

ROYA ASIÁTICA DE LA SOJA : CARACTERIZACIÓN DE EPIDEMIAS , MONITOREO, SUPERVIVENCIA, MANEJO Y PERSPECTIVAS FUTURAS EN ARGENTINA

Marcelo A Carmona Ing. Agr. M Sc Prof. Asoc. Cátedra de Fitopatología. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires.

Grupo integrante del plan Roya de la soja en la UBA:

Marcela Gally Ing. Agr. JTP Cátedra de Fitopatología. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires.

Silvia López: Dra. Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas. UBA

Pasantes y tesis de la FAUBA (Ing. Agr. **Sautua, Francisco, , López Achaval, Pedro, Abello Andres**)

Generalidades

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

- ☞ Presentar diminutas lesiones o manchas ,
- ☞ Su facilidad de confusión con otras frecuentes en el cultivo (ej. bacteriosis, mancha marrón)
- ☞ Estar oculta entre hojas inferiores generando defoliación
- ☞ Generar sus pústulas principalmente en el envés de las mismas
- ☞ Ser distintiva únicamente con lupas de al menos 20 aumentos

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

Caracterización de la Campaña 2003-2004 (Carmona, Gally y López, 2005)

En esta campaña y con la finalidad de caracterizar patométricamente la enfermedad y describir morfológicamente su agente causal, se realizaron recorridos en las localidades de Las Lajitas y Tolloche (Salta), Quimili y La Paloma (Santiago del Estero) y Pinedo, Gancedo , Charata (Chaco). Los síntomas y signos típicos de la roya (lesiones y pústulas) aparecieron mezclados con los de bacteriosis (*Pseudomonas* y *Xanthomonas*) , tizón por *Cercospora kikuchii*, mildew (*Peronospora manshurica*), y mancha marrón (*Septoria glycines*).

Para realizar los estudios patométricos, se efectuaron muestreos en tres lotes de diferentes provincias: 1) Chaco M1 (Charata, estado fenológico: R6); 2) Santiago de Estero M2 (La Paloma, R6-R7) y 3) Salta M3 (Tolloche, R5.5). Para la observación y constatación de la enfermedad fue utilizada una lupa de 20 X. Se determinó la incidencia en plantas y hojas, y la severidad promedio en los folíolos centrales de 20 plantas por lote. Para efectuar el muestreo se recorrió los cuatro lados de los lotes, evitando borduras, y se extrajeron al azar, de 20 en 20 pasos, 5 plantas por lado. Las plantas fueron cortadas al ras del suelo, dejando las raíces y removiendo sólo la parte aérea. Se eliminaron las ramificaciones, conservando únicamente el tallo principal como unidad muestral , el cual se dividió en tres tercios para la cuantificación. La incidencia en plantas y en hojas fue para

todos los casos del 100 %. El tercio inferior se encontraba en parte desfoliado, y con hojas cloróticas. La severidad promedio (incluyendo clorosis) de cada tercio, fue para la M1: 45%, 20 % y 10% para el tercio inferior, medio y superior respectivamente, de 60 %, 40% y 25% para la M2 y de 25 %, 15% y 10% para la M3.

Caracterización del patógeno en laboratorio: Se determinó el número de urediniosoros por cm² y por lesión (conteo al azar y bajo lupa de 40 x en los folíolos del tercio inferior) y se midieron las urediniosporas y las teliosporas.

El número de urediniosoros por lesión y por unidad de superficie se detalla en el siguiente cuadro .

Número de pústulas urediniosóricas por lesión y por cm² (promedio y rango) en las diferentes localidades muestreadas

Localidad	Pústulas urediniosóricas/lesión	Pústulas urediniosóricas/cm ²
Charata	6 (1 a 15)	156 (88 a 200)
La Paloma	5 (1 a 13)	172 (128 a 232)
Tolloche	3 (1 a 5)	120 (72 a 212)

El tamaño de las urediniosporas fue de: 27 μ m (25-30) de largo; x 18,5 μ m (16-22) de ancho. Las medidas coinciden aproximadamente con las citadas por diversos autores.

Los teliosoros aparecieron mezclados en forma de costra entre los urediniosoros con teliosporas dispuestas en empalizada de: 23,8 μ m (19-27) de largo x 9 μ m (8-11) de ancho, medidas que concuerdan aproximadamente con las publicadas por Ono et al (1992). Todas las estructuras fueron medidas y fotografiadas bajo lupa estereoscópica, microscopio óptico y electrónico de barrido.

Conclusión de la campaña 2003/04

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

El crecimiento de la roya de la soja en el 2004 puede ser considerado de carácter epidémico, ya que de focos aislados que se venían detectando, la enfermedad creció en tiempo y espacio (aunque tardíamente) sobre varios lotes comerciales de soja.

Por primera vez se confirma el desarrollo de teliosporas en plantas de soja bajo condiciones naturales en América del Sur.

Caracterización de la Campaña 2004-2005 ** Diferencias con la anterior campaña.

Durante el año 2005 el patrón de distribución de la enfermedad se modificó. Los lotes afectados fueron más frecuentemente encontrados en el NEA y especialmente en Entre Ríos y Santa Fe (que mostraron la mayor prevalencia). Asimismo en este año, la roya también fue detectada por primera vez en la provincias de, La Pampa, Córdoba y Buenos Aires, indicando **una nueva conquista geográfica (Figuras 1 y 2)**. Las principales diferencias al comparar la campaña 2003-2004 vs 2004-2005 pueden resumirse seguidamente: 1) la aparición de la enfermedad se oficializó más tempranamente en relación con la campaña anterior (aproximadamente 40-45 días antes), 2) los principales focos de dispersión de la enfermedad durante 03/04 se registraron en el NOA y luego en el NEA mientras que este año la enfermedad se hizo más prevalente en el NEA y Entre Ríos y

Sta Fe principalmente, 3) las provincias de Buenos Aires y Córdoba no habían sido declaradas con enfermedad y en la presente campaña han sido denunciadas con varios lotes infectados, 4) en la campaña 04/05 el nivel de infección (número de lesiones y pústulas por cm^2) parece ser más bajo que la campaña precedente (datos en proceso de cuantificación**), exceptuando algunos lotes que mostraron alta intensidad de ataque.

En muchos de los casos detectados, el nivel de intensidad de ataque del 04/05, no fue grave encontrándose generalmente, un bajo número de pústulas por hoja. Además, el estado de los cultivos de la soja de primera siembra estaban avanzados lo que no generó daños de importancia al igual que en el 2004.

El bajo nivel de infección podría explicarse entre otros motivos por: 1) las condiciones de sequía y altas temperaturas ocurridas en algunas regiones de Brasil y Paraguay y parte de Bolivia cercanas a la Argentina que no fueron conducentes para graves infecciones y consecuentemente tampoco para una alta producción de inóculo regional. Es importante recordar que para que se complete el proceso de infección es necesario al menos 7 hs de mojado foliar y temperatura entre 10 a 29 C, ya que sin el mojado y con temperaturas debajo de 10 C° o por encima de 29 C° el proceso se paraliza, 2) por la propia sequía ocurrida en el NEA y NOA de nuestro país durante los primeros meses del 2005 que evitó condiciones para la infección generando una segunda “barrera climática”, fue de aproximadamente 22 C°) (por ejemplo la temperatura mínima en La Lajitas durante febrero 3) por la limitada supervivencia del hongo en nuestro país (No hay doble cultivo de soja en el año como en Brasil o Bolivia, y sólo se encontraron plantas guachas de soja infectadas sólo hasta julio-agosto siendo el kudzú en Misiones el único hospedante perenne secundario importante), y 4) por el alto nivel de adopción de uso fungicidas en Brasil Paraguay y Bolivia esa región que actuaría probablemente bajando la carga del inóculo macro-regional.

****OBS:** Al tiempo de realizar este trabajo, la campaña se encuentra aún sin terminar en varias regiones, por lo que los datos aquí presentados son preliminares.

Características del sistema de monitoreo 2004-2005

El sistema de monitoreo oficial (INTA, Estación Experimental de Obispo Colombes, Universidades Nacionales y organismos privado (Universidades, laboratorios, asesores y empresas) resultó exitosa, permitiendo analizar una gran cantidad de muestras para realizar la detección y seguimiento de la enfermedad. En la página del Sinavimo (www.sinavimo.gov.ar) se actualizaba periódicamente las detecciones de la enfermedad. Las principales dificultades con las que se debieron enfrentar los monitores resultaron ser: 1) La correcta visualización y confirmación de la enfermedad ante bajos niveles de infección (a veces con muy pocas pústulas evidentes), 2) La necesidad de realizar numerosas cámaras húmedas y analizar numerosas muestras, 4) Las dificultades para generar una escala patrón de intensidad de ataque que sirviera de modelo único y común para todos los monitores, 4) La necesidad de satisfacer rápidamente las sospechas de varios productores y asesores, y 5) La presencia de otros síntomas y adversidades (síntomas de sequía, insectos, intensos ataques de trips, otras enfermedades presentes etc). En algunas ocasiones el bajo nivel de enfermedad y el estado fenológico avanzado, llegó a determinar que algunos lotes que habían dado inicialmente positivos, al ser monitoreados posteriormente, fue muy difícil re-encontrar la infección. Sin embargo en algunos lotes la intensidad de ataque fue muy severa. Por ejemplo en un campo en Villaguay (Entre Ríos) alcanzó en promedio 160 pústulas / cm^2 de folíolo (en la parte superior) y de 183 pústulas / cm^2 con un rango de 365 a 54 pústulas / cm^2 (parte inferior). De la misma forma en Gral Vedia (Chaco) (**Figuras 3 a y 3 b**) a 40 km de Paraguay la intensidad fue de: 326 pústulas / cm^2 con un rango de 577 a 39 pústulas / cm^2 . En este último lote, el patógeno además de mostrar un muy severo ataque, la esporulación fue extremadamente abundante incluso hasta R7 (**Figura 4**).

El aspecto más saliente para destacar es que ha quedado demostrado que el monitoreo es el fundamento del control racional de la roya asiática (Figura 5). Por qué? Porque el monitoreo siempre será necesario para: 1) Conocer la ausencia o presencia de la enfermedad, 2) Realizar cámaras húmedas 3) Realizar las aplicaciones (con o sin síntomas), 4) Evaluar el efecto de control del fungicida 5) Determinar la residualidad del fungicida, 6) Cuantificar la re-infección, 7) Analizar la necesidad de más aplicaciones, 8) Evaluar la técnica de aplicación y 9) Analizar el comportamiento de variedades.

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

Supervivencia durante 2004-2005 de la roya en nuestro país: El caso del kudzú (Carmona, Fortugno y López, 2005 UBACyT G020) **(Figura 6)**

La principal forma de supervivencia de *P. pachyrhizi* en Argentina se encuentra en plantas guachas de soja y plantas de kudzú presentes en la provincia de Misiones. Para caracterizar patométricamente a la enfermedad y describir morfológicamente el agente causal en kudzú, se recolectaron hojas al azar, de la parte media inferior y superior de plantas de kudzú en la Localidad de Cerro Azul (Misiones) en enero 2005. Se determinaron el N° de urediniosoros / lesión, y el N° de lesiones y urediniosoros / cm² bajo lupa de 20 y 40 X. El número de lesiones promedio por cm² fue de 14 (4-22), urediniosoros por lesión 3 (1-10) y urediniosoros por cm² 24 (5-78). Los folíolos del sector inferior presentaron mayor intensidad de ataque, con un número promedio de lesiones / cm² de 16 (4-22); con 3 urediniosoros / lesión (1-10) y con un promedio de urediniosoros / cm² de 55 (42-78) El tamaño de las urediniosporas fue de: 22,7 μm (17.5-26.3) de largo; x 18.4 μm (12.5-22.5) de ancho. De acuerdo con estos resultados, se concluye que el kudzú constituye un hospedante secundario que es severamente infectado más temprano que los cultivos comerciales de soja y que por lo tanto podría haber cumplido eficientemente su función como fuente de inóculo. Las urediniosporas e intensidad de ataque en kudzú fueron semejantes a las encontradas en plantas de soja en la campaña 2003-2004.

PONER LA FIGURA DEL CICLO DE LA ENFERMEDAD

Manejo integrado de la enfermedad y uso de fungicidas

Los productores y asesores no están acostumbrados a enfrentarse con una enfermedad de inusuales características como las que presenta la roya asiática. Por eso nos obliga a cambiar la "mirada" sobre el cultivo: se debe abandonar la idea de seguir haciendo soja en forma rústica y por lo tanto se hace necesario adoptar nuevas técnicas de monitoreo, de diagnóstico y de aplicación de fungicidas. Las medidas de control incluyen: Capacitación, siembras de ciclos cortos, manejo de plantas guachas, monitoreo sistemático, y control químico. Los fungicidas recomendados son las estrobilurinas, triazoles y sus mezclas. La decisión de aplicar es a los primeros síntomas y / o cuando la cámara húmeda haya anticipado el diagnóstico de campo o cuando se hayan reportado en regiones cercanas a sus lotes y se registren condiciones ambientales favorables que aseguren al menos 7-10 horas de mojado foliar con temperaturas promedio aproximadas de 22 C°.

La eficiencia de los fungicidas será mayor cuanto más temprano realice la detección. Por eso durante el monitoreo incluya la posibilidad de realizar cámaras húmedas para adelantar el

diagnóstico. La clave es estar **atento** al diagnóstico **y a tiempo** en el control. Las medidas de recomendación deberán ser mejoradas y elaboradas en función de criterios técnicos establecidos en base a estudios nacionales de la epidemiología, predicción microregional de la enfermedad y el retorno económico (umbral de daño económico o de decisión). Es conveniente que se informe muy periódicamente sobre el status de la presencia de la enfermedad en las diferentes regiones.

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

Experiencias en el uso de fungicidas en Argentina

En algunos lotes y a pesar de los ataques tardíos registrados en numerosos casos, muchas compañías e Institutos públicos pudieron llevar a cabo ensayos para la evaluación de eficiencia de fungicidas. A modo de ejemplo durante la presente campaña, se evaluaron dos ensayos: uno en Villaguay y otro en Gral Vedia en los mismos lotes con alta infección previamente citados. Se utilizaron triazoles y mezclas de triazoles con estrobilurinas. Si bien actualmente están en evaluación, las diferencias de los tratamientos aplicados a los primeros síntomas versus el testigo son altamente significativos demostrando la eficiencia de varios de ellos en el control de la enfermedad. A modo de ejemplo en el ensayo de Villaguay, el testigo en la parte inferior de las plantas mostró 183 pústulas/cm² de folíolo mientras que los tratados en promedio fue de 40-50 pústulas/cm² en la parte inferior y de 30 en la parte superior. En Chaco las diferencias fueron aún más debido a que el testigo mostró 326 pústulas/cm² en promedio y los tratados de 3 a 25 pústulas/cm² (**Figura 7**). Estas últimas pústulas fueron oscuras sin esporulación, indicando la acción fungicida. Se continúan evaluando ahora los rendimientos obtenidos y porcentajes de control para cada tratamiento.

Perspectivas y necesidades futuras

Desde el punto de vista fitopatológico y según el triángulo de la enfermedad, la roya ocurrirá cuando: 1) el hospedante susceptible sea cultivado, (este vértice estará seguro presente ya que es una decisión del productor guiado por la rentabilidad, 2) el inóculo estuviera disponible y 3) cuando ocurriese un ambiente favorable para la infección. Tanto la producción de inóculo y como las condiciones ambientales para la infección dependerá del año particular que se registre, pero tal como se viene registrando la detección de la enfermedad en nuestro país (Córdoba y Buenos Aires fueron ahora afectadas), es probable que la roya asiática siga expandiéndose en la región sojera. La intensidad de su ataque estará regulada especialmente por la humedad relativa y temperatura (para la producción de esporas), horas de mojado, temperatura y oscuridad (para la infección), y viento (para la diseminación) que se registren durante la estación de crecimiento en la región del MERCOSUR y en las regiones sojeras de nuestro país. De acuerdo a esta variabilidad, algunas zonas y lotes podrán estar más afectadas en función de la variabilidad climática y cercanía del inóculo, o de lo contrario, podrán estar recibiendo la enfermedad hacia el fin de ciclo tal como sucedió en 2004. Regiones donde se presenten sequías y/o temperaturas por encima de 30°C probablemente tendrán bajos niveles de ataque. Esto indica que el monitoreo y la capacitación deben continuar intensificándose en las próximas campañas. En relación a las tareas de investigación, (Carmona, Gally y López, 2005), la expansión de la soja en nuevas regiones y la aparición de la **RAS** en Argentina han generado una expectativa inédita acerca del uso de fungicidas que debería ser orientada con resultados de experimentación e investigación. Por eso, la generación de conocimiento e información acerca de la intensidad de ataque, caracterización morfo-funcional del patógeno, supervivencia (función de las teliosporas?), epidemiología,

umbrales, daños y pérdidas, y la efectividad de los tratamientos en soja, fortalecerá el criterio para tomar decisiones de manejo racionales y sustentables. Especial énfasis deberá prestarse a la determinación del momento crítico para la aplicación de fungicidas, la relación ambiente-enfermedad para lograr un modelo predictivo microregional, y al comportamiento varietal en miras de obtener tolerancia o resistencia en los genotipos. Finalmente el uso masivo y reiterado en todo el mundo de fungicidas de los grupos de las estrobilurinas y triazoles para combatir la enfermedad, debe requerir mayor atención dentro de la investigación por el probable riesgo de generación de resistencia por parte del hongo.

Bibliografía

Carmona, M., Fortugno, C. y López, P. Características morfológicas y patométricas de *Phakopsora pachyrizi* en kudzú (*Pueraria lobata*). Actas del XII Congreso Latinoamericano de Fitopatología y III Taller de Fitopatología . 19 al 22 /04 /05 Villa Carlos Paz Córdoba, 2005.

Carmona, M. Gally y López, Silvia Proyecto de investigación y extensión sobre la roya asiática de la soja *Phakopsora pachyrizi* en la Universidad de Buenos Aires Actas del XII Congreso Latinoamericano de Fitopatología y III Taller de Fitopatología . 19 al 22 /04 /05 Villa Carlos Paz Córdoba, 2005.

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

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

Ono, y.; Buritica, p. & Hennen, J.F. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella*, and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. Mycol. Res. 96:825-850, 1992.

Ploper, D. Presencia de la roya de la soja en la región del Noroeste argentino. Propuestas para su manejo, II Seminario Internacional de soja. XII Congreso de AAPRESID, pp 275-282, 2004

Reis, E. M & Carmona, M. Roya de la soja. Diagnóstico epidemiología y manejo. Revista Producción Agroindustrial del NOA. Número 146, pp 36-41 enero de 2004.