

PROGRAMA NACIONAL DE ROYA DE LA SOJA

1. ANTECEDENTES

La producción de soja de Argentina enfrenta hoy la amenaza de la **roya de la soja**, enfermedad fúngica de alto potencial destructivo recientemente detectada en el nordeste del país y conocida por haber provocado severos daños en lotes de soja ubicados en varios continentes, desde su identificación a comienzos del siglo pasado en Asia. Esta enfermedad es producida por dos especies de patógenos, muy emparentados entre sí correspondientes al género *Phakopsora*: *P. pachyrhizi*, especie comúnmente llamada “roya asiática”, de mayor virulencia y *P. meibomiae* o “roya americana”, más benigna que la anterior. Ambas pudieron diferenciarse recién en 1992, mediante técnicas de análisis molecular.

La característica distintiva de roya asiática, que la convierte en una de las enfermedades más temidas para este cultivo, es que se trata de una enfermedad explosiva, de muy fácil dispersión (los uredinosporas pueden ser trasladadas a grandes distancias por el viento) que en un breve período de tiempo (en menos de 21 días puede llegar a afectar el 90% de las plantaciones), ocasiona daños severos en los lotes de cultivo, llegando a provocar el 100% de pérdidas (tal el caso de Zimbabwe). Afecta el número de vainas y el llenado de los granos, pudiendo provocar defoliación total y muerte de la planta, según el momento del ataque y las condiciones climáticas imperantes.

La roya asiática de la soja hizo su aparición en Argentina, a fines de la campaña 2001/02, en un lote de ensayo en la localidad de Alem, provincia de Misiones (Rossi, 2002) En la campaña siguiente (2002/03) fue identificada y confirmada mediante técnicas moleculares en lotes de ensayo de la localidad de Cerro Azul, provincia de Misiones y en dos lotes comerciales situados en la localidad de Gobernador Virasoro, en la provincia de Corrientes (Ivancovich, 2003). Si bien esta enfermedad ha penetrado en el territorio nacional, aun permanece alejada de las principales zonas productoras del país con lo cual, hasta el momento, Argentina es el único país sojero de América del Sur en el cual la roya no ha causado daños comerciales pero, parece inminente su desarrollo en el país, según la opinión de los principales centros de

2. JUSTIFICACIÓN DE LA CREACIÓN DEL PROGRAMA

La soja es, en la actualidad el principal cultivo que se realiza en país. Durante el ciclo agrícola 2002/03, a la soja le correspondieron 12,67 millones de hectáreas (46% del total sembrado con cereales y oleaginosos), con una producción de 35 millones de toneladas (49,1% del total granario) lo que en términos monetarios significa un valor bruto de la producción (VBP) de 5. 617 millones de dólares¹.

¹ Valorado a precios del Mercado a Término, posición mayo 2003 (coincidente con el momento de cosecha)

Las enfermedades que actualmente tienen importancia económica en la producción de esta oleaginosa, ocasionan pérdidas cercanas al 10% de la producción (Ploper, 2003), es decir unos 561 millones de dólares “no son cosechados” debido a controles inexistentes y/o deficitarios por diversas razones tales como forma, momento, dosis de aplicación y principios activos inadecuados.

Geográficamente, nuestro país está cercado por países en los que la roya de la soja ha causado con graves daños. Más concretamente en Brasil y Paraguay fue hallada en marzo de 2001, extendiéndose a casi toda la región cultivada con esta oleaginosa en dichos países: actualmente afecta el 70-80% del área sojera paraguaya (Morel Paiva, 2003) y el 90% de la brasilera (Yorinori 2003) obligando a ambos países a poner en marcha diferentes estrategias de control para minimizar las pérdidas. A partir de mediados del presente año, la roya fue detectada también en Bolivia.

Debido a estos antecedentes, a que se trata de la misma especie del patógeno, a que los cultivares utilizados probablemente son todos susceptibles, y a que las condiciones ambientales de las principales regiones productoras de soja del país son conducentes a epifitias, no hay que descartar la posibilidad que en Argentina, la roya aparezca en todas las regiones productoras.

Ante este panorama, existe una honda preocupación entre los productores y técnicos acerca de las pérdidas que podría ocasionar esta enfermedad en los próximos años. La diversidad de ambientes que caracterizan la región sojera argentina, la magnitud de la producción y el desconocimiento general de las características del patógeno y su identificación a campo, **hacen necesario generar desde el ambiente público información para difundir al medio, e implementar la capacitación necesaria** para evitar que técnicos y productores confundan los síntomas de la roya con otras enfermedades comunes en la soja, llevando a prácticas y a resultados errados (los síntomas de la roya se pueden confundir con los causados por la mancha marrón - *Septoria glycines*- y la pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*-)

Por otra parte dado que, como ya se mencionó, se trata de una enfermedad explosiva que en pocos días puede devastar los lotes de cultivo y que el éxito de medidas de control químico (estrategias que, según la bibliografía y hasta la obtención de variedades resistentes, resultan ser las más eficientes) que pudieran implementarse, dependen fundamentalmente de la **detección temprana** y de una adecuada forma y dosis de aplicación, será importante realizar un exhaustivo monitoreo de los lotes de cultivo.

Abordar esta problemática exige **facilitar la prevención y el manejo de la enfermedad minimizando su incidencia en la producción sojera argentina**. Llevarlo a cabo requiere trabajar en dos niveles en forma simultánea: por un lado se necesita la prospección a campo con el fin de determinar la presencia de la enfermedad lo más temprano posible, con lo cual resulta imprescindible contar con monitores experimentados. En tal sentido, capacitar a los técnicos, productores y funcionarios que deban enfrentar este problema en el corto plazo, es uno de los pilares para minimizar los efectos de la enfermedad.

Por otro lado se requiere de un seguimiento “macro” tomando como unidad de análisis las diferentes regiones sojeras para el monitoreo de las condiciones ambientales, la presencia de inóculo y el estado del cultivo para poder predecir el avance la

enfermedad y la aplicación de las medidas de control más pertinentes. Por ello, **y para darle consistencia al proyecto en el tiempo, también es estratégico apoyar la investigación en áreas que conduzcan a llenar los vacíos de conocimientos**, máxime si se tiene en cuenta que se trata de una enfermedad nueva para el país con lo cual, la validación de experiencias en el ámbito local, resulta imprescindible a la hora de disponer las soluciones más adecuadas.

Ninguno de estos caminos es suficiente en forma aislada. Por lo tanto resulta necesario **contar con información centralizada y actualizada a nivel de lotes de cultivo y predios piloto** que contribuyan a la detección temprana de la enfermedad y que a su vez constituyan una herramienta de diagnóstico para trabajar con un nivel de agregación regional, analizando sus dimensiones y su evolución.

La información que generan muchos organismos estatales (entre otros, SENASA; INTA; SAGPyA, Estaciones Experimentales dependientes de Gobiernos Provinciales y Universidades) e instituciones privadas (AACREA, AAPRESID, semilleros, empresas agroquímicas), si bien resultan valiosos, no se hallan centralizados sino que se encuentran dispersos, con poca sistematización y uniformidad metodológica que conspira contra los esfuerzos y recursos aportados por todos estos actores.

La problemática abordada en este proyecto requiere como primera actividad una completa sistematización de la información a través de una acción cooperativa tanto de los organismos públicos como los privados. **En tal sentido, la SAGPyA contribuirá a armonizar el accionar del sector público, generando el consenso necesario para la centralización, sistematización y actualización permanente de la información en el ámbito nacional y la necesaria articulación interinstitucional cooperativa que contribuya a los objetivos planteados así como a la implementación las diferentes componentes del Programa.**

Existen otros antecedente de colaboración de instituciones privadas con algunas públicas, tal es el caso de MEET (Monitoreo de la Evolución de Enfermedades de Trigo) mediante el cual agrupaciones privadas colaboran con el INTA y la Universidad de Buenos Aires. La puesta en marcha de un Programa como el presente, es una oportunidad para que todas las Instituciones Públicas aúnen esfuerzos en forma cooperativa, llevando a cabo actividades en forma coordinada y contribuyendo cada una en aquellas componentes del programa, que, según las funciones específicas, le competen a cada Institución.

Finalmente, contar con un Programa Nacional de la Roya en Argentina es el primer paso para poder conformar una estrategia regional con la intervención de los países sojeros limítrofes en los cuales esta enfermedad ya ha causado grandes daños.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL: Generar acciones que contribuyan a facilitar el manejo de la roya de la soja, reduciendo su posible manifestación e incidencia en el territorio nacional, así como sus posibles daños en la producción sojera argentina.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- a) Desarrollar e implementar en forma coordinada un sistema de prospección y vigilancia fitosanitaria de la roya de la soja permitiendo la detección temprana de enfermedad
- b) Establecer una red de parcelas de observación, designando lotes en producción con soja distribuidos en el área objetivo.
- c) Determinar y reconocer oficialmente:
 - c.1) zonas productivas con presencia del patógeno.
 - c.2) zonas sin detección del patógeno pero con potencial riesgo de introducción del mismo (zonas buffer).
 - c.3) zonas libres, sin detección de la enfermedad a campo y sin riesgo de introducción.
- d) Oficializar la información relevada en los monitoreos a través de su incorporación al Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas (SINAVIMO).
- e) Intercambiar resultados fitosanitarios obtenidos en la red con los referentes técnicos nacionales, aportando información para un mayor conocimiento de la situación y posibilitando mayores avances en la investigación y desarrollo tecnológico sobre el tema.
- f) Desarrollar un sistema de comunicación permanente y coordinado que facilite la implementación y difusión de las estrategias de manejo más.
- g) Apoyar en forma coordinada la investigación y el desarrollo en temas inherentes al patógeno, al hospedante y al ambiente contribuyendo al conocimiento del ciclo de vida y comportamiento del hongo en condiciones locales.

4. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos serán los productores, técnicos y operadores de las distintas regiones del país ya que los Organismos científico- tecnológicos contarán con mayor y mejor información disponible en tiempo y forma facilitando, de este modo, la formulación de las estrategias de control y recomendaciones a través de sus agencias de extensión. El beneficiario final será el país dado que se trata de una enfermedad que afecta a la producción de forma directa y, minimizar sus daños, significa también incrementar los saldos exportables de Argentina.

5. ALCANCE GEOGRAFICO

Según datos de la SAGPyA durante la campaña 2002/2003 se sembraron 12.717.000 has de soja, esperándose un incremento del área a cultivar para esta campaña agrícola 2003/04.

El sistema se implementará en las zonas sojeras según un cronograma de monitoreo diseñado en función de las probabilidades de aparición de la plaga, extendiéndose el área en función de la detección y avance de la enfermedad. En una primera etapa, se hará mayor presión de prospección en la región NEA y en la NOA y, una vez detectado el patógeno se intensificará en el resto del país ya que, presumiblemente el ingreso del mismo seguiría esa ruta.

Dadas las características del patógeno, la incertidumbre de las áreas que serán afectadas en primer lugar y la magnitud del desarrollo posterior de la enfermedad, las tareas de prospección tendrán un diseño flexible, ajustándose durante la implementación del Programa tanto el número como la localización de las áreas de monitoreo.

6. COMPONENTES DEL PROGRAMA

Dado el bajo nivel actual pero muy elevado nivel potencial de incidencia de la enfermedad en toda la región sojera argentina, se han privilegiado los siguientes componentes:

6.a) Componente Prospección y Monitoreo

Este componente tiene dos subcomponentes: una etapa a campo y otra de centralización de información y de análisis y evaluación de datos.

6.a.1) Subcomponente a Campo

- Con el objeto de cubrir una amplia zona, en colaboración con otras instituciones nacionales, provinciales y privadas, se prevé la organización de una red de vigilancia y monitoreo que permita determinar el estado fitosanitario del cultivo de la soja con relación al patógeno. Dentro de este contexto se han definido itinerarios de vigilancia y monitoreo a campo de lotes de soja y malezas hospedantes en las zonas de alto riesgo, y predios piloto de evaluación y seguimiento.

Dado que se trata de un programa cooperativo, cada institución tiene a su cargo el monitoreo de aquellos sitios en los que ya cuenta con infraestructura para realizar dichas operaciones, compartiendo la información obtenida:

INTA: Participan los Centro Regional Buenos Aires Norte, CR Santa Fe, CR Córdoba, CR Paraná, CR Corrientes, CR Misiones, CR Chaco+Formosa, y CR NOA.

EEA Obispo Colombes: su área de influencia se centra básicamente en la provincia de Tucumán y, de ser necesario, extenderá la prospección y el monitoreo al oeste de Santiago del Estero, sudeste de Catamarca y Salta.

SENASA: Para realizar las observaciones a campo ha instalado una red de parcelas de observación (lotes en producción) a cargo de los delegados que posee la Institución en el interior del país. (ver punto 8)

SAGPyA: Específicamente, la Secretaría aportará información cuali-cuantitativa a través de la información recabada por los Delegados zonales con que cuenta en toda la región sojera argentina.

Las tres instituciones mencionadas y la SAGPyA se complementan en la información recabada, mediante el diseño de un itinerario de monitoreo conjunto.

Estas actividades a campo se realizarán en forma continua, mediante monitores autorizados por las instituciones intervinientes. De acuerdo a los principales aspectos epidemiológicos del patógeno y si bien el período crítico de infección son los días previos a la floración (Carmona *et al*, 2003), los monitoreos se efectuarán durante todo el ciclo de cultivo.

Durante el período vegetativo (VE – V3) las parcelas de observación serán monitoreadas cada 15 días, incrementándose la presión de monitoreo a partir de floración. A partir de este momento las prospecciones se realizarán semanalmente.

6.a.2) Subcomponente Administración y Oficialización de Datos

- Tal como se dijo, las actividades a campo se realizarán de forma continua, mediante monitores que informen los resultados de su trabajo, en forma periódica, al SINAVIMO (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas), a cargo de la Dirección de Vigilancia Fitosanitaria del SENASA.

La elección del SINAVIMO como centralizador de datos se debe a que es un repositorio oficial de información agrícola, es decir, un sistema informático capaz de almacenar y distribuir la información, donde cada participante de la red (en este caso INTA, SENASA, EEAOC y SAGPyA) aportará información por él generada, la cual será publicada a través de www.sinavimo.gov.ar.

De esta manera y de acuerdo a la Resolución SENASA N° 218/2002 los datos relevados y los resultados validados en relación a la presencia y distribución del patógeno, su evolución, áreas libres, áreas con potencial riesgo, época de mayor susceptibilidad del cultivo (discriminada por región productiva), etc. al ser incorporados al Sistema, serán inmediatamente reconocidos oficialmente por SENASA y sus pares internacionales.

Asimismo el Sistema permite la realización de un foro de discusión sobre el tema, lo cual tornará sumamente dinámico al programa, posibilitando la integración entre los participantes del Programa y sus beneficiarios.

Cabe aclarar que, cada uno de los monitores oficiales podrá recibir informes de asociaciones privadas/públicas de su zona de influencia pero para confirmar la presencia de patógeno, sólo lo podrán hacer, en forma exclusiva los monitores oficiales entrenados para la prospección y monitoreo, recurriendo al análisis de los laboratorios de referencia y a la confirmación mediante técnicas de análisis molecular.

- Dado que el problema de la roya no se circunscribe a un solo país, se pretende lograr acuerdos internacionales con los países limítrofes para tener

conocimiento del estado de situación en cada uno de ellos estableciendo sus implicancias a escala regional.

6.b) Componente Capacitación y Difusión

6.b.1) Subcomponente Capacitación

- En primer término, se ha instrumentado, en cooperación con el INTA, la EEA Obispo Colombres capacitación a los agentes que actúan como monitores en aspectos inherentes a dicha actividad y a los fitopatólogos de los laboratorios de referencia.
- Dado que será necesario ampliar la red de laboratorios de diagnóstico fitopatológico, en una segunda etapa, se prevé la incorporación de Universidades que cuenten con tales medios, previa homologación de criterios de muestreo y envío de datos.

6.b.2) Subcomponente Difusión

- Por otra parte, las instituciones mencionadas tendrán también a su cargo un sistema de difusión abierta a técnicos y productores del sector acerca de diferentes aspectos y estrategias (epidemiología y condiciones predisponentes, prácticas de manejo más recomendadas) que tiendan a controlar y disminuir la posible incidencia de la enfermedad. También se brindará capacitación a laboratorios de fitopatología que quieran integrar la red de diagnóstico de la enfermedad.

6.c) Componente Investigación

- Mediante esta componente se pretende avanzar en el mejoramiento varietal y en la realización de estudios epidemiológicos y climatológicos así como la profundización y validación, en condiciones locales, de las estrategias de manejo de la enfermedad más aconsejadas (resistencia varietal, manejo cultural, control químico, etc.). Para ello se contará con la base de datos de la Institución Centralizadora de información definida en el punto a.2) Subcomponente de Administración y Oficialización de datos.

7. PRINCIPALES ACTIVIDADES PROGRAMA

Durante la campaña 2003/04 se llevarán a cabo las actividades que se definen a continuación, **quedando para las próximas campañas la redefinición de las mismas en función de la detección de la enfermedad, las áreas involucradas y los daños ocurridos.**

7.a) Componente Prospección y Monitoreo

7.a.1) Subcomponente a Campo

Inicialmente, el itinerario de monitoreo estará a cargo de los siguientes referentes, quienes llevarán a cabo la prospección, definiendo en cada caso su área de influencia, para evitar superposiciones:

ZONA1: Región NEA y Región NOA comprende el área geográfica de mayor presión de monitoreo hasta que el patógeno sea detectado; con la siguiente frecuencia de prospección: noviembre en forma quincenal; desde diciembre hasta abril inclusive: semanal.

REGION	INSTITUCION
MISIONES y CORRIENTES	EEA INTA Cerro Azul
	EEA INTA El Sombrerito
	Oficina SENASA Posadas
	Oficina SENASA San Javier
	Oficina SENASA Paso de los Libres
	Oficina SENASA Santo Tome
CHACO y FORMOSA	EEA INTA Saenz Peña
	Oficina SENASA Resistencia
	EEA INTA El Colorado
	EEA INTA Las Breñas
Centro-Norte de SANTA FE y ENTRE RIOS	EEA INTA Paraná
	EEA INTA Reconquista
	EEA INTA San Justo
	EEA INTA Concepción del Uruguay
	Oficina SENASA Santa Fe
	Oficina SENASA Concordia
	Oficina SENASA Colon
TUCUMAN	EEA INTA Banda del Río Salí
TUCUMAN, SALTA, CATAMARCA Y NO DE SANTIAGO DEL ESTERO	EEA Obispo Colombres
SALTA	EEA INTA Cerrillos
	Oficina SENASA ORAN

Por otra parte, en la región NOA, en el mes de septiembre de 2003, se implantaron de 10 parcelas trampa a cargo de la EEAOC, localizadas en las provincias de Tucumán, Salta, Santiago. del Estero, y Catamarca. La distribución geográfica de las mismas es la que se detalla a continuación:

Provincia de Tucumán: Benjamín Aráoz (Burruyacú), Subestación Monte Redondo (San Agustín, Cruz Alta), Cañete (Cruz Alta), La Cocha y Rumi Punco.

Provincia de Catamarca: Mistol Ancho (Santa Rosa)

Provincia de Santiago del Estero: Dpto Jiménez

Provincia de Salta: Tolloche (Anta) y Rosario de la Frontera.

ZONA 2: Las áreas menos expuestas son las que conforman esta región y, serán monitoreadas a partir de diciembre y, hasta abril inclusive, en forma mensual. Ellas comprenderán los siguientes puntos de prospección:

REGION	INSTITUCION
Sur de SANTA FE y Norte de B.AIRES	EEA INTA Pergamino
	Oficina SENASA Junin
Oeste de SANTA FE y Este de CORDOBA	EEA INTA Marcos Juarez
Centro de CORDOBA	EEA INTA Manfredi
	Oficina SENASA Rio IV
TUCUMAN	EEA INTA Banda del Río Salí
	Delegación SAGPyA Tucumán
	Oficina SENASA Tucumán
TUCUMAN, SALTA, CATAMARCA Y NO DE SANTIAGO DEL ESTERO	EEA Obispo Colombres
SALTA	EEA INTA Cerrillos
	Delegación SAGPyA Salta
	Oficina SENASA ORAN

Los Delegados de la SAGPyA interactuarán con los monitores y con sus propios referentes calificados para estimar, entre otros, los siguientes indicadores: áreas afectadas, estimación de las pérdidas y daños ocasionados y mermas en la producción.

Dentro de las actividades de prospección, también se suman los aparatos cazaesporas instalados por el INTA en las siguientes localidades: El Sombrerito (Corrientes), Reconquista (Santa FE), Cerro Azul (Misiones), Roque Sáenz Peña (Chaco), Concepción del Uruguay y Paraná (Entre Ríos), Manfredi (Córdoba) y Pergamino (Buenos Aires).

7.a.2) Subcomponente Administración y Oficialización de Datos

En el caso específico de este Programa, toda la información que se genere en cuanto a prospecciones a campo, denuncias de detección, avances en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, difusión de la problemática, etc. se centralizará en el SINAVIMO a fin de ordenarla, validarla, procesarla, analizarla y posteriormente ponerla a disposición de todos los interesados en www.sinavimo.gov.ar, originándose así una Base de Datos Oficial. A tal efecto, se han elaborado dos protocolos: uno para la administración de los datos recabados y otro para la prospección y envío de muestras para su identificación y oficialización.

7.b) Componente Capacitación y Difusión

7.b.1) Subcomponente Capacitación a monitores y capacitadores

En primer término, a fines de octubre, el INTA realizó una capacitación a fitopatólogos y monitores del INTA que viajaron al Paraguay para observar la roya a campo.

A principios de noviembre, se llevaron a cabo jornadas de capacitación a los monitores del SENASA y la SAGPyA que tendrán a su cargo las áreas de prospección definidas en el punto 7.a.1) del presente Programa.

Una vez que se detecte la roya en el país, se hará una segunda jornada destinada a los monitores y multiplicadores, con observación a campo del patógeno en el área donde se lo haya hallado.

También se prevé realizar jornadas con aquellos laboratorios que tengan capacidad técnica para actuar como centros de diagnóstico y quieran adherir al programa.

7.b.2) Subcomponente Difusión

Se prevé la utilización de radio y TV para la emisión de información referida a:

- Alcances del Programa
- Protocolo de muestreo
- Sitios para el envío de muestras
- Sitios de información
- Jornadas a organizar

Asimismo se contempla la incorporación de información técnica en el sitio web de SINAVIMO ya mencionado el cual contendrá un link con un dominio que facilite la búsqueda vía Internet (www.royadelasoja.gov.ar)

Finalmente, se prevé la organización de unas 15 jornadas abiertas a técnicos y productores, en colaboración con entidades privadas que quieran adherir a la convocatoria. Para ello se elaborará material impreso específico (folletos, boletines y trípticos) .

7.c) Componente Investigación

Se integran a este componente los Proyectos Institucionales específicos del INTA y la EEAOC, algunos de los cuales ya se hallan en ejecución.

El INTA tiene a su cargo tareas específicas de investigación y mejoramiento las cuales se llevan a cabo en la EEA INTA Pergamino, Marcos Juárez y Paraná.

Estudios sobre otras especies hospedantes del patógeno causal de la enfermedad.
(EEA INTA Paraná)

- Se evaluarán hospedantes alternativos, en viveros ya establecidos, como el del INTA El Sombrerito, así como también en otros a establecerse en las provincias de Misiones y Entre Ríos.

Estudios del patógeno (EEA Marcos Juárez)

- Se realizarán estudios a nivel molecular del patógeno involucrado en la enfermedad con miras a determinar la/las razas presentes.

Mejoramiento genético (EEA Marcos Juárez)

- Se identificarán las eventuales fuentes de resistencia disponibles en el germoplasma disponible en Argentina.
- Se desarrollarán cultivares a partir de todas la fuentes de resistencia disponibles a nivel mundial.

Estudios de Manejo

- Implantación de ensayos de manejo a través del uso de fungicidas.
- Implantación de ensayos de manejo cultural (fechas de siembra, tipo de cultivares, etc.).

Estudios epidemiológicos

- *Análisis climáticos:* En las experimentales del INTA que dispongan de estaciones meteorológicas se analizarán las condiciones climáticas de las mismas, especialmente los datos de temperatura, rocío, y vientos predominantes en la zonas.
- *Detección de esporas de roya:* Se han instalado instrumentos caza esporas de roya en las áreas donde ya se ha manifestado la enfermedad así como en otras, orientadas en dirección a la zona sojera típica de la Pampa Húmeda.

Por otra parte, en la Estación Experimental Agroindustrial “Obispo Colombes” de Tucumán (EEAOC), las actividades de investigación referidas a la roya de la soja, están planteadas dentro del Programa Granos. Constituye en la actualidad una de las prioridades del Proyecto Enfermedades de los Cultivos de Granos.

Además de las tareas de prospección y difusión ya descritas, en la EEAOC, recientemente se iniciaron las actividades a nivel de laboratorio para llevar a cabo el diagnóstico molecular de la roya de la soja. De este modo, cuando se presente la enfermedad, las técnicas moleculares servirán para corroborar el diagnóstico que se efectúe mediante técnicas clásicas de fitopatología.

8. INSTITUCIONES INTERVINIENTES EN EL PROGRAMA

8.a) Componente Prospección y Monitoreo: INTA, EEA Obispo Colombes y SENASA junto con otras instituciones de apoyo local (Delegaciones SAGPyA del Interior, Secretarías de Agricultura provinciales y Universidades y privados).

8.b) Componente Capacitación y Difusión: SAGPyA , INTA, EEA Obispo Colombes

8.c) Componente Investigación: INTA, EEA Obispo Colombes

8.d) Coordinación del Programa: SAGPyA: Dirección de Agricultura.

Asimismo, se constituirá un Grupo de Trabajo coordinado por la SAGPyA con el fin de facilitar el diseño y la implementación del Programa. Tal como se mencionó anteriormente, se prevé incorporar a otras entidades tales como: Universidades, Colegios Profesionales, otros organismos provinciales de investigación y desarrollo, empresas proveedoras de insumos, organizaciones de productores y del sector sojero que colaboren en cada uno de los componentes definidos.

9. ANEXO:

ASPECTOS TÉCNICOS TENIDOS EN CUENTA PARA LA FORMULACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE ROYA DE LA SOJA²

El presente informe tiene por objeto fundamentar, con los conocimientos actuales que se tienen de esta enfermedad y su incidencia en planteos de cultivos de soja semejantes a los de nuestro país, la importancia de contar con un programa de acción sistémica de lucha contra el patógeno, el cual contribuirá a facilitar su prevención y control, dado el elevado potencial destructivo del hongo y la magnitud del cultivo de la soja en Argentina. Para tal fin, a continuación, se analizan una serie de interrogantes desde el punto de vista netamente técnico- científico.

I) ¿POR QUE LA ROYA PUEDE SER UN PROBLEMA?

La roya de la soja es causada por dos especies de hongos del género *Phakopsora*: las que fueron separadas taxonómicamente recién en 1992 (Ono *et al.*): *Phakopsora pachyrhizi*, originaria de Asia, y *Phakopsora meibomiaae*, originaria de Sudamérica. Ambas especies poseen estructuras morfológicas muy semejantes y causan en las plantas una sintomatología similar. Sin embargo, difieren fundamentalmente en la intensidad de los daños que provocan en el cultivo ya que la especie asiática es más virulenta y agresiva que la sudamericana.

En el caso de la denominada roya “asiática” (*Phakopsora pachyrhizi*), se han citado pérdidas de rendimiento de hasta 80%, incluso en algunos lotes hasta el 100%. *P. pachyrhizi* fue identificada por primera vez en Japón en 1902; luego fue detectada en India (1906), Australia (1934), China (1940), sudeste de Asia (1950s) y Rusia (1957). Durante muchos años permaneció restringida a Asia y Australia, hasta ser nuevamente encontrada en Hawai en 1994, luego en el continente africano (desde Uganda hasta Sudáfrica) a partir de 1997. Hasta la campaña 2000/01 la roya asiática no había sido reportada en el continente americano, haciendo su aparición en Sudamérica a partir de Marzo de 2001 (Ploper y Devani, 2002).

En cambio, la roya “americana” o “del nuevo mundo” (*Phakopsora meibomiaae*) no provoca daños de tanta magnitud como la “asiática”. Se han reportado pérdidas de alrededor del 7% u 8% de pérdidas, razón por la cual la patología causada esta especie nunca cobró importancia. Fue encontrada por primera vez en Puerto Rico en 1974 y luego en otros países del continente como Colombia y Brasil.

² Informe elaborado por:

Ing. Agr. Flory Begenisic- Coordinadora de Producción, Dirección de Agricultura – SAGPyA -
Tel (011) 4349-2223/22. E-mail: fbegen@sagpya.minproduccion.gov.ar

Ing. Agr. PhD L. Daniel Ploper- Investigador Principal y Jefe Sección Fitopatología- Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Tel. 0381-4274134 / 4276561. E-mail: fitopatologia@eeaoc.org.ar

Ing. Agr. PhD Antonio Ivancovich - Investigador y Coordinador Proyecto INTA Roya de la Soja - EEA INTA Pergamino - Tel: (02477) 430966 int 122 – E-mail: ivancovich@pergamino.inta.gov.ar

Como todas las royas, *Phakopsora* es un patógeno biotrófico, es decir, no sobrevive en rastros infectados sino solamente en plantas de soja espontáneas así como en numerosos hospedantes alternativos, muchos de los cuales son especies cultivadas o presentes en la flora de las principales regiones sojeras del país.

II) ¿CUANDO SE DETECTO LA ROYA EN EL CONTINENTE AMERICANO? ¿CUÁL ES LA MAGNITUD DE LOS DAÑOS QUE HA CAUSADO?

II.a) Presencia de Roya de la Soja en Argentina

La roya de la soja hizo su aparición en Argentina, a fines de la campaña 2001/02, en un lote de ensayo en la localidad de Alem, provincia de Misiones (Rossi, 2002) . Se remitieron muestras de las plantas infectadas a USA para su identificación mediante técnicas de análisis molecular confirmándose que el patógeno presente era *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. Este hallazgo coincidió con la especie identificada en Paraguay y Brasil donde, como se detalla más adelante, causa severos daños.

En la campaña siguiente (2002/03), la roya de la soja fue detectada por un grupo de técnicos del INTA en lotes de ensayo de la localidad de Cerro Azul, provincia de Misiones y en dos lotes comerciales situados en la localidad de Gobernador Virasoro, en la provincia de Corrientes. Si bien esta enfermedad ha penetrado en el territorio nacional, aun permanece alejada de las principales zonas productoras del país. Debido a los antecedentes de la enfermedad, existe una gran preocupación en productores y técnicos acerca de las pérdidas que podría ocasionar en los próximos años.

Dado que la diseminación del hongo se lleva a cabo por esporas (urediniosporas) que pueden sobrevivir hasta 50 días, y son fácilmente dispersadas por el viento, propagando la enfermedad a grandes distancias geográficas, analizar la situación de la enfermedad en Paraguay y Brasil resulta de vital importancia ya que estos dos países, al igual que Bolivia son la fuente primaria de inóculo a partir del cual se podría propagar la enfermedad en Argentina.

II.b) Presencia de Roya de la soja en Paraguay

En Sudamérica, la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) fue detectada por primera vez en Paraguay, haciendo su aparición antes que en Argentina, (en Marzo de 2001) en el Distrito de Pirapó, donde causó en algunos lotes pérdidas de rendimiento superiores al 60%. La enfermedad fue observada en las siguientes localidades: Capitán Miranda, La Paz, Colonias Unidas, Pirapó, Capitán Meza, María Auxiliadora, Naranjito, Iruña, Naranjal, Santa Rita y Colonia Yguazú, en cultivos de soja de ciclo normal. En la “zafrita”, el nivel de la enfermedad fue elevado.

En la localidad de Pirapó se observó en esa campaña un fuerte ataque en el “kudzu” (*Pueraria lobata*), identificado como planta hospedera de la roya de la soja en Paraguay. Esta especie se utiliza para la alimentación del ganado.

En la campaña siguiente, 2001/02, la roya fue observada en las localidades de Pirapó, La Paz, Bella Vista, Pirapey, María Auxiliadora, Naranjito, Santa Rita, Colonia Yguazú, Cruce Itakyry, y Troncal 3. Los niveles de roya registrados fueron menores que los del primer año, seguramente debido a la sequías registradas durante el ciclo del cultivo. No obstante, en las siembras tardías se observó una alta incidencia con fuertes efectos sobre el rendimiento. En las evaluaciones de algunos materiales genéticos se observó que prácticamente todas se comportaron como susceptibles al patógeno .

Según estimaciones de los investigadores locales, la roya se encuentra diseminada en las principales zonas sojeras de ese país. Durante el ciclo 2002/03, la roya de la soja afectó el 70-80% del área de producción con soja del Paraguay, habiendo tenido que recurrir al control químico para disminuir las pérdidas (Morel Paiva, 2003).

II.c) Presencia de Roya de la Soja en Brasil

En Brasil, hizo su aparición también en a fines del 2001, en la costa Oeste del Estado de Paraná. En el siguiente ciclo (2001/02) ya se había extendido al 60% del área sojera, detectándose su presencia en los estados de Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goias y el extremo sur de Mato Grosso. Pérdidas de rendimiento entre 30 y 75% se registraron en varios municipios, como Chapadão do Sul, Chapadão do Céu y Costa Rica (en Mato Grosso do Sul), y Alto Taquarí, Alto Araguaia y Alto Garças (en Mato Grosso). Los cultivos más afectados rindieron entre 840 y 900 kg/ha. Las estimaciones al final del ciclo fueron de más de 400.000 hectáreas afectadas, con pérdidas cercanas a los 25 millones de dólares (Yorinori, 2003).

En la campaña 2002/03, se citó su presencia en Chapadão do Sul (Mato Grosso do Sul), Itapeva (São Paulo), Sorriso, Nova Mutum, y Tapurah (Mato Grosso), y varias localidades del estado de Paraná. También se la encontró en los estados de Río Grande do Sul, Goias y Bahía, incluso en sitios con registros de temperaturas diurnas de 40°C y nocturnas de 20°C, situaciones que, según la bibliografía deberían ser poco propicias para el desarrollo de la enfermedad. En los sectores de lotes que no fueron tratados con funguicidas, el porcentaje de pérdidas afectó el 70% del rendimiento. (Yorinori, 2003).

Hacia finales de esa campaña, la roya ya se había expandido a más del 90% del área de cultivo de soja de Brasil. En los estados de Mato Grosso y Bahía, los más afectados por la enfermedad, se registraron pérdidas por 1,8 millones (20% de la producción, es decir 306 millones de dólares) y 0,6 millones de toneladas (30% de la producción, 132 millones de dólares), respectivamente. Estos daños no fueron mayores debido a la implementación de intensas actividades de detección y monitoreo y al uso intensivo de funguicidas, con un gasto estimado 576 millones de dólares (Yorinori, 2003).

II.d) Roya de la Soja en Estados Unidos

Hasta esta campaña, la producción de soja del país del norte no ha sufrido ataques de roya aunque su aparición parece inminente. El riesgo de la roya de la soja está siendo investigado desde la década del 70' por el USDA (Departamento de Agricultura de los EEUU). Dado que la roya se halla presente en una vasta región de Sudamérica y que las posibilidades de introducción de dicho patógeno en territorio estadounidense son elevadas (según dicho documento, esto último es un hecho casi seguro; la única pregunta es en qué momento ocurrirá), en Noviembre de 2002 el USDA a presentado

el “Plan Estratégico para Minimizar el Impacto de la Introducción y Establecimiento de la Roya de la Soja en la Producción Sojera de Estados Unidos”. Del mismo participan, entre otros, el Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), Agricultural Research Service (ARS), Cooperative State Research Extension and Education Service (CSREES), National Plant Board, otros organismos afines y la industria.

Según dicho documento, resulta estratégico para el país del norte, contar con un plan cuyas componentes estén orientadas a la detección temprana de la enfermedad, a través de intensas actividades de prospección, capacitación, comunicación, educación e investigación; y, una vez detectada la enfermedad, minimizar su impacto procurando establecer y difundir las medidas de control más eficientes.

III-¿DÓNDE SE DAN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS MÁS FAVORABLES PARA EL PATÓGENO?. Dentro de este contexto, ¿CÓMO ESTARÍA POSICIONADA LA REGIÓN NOA, NEA Y LA PAMPA HÚMEDA?

Para contestar estos interrogantes, hay que, en primer lugar, analizar los datos existentes sobre los requerimientos ambientales del patógeno. Se debe aclarar que estos son datos generados en Asia hace muchos años.

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. Cada 10 a 11 días el hongo tiene capacidad de producir abundantes urediniosporas bajo condiciones ambientales favorables, lo cual quiere decir que es un patógeno policíclico (varias generaciones durante el ciclo del cultivo de la soja). Asimismo, penetra en forma directa a través de la cutícula y la epidermis del hospedante, lo que hace que la infección sea rápida y fácil. No hay evidencias de la transmisión por semillas y grano, razón por la cual no se la puede considerar como una plaga cuarentenaria (Gatti, 2003).

En Argentina, análisis preliminares de datos meteorológicos revelan que algunas regiones presentan, durante buena parte del ciclo de cultivo de la soja, condiciones favorables para la infección y el desarrollo de la roya. En la Pampa Húmeda esas condiciones se podrían presentar más temprano, cuando la soja se encuentra en estadios más susceptibles al ataque, mientras que en el NOA y en el NEA los ataques podrían esperarse hacia el final del ciclo del cultivo, posiblemente, con menores pérdidas. Por ejemplo, los datos de la EEA INTA Pergamino de las últimas temporadas del cultivo de soja (2001/02 y 2002/03) revelaron que se presentaron condiciones climáticas favorables para la roya en el mes de Enero, con períodos de más de diez días de 6 o más horas de rocío continuo y temperaturas máximas promedios aproximadas a 25-26°C.

En cambio, en las zonas más húmedas de Tucumán, de acuerdo a los datos de temperaturas máximas diarias inferiores a 28°C y horas con humedad relativa superiores al 90%, serían escasos los días durante Enero y Febrero con condiciones para el desarrollo de la enfermedad, los que se incrementarían en los meses subsiguientes.

Considerando el nivel de dispersión que se observó en Brasil, donde la enfermedad causó daños desde Río Grande do Sul hasta Bahía, no se debe descartar la posibilidad de que en Argentina la roya se haga presente en todas las regiones productoras.

IV) ¿EN CUANTO TIEMPO LA ROYA PUEDE CONVERTIRSE EN UN PROBLEMA SERIO PARA LA PRODUCCIÓN ARGENTINA DE SOJA?.

En este sentido, vale la pena citar la opinión del Dr. J.T. Yorinori (Embrapa Soja, Brasil): “Considerando la facilidad con la que las esporas del hongo son diseminadas por el viento, en pocos años la roya de la soja deberá estar en todos los cultivos de soja del Continente Americano”.

La aparición de la roya de la soja en la Pampa Húmeda dependerá de la posibilidad que llegue el inóculo (urediniosporas) desde las zonas donde se hallan presente actualmente. Esto se relaciona, entre otros, con dos factores: la cantidad de inóculo y la dirección de los vientos en los períodos de producción de esporas de roya en el norte.

La magnitud del problema dependerá de varios factores que tendrán que ser investigados, por ejemplo el comportamiento de las variedades, efecto de las fechas de siembra, presencia de hospedantes alternativos, y condiciones ambientales en cada región. Algunos de estos aspectos recién podrán estudiarse una vez presente la enfermedad en cada zona.

V) ¿CUALES SON LAS FORMAS DE CONTROL DEL PATÓGENO?

El logro de resistencia frente a este patógeno sería, sin duda, el camino más eficiente para hacer frente a esta enfermedad. Actualmente no se tiene certeza de la existencia de variedades con resistencia total a la roya asiática detectada en el continente africano y en Sudamérica (Rossi, 2003). Al respecto, hay que tener en cuenta que el patógeno presenta una alta especialización fisiológica ya que se han detectado diferentes razas del patógeno, llegando a diferenciarse en Tailandia unas 45 razas (Yang, 2003). Esto conspira contra la estabilidad y durabilidad de la resistencia.

Hasta que se puedan obtener variedades resistentes, sólo queda estar alerta y preparado para reconocer los síntomas de la enfermedad y llevar a cabo algunas prácticas culturales que pueden ser de valor dentro de un programa de manejo integrado de la roya:

VI.a) Control de Malezas: El hongo vegeta en tejidos vivos, no en rastrojos, habiéndose citado más de 95 especies (Alvarez, 2002), 31 de las cuales son leguminosas correspondientes a 17 géneros diferentes (MacBride, 1998), que actúan como hospedantes. Por esta razón, un buen control de malezas puede reducir los niveles de inóculo de una campaña a otra. Una maleza en especial, llamada vulgarmente “kudzu” correspondiente al género *Pueraria*, muy común en áreas cálidas y húmedas (MacBride, 1998; Ono et al, 1992) es el hospedante “preferido” por el hongo. Afortunadamente, esta especie no tiene amplia difusión en el país, sí se la ha detectado en Misiones, en donde se la utiliza como forrajera para la alimentación del ganado.

VI.b) Nutrición y Estado del cultivo: Plantas bien nutridas se encuentran en mejores condiciones para hacer frente a la enfermedad. Al parecer, buenos niveles de fósforo en el suelo contribuye a disminuir la incidencia de la roya.

VI.c) Control Químico: Es el método más utilizado para el manejo de esta enfermedad ya que aplicaciones tempranas reducen la carga de esporas en las hojas inferiores protegiendo las medias y superiores. En los países en los cuales el hongo provoca daños, se realizan aplicaciones de funguicidas tales como los de contacto (mancozeb y otros), los triazoles (cyproconazole, tebuconazole, difenoconazole, epoxiconazole, etc.) y las estrobilurinas (azoxistrobina, pyraclostrobin, y trifloxystrobin).

Bibliografía citada

- Alvarez, M. 2002.. Informe Preliminar sobre Roya de la Soja. Cátedra de Fitopatología, FCA-UNNE. <http://www.sinavimo.gov.ar>
- Animal And Plant Health Inspection Service (APHIS), 2002. NPAG DATA: *Phakopsora Pachyrhizi* Australasian Soybean Rust. <Http://www.aphis.usda.gov>
- Animal And Plant Health Inspection Service (APHIS), 2002. Staregic Plan to Minimize the Impact of the Introduction and Establishment of Soybean Rust on Soybean Production in the United States. <Http://www.aphis.usda.gov>
- Gatti, H. 2003. Dirección de Cuarentena Vegetal. SENASA: Comunicación personal 20/01/03.
- Ivancovich, A. y Botta, G. 2002. La roya de la soja en la Argentina. EEA Pergamino. Pergamino Revista de Tecnología Agropecuaria. Diciembre 2002.
- MacBride, J. 1998. Heads up for Soybean Rust. Agric. Research. <Http://www.ars.usda.gov/is/Ar/archive/jul98>
- Morel Paiva ,W. 2003. Current status of Soybean Rust in Paraguay. Primer Workshop Panamericano de la Roya de la Soja. Misiones, Argentina.
- Ono, Y., P. Buriticá, and J.F. Hennen. 1992. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. Mycol.Res. 96:825-850.
- Ploper, L.D. e Ivancovich, A. 2002. Roya de la soja. ¿Una nueva amenaza para el país? Buenos Aires, BASF Argentina.
- Ploper, L.D., y Devani, M. 2002. La roya de la soja: principales aspectos de la enfermedad y consideraciones sobre su manejo. Páginas 51-55 en: Soja en Siembra Directa. AAPRESID.
- Reese, E. 2002. Brazil Researchers Seek Disease-Resistant Soybeans. Iowa Grain Quality Initiative. <Http://www.extension.iastate.edu/Pages/grain>
- Rossi, R. 2003. (NIDERA SEMILLAS). Comunicación personal 16/01/2003.
- Rossi, R.L. 2003. First report of *Phakopsora pachyrhizi*, the causal organism of soybean rust in the Province of Misiones, Argentina. Plant Disease 87(1):102.
- Sinclair, J.B. and Hartman, G.L. (eds) 1995. Proceedings of the Soybean Rust Workshop. National Soybean Research Laboratory Publication N° 1, Urbana, Illinois. EEUU.
- Vello, N.A., Brogin, R.L. y Arias, C.A.A. 2002. Estrategias de melhoramento para o controle da ferrugem da soja. Paginas 188-196 en: Anais do II Congresso Brasileiro de Soja e Mercosoja 2002. Foz do Iguazú. PR. Brasil
- Yang, X B. 2003. Current Status of Soybean Rust in Asian Continent. Primer Workshop Panamericano de la Roya de la Soja. Misiones, Argentina.
- Yang, X.B. 2002. Soybean rust: Epidemiology and Management. IN: Anais do II Congresso Brasileiro de Soja e Mercosoja 2002. Foz do Iguazú. PR. Brasil.
- Yorinori, T. ; Morel Paiva, W.; Costamilan, L.; & Bertognolli, P.2003. Ferrugem da Soja: Identificação e controle. Documentos 204. Londrina, PR
- Yorinori, T. 2003. Current status of Soybean Rust in Brasil. Primer Workshop Panamericano de la Roya de la Soja. Misiones, Argentina.