema que actualmente se está estudiando en Zimbabwe. También hay que considerar las variaciones de temperatura y humedad relativa durante el día, que ciertamente son mucho mayores en África que en Taiwán. Es necesario entender esta variación para poder desarrollar modelos de predicción que sean eficientes.

Dr. Clive Levy (CFU, Zimbabwe)

Por la experiencia en África y otros países, pareciera que la enfermedad tarda dos a tres años en establecerse y volverse endémica. Esto depende en buena medida de la existencia de otros hospedantes.

Dr. Ricardo Balardín (Universidade Santa María, Brasil)

Se debe considerar que el inóculo puede proceder de distintas fuentes. Por un lado el generado por las plantas guachas de soja así como por otros hospedantes que estén en las inmediaciones del lote. Por el otro, el inóculo que llega por aire de fuentes más lejanas (hasta cientos o miles de kilómetros). Las medidas de control deben apuntar a neutralizar a ambos tipos de inóculo, especialmente al originado localmente si es que no se actuó a tiempo y se dejó avanzar la epidemia. Esta alta presión de inóculo local suele hacer fracasar las aplicaciones de fungicidas.

Dr. Clive Levy (CFU, Zimbabwe)

La planta de soja comienza a expresar su susceptibilidad en R1 (comienzos de floración) y alcanza su pico de susceptibilidad entre R3 y R4. La susceptibilidad decrece a medida que la soja va madurando.

Dr. L. Daniel Ploper (EEAOC, Argentina)

Frente a la amenaza de la enfermedad en el continente americano, se deben intensificar las actividades de evaluación de fungicidas y el desarrollo de variedades resistentes. Al mismo tiempo, se debería recoger



Participantes del Panamerican Soybean Rust Workshop.

información que pueda servir en estudios epidemiológicos. Es permitirá relacionar datos del ambiente con los niveles alcanzados y la enfermedad. Se debe analizar qué tipo de datos registrar y dónde, como procurar ser más eficientes en la recolección de dichos datos. Asimismo, tratar de integrar estos esfuerzos para evitar acciones aisladas.

Dr. Clive Levy (CFU, Zimbabwe)

Una vez introducida la roya, las acciones inmediatas son las de controlar efectivamente la enfermedad. Los estudios son importantes, pero el productor requiere de respuestas concretas para evitar las pérdidas en sus lotes. En África, las primeras acciones fueron determinar cuáles son los fungicidas más efectivos. Luego se comenzó con las actividades de mejoramiento y otros estudios básicos. En Sudamérica la enfermedad llegó hace dos años, lo cual es poco tiempo todavía para estimar lo que ocurrirá en el futuro, pero mientras tanto la tarea más urgente es controlarla. En África, su presencia lleva algunos años más, y sin embargo todavía se están conociendo distintos aspectos de la enfermedad.

Dr. X. B. Yang (ISU, EE.UU.)

Ciertamente que los esfuerzos serán diferentes en función de la presencia o no de la roya en un país o región. En aquellos países donde no está presente pero están en riesgo de tenerla, la principal actividad debe ser el monitoreo, acompañado de un efectivo sistema de comunicación de los resultados de las prospecciones.

En EE.UU., el Departamento de Agricultura (USDA) implementó en el año 2003 un programa estratégico para minimizar el impacto que puede haber por la introducción y el establecimiento de la roya. Este programa se basa en una prospección de los cultivos de soja y posibles hospedantes alternativos, sumados a una intensa campaña de capacitación.

necesarias para enfrentar y controlar la enfermedad) y a mediano plazo (estudios de datos para la construcción de modelos y sistemas de predicción). Estos resultan importantes para un manejo sustentable de la enfermedad, pero no deben absorber todos los recursos.

Por otro lado, se debe trabajar en el aspecto organizativo, agrupando a toda la cadena productiva de soja al estilo de ASAGIR. De este modo, al enfrentar amenazas como la roya de la soja, la reacción es de toda la cadena con sus consecuentes beneficios.

Ing. Agr. Flory Begenisic (SAGPyA, Argentina)

Se viene trabajando en este tema desde 2001. Se puso énfasis a partir de la asunción de las nuevas autoridades nacionales en Mayo de 2003. La SAGPyA está interesada en construir ejes programáticos y en este sentido, el tema de la roya de la soja constituye un tema específico para aunar esfuerzos entre los sectores públicos y privados, cada uno cumpliendo con el rol que le corresponde. Formar un frente único de acción, el que puede surgir a partir de reuniones de este tipo.

Ing. Agr. Verónica Frigidi (SENASA, Argentina)

Esta institución, a través del Servicio Nacional de Vigilancia y Monitoreo (SINAVIMO) puede colaborar en el esfuerzo de la prospección y especialmente en el manejo de los datos que se vayan recogiendo. A su vez, puede redistribuir información a los investigadores para posibilitar un eficiente análisis de los datos.

Dr. José Tadashi Yorinori (Embrapa Soja, Brasil)

Los sectores público y privado de Brasil están también preocupados por la enfermedad, especialmente a partir de las pérdidas registradas durante la campaña 2002/03. En el tema de investigación los esfuerzos son liderados por el Embrapa. No existe una línea definida de acción en los niveles políticos del gobierno federal. Los investigadores están aportando datos para que se aceleren los registros de fungicidas efectivos en el control de la roya de la soja. Una prioridad a corto plazo es la capacitación y difusión sobre los principales aspectos de la enfermedad.

Ing. Agr. Wilfrido Morel Paiva (CRIA, Paraguay)

Para lograr acciones eficaces contra la roya de la soja, se requiere el acuerdo entre el sector público y los sectores privados. Dentro de los sectores privados se deben considerar no solamente a las compañías de agroquímicos, sino al resto de la cadena productiva incluyendo los agroexportadores. Todavía existen numerosos aspectos de la enfermedad

que deben ser esclarecidos. A corto plazo se debe poner énfasis en la evaluación de genotipos de soja y fungicidas.

Datos del Autor

Dr. Leonardo Daniel Ploper

Ingeniero Agrónomo (Universidad Nacional de Tucumán, Argentina), Master of Science y Ph.D. (Doctorado) (Purdue University, Indiana, EE.UU.), Posdoctorado (Auburn University, Alabama, EE.UU.).

Investigador Principal, Jefe de la Sección Fitopatología y Director Técnico de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (EEAOC) (Tucumán, Argentina).

Profesor Asociado de la Cátedra de Fitopatología, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

Investigador Independiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.



Panamerican Soybean Rust
Workshop

Principales Conclusiones del Panamerican Soybean Rust Workshop

L. Daniel Ploper*

Introducción

La producción de soja en la Argentina enfrenta en la actualidad la amenaza de la **roya de la soja**, ya detectada en el noreste del país. Se trata de una enfermedad conocida por haber provocado severos daños en lotes de soja ubicados en varios continentes, desde su identificación a comienzos del siglo pasado en Asia.

Para profundizar los conocimientos acerca de la distribución, diagnóstico, epidemiología y manejo de esta enfermedad a escala mundial, la empresa **BASF Argentina S.A.** organizó el "**Panamerican Soybean Rust Workshop**". Esta reunión tuvo lugar en el Sheraton Hotel de Iguazú, Misiones, entre los días 11 y 13 de Junio de 2003 y contó con la presencia de calificados expertos del país y del extranjero.

En el presente trabajo se resumen las presentaciones realizadas y las conclusiones a las que se arribaron luego de dos días de intensas deliberaciones.

El "Panamerican Soybean Rust Workshop"

Los objetivos planteados para el Workshop fueron:

Actualizar el conocimiento sobre la roya de la soja a escala mundial y especialmente en el continente americano; conocer su distribución y prevalencia en los países del Cono Sur; introducir a la identificación del agente causal mediante técnicas moleculares; conocer la eficacia de los métodos de control disponibles; y definir las principales necesidades de investigación en la región para poder implementar estrategias eficientes en el manejo de la enfermedad.

Asistieron investigadores y técnicos pertenecientes a instituciones oficiales (EEAOC, INTA, SAGPyA y SENASA), a organizaciones no gubernamentales (AACREA, AAPRESID y PROSOJA), a instituciones del extranjero y a la empresa **BASF**. En el **Anexo 1** se incluye el listado de los participantes.

Desarrollo del "Panamerican Soybean Rust Workshop"

La bienvenida y definición de los alcances del Workshop estuvieron a cargo del Ing. Rodrigo Ramírez, Gerente del Departamento Agro de **BASF Argentina S.A.** El Ing. Agr. Ramírez expresó, entre otros conceptos, que el Workshop era una etapa más del programa de capacitación sobre roya de la soja que **BASF** viene llevando a cabo con los fitopatólogos referentes del cultivo de soja en el país, así como con técnicos de la compañía en

países vecinos. Asimismo, ratificó el compromiso de continuar apoyando las iniciativas que tiendan a disminuir el riesgo que significa esta enfermedad para la producción de soja, especialmente en los países de la región del Cono Sur.

A continuación, el Dr. Daniel Ploper, quien actuó como Coordinador Técnico del Workshop, inició el tratamiento del tema específico, con una disertación general sobre la enfermedad (antecedentes, agentes causales, epidemiología, sintomatología y daños) (ver **Anexo 2**).

Posteriormente, y en el marco de la Primera Sesión, se trató el tema "**La roya de la soja en el mundo**". Esta sesión contó con el aporte del Dr. Clive Levy (Commercial Farmers Union, Zimbabwe), quien informó sobre la situación en África, y del Dr. X. B. Yang (Iowa State University, EE.UU.) sobre la situación de la roya en Asia. Luego se presentaron los informes de Paraguay, a cargo del Ing. Agr. Wilfrido Morel Paiva (CRIA, Paraguay); de Brasil, a cargo del Dr. J. Tadashi Yorinori (Embrapa Soja, Brasil); y de Argentina, a cargo del Dr. Antonio Ivancovich (INTA Pergamino, Argentina). En el **Anexo 3** se resumen los principales aspectos de cada disertación.

La Segunda Sesión trató el tema de "**Epidemiología y bases para el manejo de la roya de la soja**". En la primera parte de la sesión disertaron los Dres. X.B. Yang y Clive Levy. Posteriormente tuvo lugar un análisis y discusión de grupo sobre los estudios epidemiológicos realizados y los que se deberían realizar en las áreas de riesgo (movimientos de la roya en Sudamérica, desde los lugares donde está actualmente hacia el sur y hacia el norte), estudios regionales conjuntos, estrategias comunes, etc. En el **Anexo 4** se resumen las presentaciones de los Dres. Yang y Levy.

La Tercera Sesión abarcó el tema de "**Manejo de la roya de la soja**". El Dr. Daniel Ploper disertó sobre "Estrategias de control para la roya de la soja". Luego se escucharon presentaciones de los diferentes países o continentes, que incluyeron relatos de experiencias en el control genético y químico de la roya de la soja, así como las estrategias que se siguen en aquellos países donde la enfermedad aún no es problema.

Sobre Asia y EE.UU. disertó el Dr. X. B. Yang, sobre Zimbabwe el Dr. Clive Levy, sobre Paraguay el Ing. Agr. Wilfrido Morel Paiva, sobre Argentina el Dr. Antonio Ivancovich, y sobre Brasil el Dr. Ricardo Balardín (Universidade Federal de Santa María, Brasil), y los Ings. Agr. Darío Minoro Hiromoto (Fundação MT, Brasil) y Paulino José Melo Andrade (Embrapa Agropecuária Oeste / Fundação Chapadão, Brasil). En el **Anexo 5** se incluyen los resúmenes de las presentaciones de la Tercera Sesión.

* Ing. Agr. Ph.D. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombes" (EEAOC). Tucumán, Argentina.

Coordinador Técnico del Panamerican Soybean Rust Workshop.

Luego se escucharon los relatos de las experiencias de los técnicos de BASF. En primer lugar se escuchó al Ing. Agr. Egon Blaich (BASF Paraguay) y posteriormente al Ing. Agr. José Munhoz Felipe (BASF SA Brasil). En el **Anexo 6** se resumen ambas presentaciones.

En el cierre de la actividad académica del Workshop se analizaron las acciones a futuro, procurando la integración de un grupo regional (Cono Sur) de trabajo sobre roya de la soja para compartir conocimientos e implementar estrategias regionales de investigación y manejo de esta patología. Los comentarios de los participantes en las sesiones de discusión se incluyen en el **Anexo 7**.

Principales Conclusiones del "Panamerican Soybean Rust Workshop"



Disertantes del Panamerican Soybean Rust Workshop.

- La roya es una importante enfermedad de la soja que alcanzó gran notoriedad en todos los países en los cuales ingresó.
- En aquellos países o regiones donde la enfermedad no se haya registrado aún, los esfuerzos deberán concentrarse en prospecciones y vigilancia, capacitando adecuadamente a las personas involucradas en estas actividades.
- Se sugiere la instalación de "parcelas trampa", consistentes en pequeñas parcelas de hasta 0.25 ha, sembradas alrededor de un mes previo a los cultivos comerciales, bajo riego. Estas parcelas deberán ser evaluadas intensa y periódicamente por expertos, buscando síntomas de la enfermedad.
- También se debe enfatizar en jornadas de capacitación y de divulgación sobre la enfermedad, y en que se difunda información lo más apropiada y homogénea posible.
- Paralelamente, las instituciones de investigación deberán llevar a cabo estudios básicos sobre la enfermedad.
- Si bien existen resultados de estudios epidemiológicos, éstos fueron realizados en Asia durante las décadas de 1970 y 1980. Se necesitarán investigaciones locales, en especial en relación con información meteorológica de cada zona y con alcances regionales que involucren a varios países.

• Para desarrollar modelos se requieren datos. Para la predicción de la enfermedad se necesitará conocer cómo sobrevive el inóculo y la probabilidad de la ocurrencia de condiciones favorables. Será importante considerar también los hospedantes alternativos y la dirección de los vientos predominantes.



Fuente: Dr. Yorinori

• Una vez que la enfermedad aparezca en un país o región, la prioridad pasará a ser el control de la enfermedad, procurando reducir al máximo el impacto de la misma.

• Las medidas de control de la roya de la soja deberán basarse en el control químico a corto plazo y en el uso de variedades resistentes a mediano plazo, una vez que los planes de mejoramiento genético, actualmente en marcha, difundan materiales adaptados agrónomicamente y con buen comportamiento a la enfermedad.

• Si bien se recomiendan programas de control químico que resulten efectivos en cuanto a costo y reducción de la enfermedad, se deberá tener especial cuidado con aquellas prácticas de manejo de la enfermedad que tiendan a "disminuir los costos pero a costa de incrementar los riesgos".

• De acuerdo a los resultados de experimentos llevados a cabo en los países donde está presente la roya, existen fungicidas sumamente efectivos para el control de la enfermedad. En algunos de estos países, como Brasil y Zimbabwe, se recomiendan 2 a 3 aplicaciones de fungicidas para las zonas con alta presión de la enfermedad, y 1 a 2 aplicaciones para las zonas con moderada presión de roya de la soja.

Agradecimientos

El autor agradece a la empresa BASF Argentina S.A. por su constante apoyo a las actividades de investigación y por la distinción que significó haber actuado como el Coordinador Técnico del "Panamerican Soybean Rust Workshop". También por su interés y soporte para la impresión de esta publicación.

Asimismo, deja expresa constancia de su gratitud a las autoridades de la Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" (EEAOC) por su permanente predisposición a facilitar las actividades orientadas a resolver los problemas de la producción agroindustrial de la región.