

EL PRONÓSTICO CLIMÁTICO DE ATAQUE DE LA ROYA ASIÁTICA DE LA SOJA

ING AGR EDUARDO M. SIERRA
CONVENIO FAUBA / CLIMAGRO

Palabras Clave: roya, soja, pronóstico, clima, Sudamérica

El Clima y el Avance de la Roya Asiática sobre el Área Sojera Sudamericana

La roya asiática es una enfermedad fúngica causada por la especie *Phakopsora pachyrhizi* cuya virulencia es altamente destructiva, estando íntimamente ligada a condiciones climáticas favorables (Sinclair y Hartman, 1995).

El alcance geográfico (Pivonia y Yang, 2004) logrado por esta enfermedad en los últimos años pone de manifiesto una gran capacidad de adaptación de *P.pachyrhizi* a los límites ambientales. No obstante, el desarrollo de la enfermedad requiere de ciertas condiciones climáticas para que se cumplan las diferentes etapas de la patogénesis, como son la germinación de uredinosporas, penetración, incubación e infección.

La principal vía de propagación de la enfermedad es a través de las esporas (uredinosporas) las cuales son fácilmente transportadas por el viento (Yang, 2002) a grandes distancias de varios miles de Km.

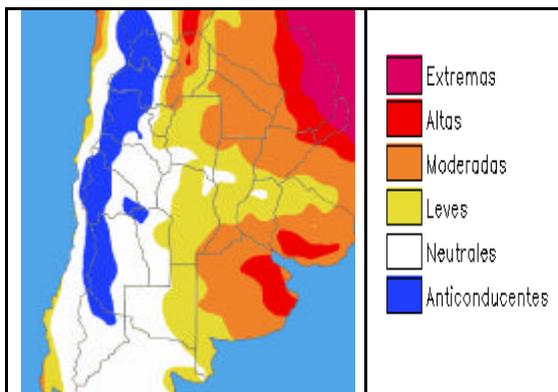


Figura 1 Condiciones climáticas para el ataque de la roya asiática de la soja en La Argentina del 18 al 24 de Marzo de 2006.

En los últimos años la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) de la soja se ha difundido a gran velocidad en el continente Sud Americano, especialmente en Brasil, Paraguay y Bolivia, donde la enfermedad encuentra condiciones climáticas favorables y hospedantes durante todo el año (APHIS Project, 2002).

En cambio, en las áreas sojeras de La Argentina y el Uruguay en las que, durante el período frío y seco que va de Mayo a Septiembre, el patógeno no encuentra condiciones climáticas favorables ni suficientes hospedantes, su avance ha quedado detenido, sin lograr una plena penetración.

A fines de la campaña 2003/2004 ingresó en el noreste argentino (Rossi, 2002), pero no logró producir problemas significativos debido a que la sequía observada durante la última parte del verano y el comienzo del otoño generó condiciones poco conducentes para el desarrollo de la enfermedad.

Durante la mayor parte de la campaña 2004/2005, la sequía que afectó al norte de La Argentina y al sur del Brasil actuó como una barrera contra el avance de la enfermedad.

Hacia mediados de Marzo de 2005, las condiciones se hicieron favorables para la aparición del patógeno pero, aunque se hicieron numerosas detecciones, los ataques de importancia fueron muy escasos debido, probablemente, a que los lotes estaban llegando mayoritariamente al fin de su ciclo.

No obstante, ello representó la entrada de la enfermedad en el territorio argentino y, gracias a las especiales condiciones climáticas observadas durante el invierno y la primera parte de la primavera, su presencia pudo afirmarse con vigor durante los meses siguientes.

Debido a ello, la campaña sojera 2005/2006 comenzó con una presencia de inóculo de la roya asiática mucho mayor que en las campañas anteriores. A ello se sumó que, tanto el área sojera de Bolivia, que en los episodios de “La Niña” recibe lluvias superiores a lo normal, como las zonas sojeras del norte y centro del Brasil desarrollaron la enfermedad en forma temprana y vigorosa, proveyendo abundantes fuentes de inóculo, que los vientos predominantes del norte llevaron hacia las zonas sojeras más meridionales.

Sin embargo, la sequía y las altas temperaturas, causadas por el desarrollo de un episodio débil de “La Niña”, que predominaron durante la primavera de 2005, tanto en el área sojera de La Argentina como en las de Bolivia, Paraguay y el sur del Brasil pusieron, nuevamente una barrera al desarrollo de la enfermedad. Aunque se hicieron numerosas detecciones de esporas, los ataques de consideración fueron raros.

A fines de Diciembre, el fenómeno de “La Niña” se disipó rápidamente, permitiendo la activación de las lluvias en las zonas sojeras del sur, pero el proceso fue lento e irregular. Las rachas de lluvias se alternaron con lapsos secos y muy cálidos, de manera que el progreso de la enfermedad fue despajejo.

Sólo en el sur del Brasil el avance de la enfermedad fue rápido y se produjeron ataques severos. En el Paraguay, el Uruguay y la mayor parte del área sojera argentina, el cambio a condiciones favorables para la enfermedad llegó demasiado tarde para que ésta bgrara afirmar su presencia.

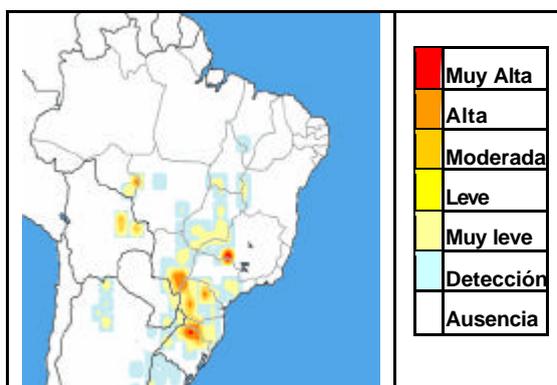


Figura 2 Difusión de la roya asiática de la soja en el territorio del Brasil al 17 de Marzo de 2006.

Es notable que, aún en el Noroeste Argentino, donde el retorno de las lluvias se produjo en forma temprana durante Diciembre de 2005, al mismo tiempo que la cercanía del área sojera de Santa Cruz proveyó un abundante flujo de inóculo, el avance de la enfermedad fue tardío y poco vigoroso.

Esto pone en evidencia que la penetración de la enfermedad en zonas donde no encuentra condiciones favorables para pasar el invierno parece ser bastante dificultosa. Una prueba de ello se tuvo con lo observado durante la campaña sojera de 2005 en los EE.UU., en la que los lapsos de sequía

registrados durante la primera parte del ciclo de los lotes parecieron obrar como una efectiva barrera para la entrada del patógeno (USDA, 2005 y 2006).

No obstante, sería prematuro adelantar conclusiones definitivas sobre las posibilidades de entrada de la enfermedad en La Argentina, donde constituye un peligro potencial de consideración (Ploper e Ivancovich, 2002; Ivancovich y Botta, 2002), pudiendo extrapolarse dicha prevención a la zona sojera del oeste del Uruguay, que presenta condiciones muy similares a las de la zona núcleo argentina. Un episodio temprano de “El Niño” podría proveer las condiciones necesarias para que el patógeno continúe su desarrollo durante el período otoño-invernal y llegue a la primavera con suficiente presencia como para causar ataques de consideración.

El Desarrollo de un Sistema de Pronóstico Climático para el Control de la Enfermedad

Debido a la falta de cultivares con resistencia genética (Vello et al, 2002), actualmente los controles dependen básicamente de la detección temprana de la enfermedad y la aplicación correcta de fungicidas foliares.

Un atraso en la aplicación, puede acarrear una reducción en la productividad, cuando surgen los síntomas la planta ya utilizó parte de su metabolismo en su defensa, el patógeno ya mató células vitales para la planta y las esporas producidas estarán disponibles para ciclos secundarios de la enfermedad, de esta forma la tasa de progreso de enfermedad aumenta aumentando así la patogénesis.

Estas circunstancias hicieron necesario implementar un sistema de alerta de ocurrencia de condiciones climáticas favorables para el desarrollo del hongo, constituyendo una nueva herramienta adicional para la toma de decisiones en el manejo integrado de esta enfermedad. El proyecto, que incluye el seguimiento y pronóstico de la enfermedad en Bolivia, Paraguay, Brasil, Uruguay y La Argentina fue hecho posible gracias al otorgamiento de un subsidio de investigación por parte de BASF Argentina a la Fundación Climagro, que hizo posible su desarrollo y operación durante las campañas sojeras 2004/2005 y 2005/2006.

Para el desarrollo del modelo, se tomó en cuenta que la germinación de las esporas ocurre con temperaturas entre 8 y 36 °C, con un óptimo entre 16 y 24 °C, y con un mínimo de 6hs de rocío o mojado foliar. La infección se manifiesta por la presencia de pústulas uredinosóricas que también requieren de un mínimo de 6hs de rocío y temperaturas entre 11 y 28 °C, con un óptimo entre 19 y 24 °C. Con temperaturas de 22 y 27 °C, los uredinosoros maduran 6 a 7 días después de la infección. La producción de esporas por pústulas puede ser continua durante 3 semanas y pueden sobrevivir, aproximadamente, hasta 50 días fácilmente diseminadas por el viento.

La roya asiática es un hongo policíclico, es decir, que durante el ciclo del cultivo se pueden producir entre 4 a 5 generaciones del patógeno, bajo condiciones ambientales favorables. Con altas temperaturas y tiempo seco, la evolución de la enfermedad es más lenta.

La continuidad de los ataques se ve favorecida debido a la persistencia del patógeno en lotes de soja cultivados en invierno como así también a la presencia de hospedadores alternativos, por ejemplo, Kudzu (*Pueraria lobata*), trébol (*Melilotus sp.*), lupino (*Lupinus hirsutus*), poroto (*Phaseolus vulgaris*), caupi (*Vigna unguiculata*), etc.

Dado que los mejores controles de la enfermedad se dan cuando los mismos se realizan de manera preventiva, se elaboró un sistema de índices predictivos que permiten conocer, con una antelación de seis días, si se darán las condiciones climáticas óptimas para el desarrollo del patógeno.

La elaboración de este sistema de monitoreo agroclimático se basó teniendo en cuenta las condiciones de temperatura y humedad relativa ambiente favorables para la germinación de las esporas y su posterior infección. Mediante el sistema GRADS se procede a contar la cantidad de horas en que las condiciones meteorológicas se mantendrán dentro o fuera de dicho rango. De esta manera, se elabora un "índice de confort" que indica la cantidad de horas disponibles para la germinación y desarrollo de las esporas.

En forma complementaria se calcula un "índice de estrés", que cuantifica la cantidad de horas en que las condiciones no son aptas (demasiado frías o demasiado cálidas, o demasiado secas) para el desarrollo de la enfermedad. La finalidad de este índice es observar la ocurrencia de condiciones desfavorables, capaces de impedir la germinación de las esporas y de destruirlas en caso de que logren alcanzar gran intensidad o prolongarse por mucho tiempo.

Una vez calculados ambos índices se elabora un “índice combinado” que surge de restar las horas de confort a las horas de estrés que se esperan que ocurran durante el período que abarca el pronóstico de ataque, y se elabora el mapa correspondiente, empleando una escala que expresa la cantidad de horas en que las condiciones ambientales son favorables para el ataque de la enfermedad.

Dicho mapa (Figura 1) se incluye, junto con los correspondientes pronósticos de lluvias y temperaturas en el informe que se difunde semanalmente como parte del sistema de monitoreo agroclimático de la campaña sojera puesto en marcha.

Como complemento del mismo se incluye un mapa de difusión de la enfermedad en el cual puede observarse la presencia de la misma en las distintas regiones sojeras del Cono Sur (Figura 2)

El seguimiento de las condiciones climáticas a partir de este pronóstico es de fundamental interés para las principales áreas productoras de soja de Sud América ya que se podrá prevenir el riesgo de infección y detectar en forma temprana los posibles ataques y combatirlos eficazmente.

BIBLIOGRAFÍA

- APHIS project. 2002. Aerobiological Risk Analysis for soybean Rust. The spread of *Phakopsora pachyrhizi* (soybean rust) on soybean in South America. (<https://netfiles.uiuc.edu/ariatti/www.sbr/saap.html>)
- Ivancovich, A. y Botta, G. 2002. La roya de la soja en la Argentina. EEA Pergamino. Pergamino Revista de Tecnología Agropecuaria. Diciembre 2002.
- Pivonia, S. y Yang, X.B. 2004. Assesment of the potential year-round establishment of soybean rust throughout the world. *Plant Disease*. 88:523-529.
- Ploper, L.D. e Ivancovich, A. 2002. Roya de la soja. ¿Una nueva amenaza para el país? Buenos Aires, BASF Argentina.
- Rossi, R. First report of *Phakospora pachyrhizi* Sidow, the causal organism of Soybean Rust in the province of Misiones, Argentina. Programa Soja. Nidera Semillas S.A. Ruta 8 km 376. C.P. 2600. Venado Tuerto. Santa Fe, Argentina. *Plant Dis.*, 86:2002; published on-line as D-2002-0000-00N,2002.
- 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.
- United Status Department of Agricultural, Animal and Plant Health inspection service, 2005. Soybean rust symptoms (<http://www.aphis.usda.gov/ppq/ep/soybean-rust/detection5.html>)
- United Status Department of Agricultural, Animal and Plant Health inspection service, 2006. Early detection on soybeans plants. (<http://www.aphis.usda.gov/ppq/ep/soybean-rust/detection.html>)
- Vello, N.A., Brogin, R.L. y Arias, C.A.A. Estrategias de melhoramento para o controle da ferrugem da soja. Anais do II Congresso Brasileiro de Soja e Mercosoja 2002. Foz do Iguazú. PR. Brasil. pp 188-196.
- 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.