

CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE TRES BROTES DE ROYA ASIÁTICA (*PHAKOPSORA PACHYRHIZI* SYDOW); EN EL CULTIVO DE LA SOYA *GLYCINE MAX* (L.) MERRILL EN JOVELLANOS.

**Geovany Barroso Rodríguez ⁽¹⁾, Michel Pérez Miranda ⁽²⁾,
Antonio Chinea Martín ⁽¹⁾, Marie Planells Aguilar ⁽¹⁾, Osvaldo Pérez
García ⁽³⁾, René Rodríguez Vera ⁽¹⁾, Marietta Díaz Guerra ⁽¹⁾, Yolmary
Casanova García ⁽¹⁾ y Fernando Naranjo Montes de Oca ⁽¹⁾.**

(1) Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. EPICA “Antonio Mesa Hernández”. Carretera Central. Km 156, Jovellanos, Matanzas, Cuba.

(2) Instituto Nacional de Investigaciones de Sanidad Vegetal, MINAG. C. de la Habana, Cuba.

(3) Delegación Provincial del MINAGRI. Matanzas, Cuba.

Fax: (53) (45) 812513. Tel. 812593, 812513, 813147

E-mail: pplantas@epica.atenas.inf.cu

Introducción.

El crecimiento de las áreas dedicadas al cultivo de la soya está ocurriendo de forma mucho mas rápida que el resto de las oleaginosas, de manera que desde 1993 sus áreas han alcanzado un crecimiento dos veces superior a la economía global (Goldsmith y col., 2008). Estadísticas internacionales revelan que en el mundo existe un área total de 91,4 millones de hectáreas plantadas con soya, que representan el 5,5 % del área cultivable disponible en la actualidad. La roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) es considerada la peor enfermedad, dentro de las que afectan al cultivo de la soya. En el año 2001 se informó por primera vez su presencia en el Continente Americano, cuando fue detectada en Paraguay y en el Sur de Brasil (Oeste y Norte del estado de Paraná), durante los meses de Marzo y Mayo respectivamente (Rossi, 2003). Desde aquel momento se ha diseminado por todos los países productores de soya del Continente, siendo detectada en los Estados Unidos de América (Louisiana), el 6 de Noviembre de 2004. En el 2007 se presentó en México y Canadá, por lo que algunos autores la consideran como una enfermedad global en el cultivo de la soya (Tadashi y Midori, 2008). En el año 2006 se inició en Cuba un programa para el desarrollo del cultivo de soya; a finales del 2008 y principios del 2009, se plantaron 175 ha de la variedad “Conquista” y 25 ha de la variedad “Doucrop” en la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Madan” del Municipio Jovellanos, provincia Matanzas. Hasta ese momento no estaba informada la presencia de la enfermedad en Cuba, aunque existían sospechas de la existencia del organismo patógeno, debido a su amplia incidencia y severidad en varios países del Área (INISAV, 2009). Sin embargo, hasta el mes de Marzo del 2009 no fue confirmada su presencia, según (Pérez y col., 2010), cuando aparecieron las primeras manifestaciones (primer foco) en la UEB “Madan” de Jovellanos, en un área de 50 ha de la variedad “Conquista” correspondiente a una máquina de riego, donde fue destruida totalmente la variedad por los efectos de la enfermedad, según se puede observar en las Figuras 1 y 2. Posteriormente, se registraron dos nuevos focos; uno en el mes de Abril en otra máquina de riego con la misma variedad y un tercer foco en el mes de Diciembre, en áreas de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) de Jovellanos a 2 Km de las áreas donde ocurrieron los dos primeros focos en varios experimentos y en una colección de 25 variedades que se encontraban en estudio.



Figura 1. Círculos amarillos que aparecieron en el centro del campo.



Figura 2. Plantación a los 9 días de observados los primeros síntomas y signos.

El objetivo del presente trabajo consiste en analizar el comportamiento de las variables climáticas que más pueden haber incidido en la incidencia y severidad del hongo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow en los tres focos de roya asiática detectados sobre plantaciones de soja en el municipio de Jovellanos.

Materiales y Métodos.

Los datos climáticos fueron tomados en las instalaciones de la Estación Meteorológica del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), ubicada en la EPICA Matanzas, Municipio de Jovellanos, que se encuentra a 2 Km de las áreas donde se detectaron los dos primeros focos y a 300 metros del lugar donde apareció el tercer foco de la enfermedad.

Las variables climáticas analizadas coincidieron con las que normalmente se registran en la mayoría de los países donde se ha informado la presencia de roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), debido a que no existe otro trabajo en este sentido en el país, ya que estos son los primeros brotes de la enfermedad que han aparecido en áreas de producción. Las variables climáticas temperatura del aire, humedad relativa, lluvias, nieblas y neblinas así como velocidad y dirección de los vientos, fueron estudiadas durante un período de 21 días antes de la aparición de los primeros síntomas y signos, para conocer su influencia sobre la incidencia y severidad de esta patología.

Resultados y Discusión.

Influencia de la temperatura.

La mayoría de los autores señalan que la temperatura es uno de los factores principales que inciden en el desarrollo de la enfermedad roya asiática de la soja. Partiendo de este principio, se realizó un análisis del comportamiento de las temperaturas ocurridas durante los 21 días anteriores a la aparición los tres focos de la enfermedad, detectados en Jovellanos, cuyos valores se reflejan en la Figura 3.

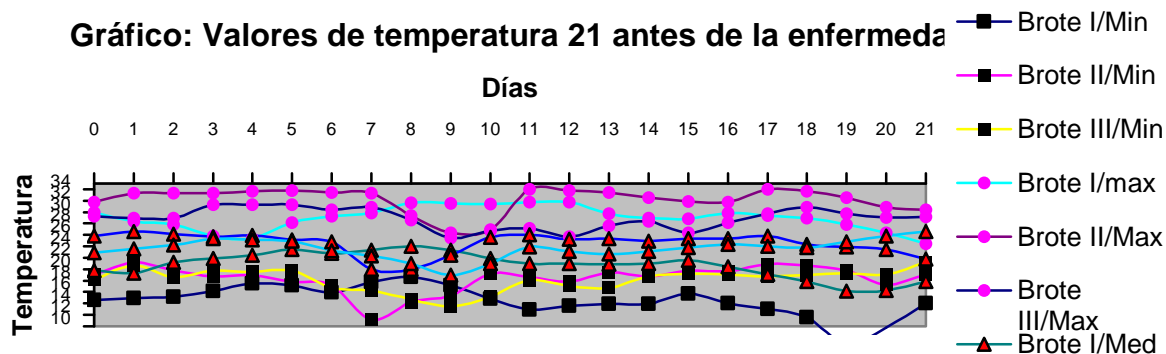


Figura 3. Temperaturas registradas durante el desarrollo de la enfermedad.

Se puede observar que la temperatura mínima, en sentido general, estuvo por encima de 10 °C y las medias fluctuaron entre 20 y 26 °C. Estos valores están en el rango óptimo para el desarrollo del organismo causal, teniendo en cuenta lo planteado por Gally (2007), quien afirmó que la temperatura mínima de germinación de las uredosporas del hongo *P. pachyrhizi* es 10 °C y la óptima es de 14 a 23 °C. Posteriormente, Tadashi y Midori (2008) plantearon que las temperaturas medias óptimas, para el desarrollo del patógeno están entre 18 y 26 °C, lo cual coincide con los resultados expuestos en el presente trabajo.

En cuanto a la temperatura máxima registrada durante el brote II, ocurrido en el mes de Abril, se registraron valores por encima de 30 °C, a lo largo de casi todo el período analizado. Estos valores por encima de 30 °C no coinciden con los informados por otros autores, ya que Gally (2007) concluyó que a 26 °C la enfermedad se reduce, significativamente, hasta que se detiene a partir de 30 °C; sin embargo, el brote II de la enfermedad se desarrolló en esas condiciones y se logró controlar con la aplicación de Domark (un triazol).

Influencia de la humedad relativa.

La humedad relativa es una de las variables que más debe ser analizada y estudiada, pues durante la época en que se realizaron las investigaciones, es evidente la necesidad de aplicar riego, debido a que coincide con el período más seco del año (Desde Diciembre hasta Abril del próximo año). Teniendo en cuenta estos elementos, fueron analizados los valores de humedad relativa durante los 21 días anteriores a la aparición de los primeros síntomas y signos del organismo patógeno, que se muestran en la Figura 4.

Gráfico: Comportamiento de la humedad relativa.

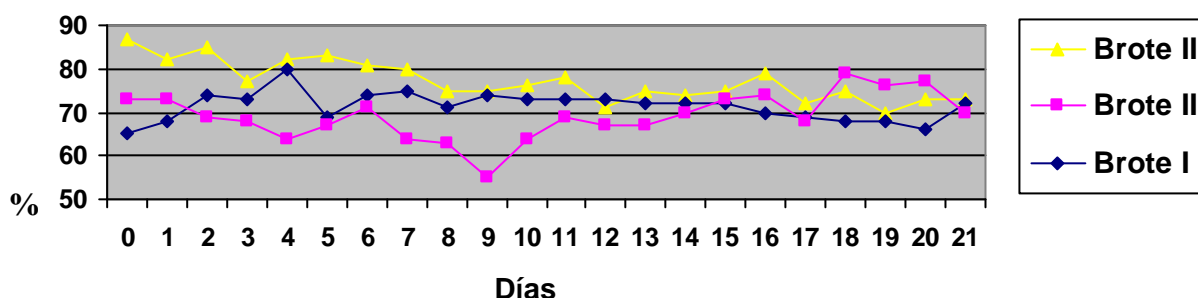


Figura 4. Valores de la humedad relativa, registrados durante los tres brotes de la enfermedad.

Los valores de humedad relativa oscilaron entre 65 y 80% en la gran mayoría de los casos, destacándose el brote II con cuatro días por debajo de 65%. Un estudio realizado “*In vitro*” para determinar la supervivencia del patógeno sobre Kudzú (Jurick, 2008) en La Florida, (EUA), puso de manifiesto que la mayor esporulación del hongo se produce en presencia de humedad relativa por encima de 60% y no tan próxima a 100%. Resultados similares en el cultivo de la soya fueron obtenidos por Bonde y col. (2006). Es importante destacar que estos valores de humedad relativa pudieron ser superiores, ya que las tres plantaciones, correspondientes a los tres brotes estudiados, tenían un intervalo de riego entre cinco y siete días, lo que provoca un incremento considerable de la humedad relativa, formándose un microclima favorable que se hace más evidente en el tercio inferior de la planta, por estar más cercano a la superficie del suelo y recibir menor incidencia de los rayos solares y el viento.

Influencia de las precipitaciones.

Durante el período analizado, no ocurrieron precipitaciones en ninguno de los tres casos, no obstante, después de hacer un análisis integral de las diferentes variables climáticas que pudieron incidir en la incidencia y severidad del patógeno, se decidió hacer un estudio de la

influencia de las nieblas y las neblinas, debido a los altos valores que mostraron durante los momentos de ocurrencia de los tres brotes.

Nieblas y neblinas.

En las condiciones climáticas de Cuba, el período de menor humedad relativa y precipitaciones más bajas coincide con la época donde prevalecen las bajas temperaturas; sin embargo, en este período las nieblas y las neblinas son muy intensas y pueden favorecer el proceso de infección, ya que por su efecto las hojas de las plantas pueden permanecer mojadas en horas de la mañana durante largos períodos de tiempo, por lo cual, fueron analizados los valores de estas variables al momento de aparición de los tres focos de la enfermedad en la localidad de Jovellanos, como se muestra en la Figura 5.

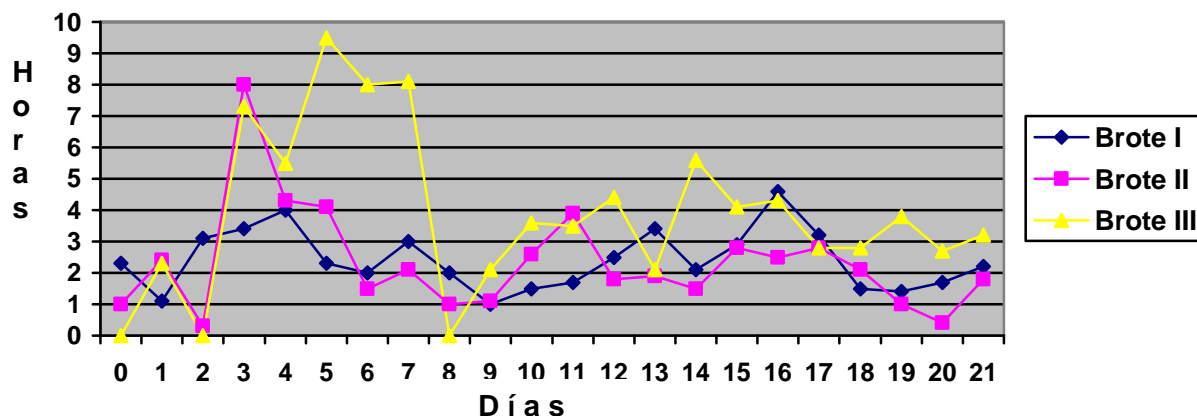


Figura 5. Comportamiento de las nieblas y neblinas antes de la aparición de la roya asiática.

En la figura anterior se puede observar que los tres momentos en que ha aparecido la enfermedad afectando al cultivo, han estado anteceditos por días con dos o más horas de nieblas y neblinas (como promedio), lo que garantizó que las plantas permanecieran mojadas durante la madrugada y primeras horas de la mañana. Las mediciones efectuadas indican que cuando estos fenómenos duran dos horas, como promedio, las hojas pueden permanecer mojadas por un período de cuatro a siete horas, en dependencia del momento en que comenzaron los mismos.

Las hojas del tercio inferior fueron las que más demoraron en secarse (cinco a siete horas), siendo las primeras en mostrar los síntomas y signos de la enfermedad. Este análisis indica que la ocurrencia de nieblas y neblinas por períodos de dos horas o más, favorecieron el proceso de infección. En este sentido, Tadashi y Midori (2008) plantean que para que se complete el proceso de infección por el hongo *P. pachyrhizi* es necesario entre cinco y siete horas de mojado foliar. Ivancovich y col. (2004) revelaron condiciones climáticas favorables para la roya asiática en el mes de enero, con períodos de más de diez días, con seis o más horas diarias con rocío continuo y temperatura máxima media cercana a 25-26°C.

Influencia de la velocidad y dirección del viento.

Diversos autores se refieren a la carencia de importancia de la velocidad y dirección del viento sobre la roya asiática; sin embargo, no asocian estas variables con los niveles de incidencia y severidad del patógeno. En tal sentido, Isakeit y Scout (2008), para estudiar la efectividad de diferentes funguicidas sobre el control de la enfermedad no tuvieron en cuenta estas variables, mientras que Gally y col. (2007) estudiando la efectividad de varios funguicidas, registraron vientos de 6 Km/ha y no asociaron este valor con el desarrollo de la enfermedad, destacando que la temperatura, la humedad relativa y el mojado foliar son las variables climatológicas que más inciden sobre la germinación de las uredosporas y la penetración del hongo al interior de los tejidos de la planta.

En el período evaluado para los tres brotes de la enfermedad se registraron velocidades del viento desde 1,3 Km/h hasta 13,6 Km/h y la dirección de los mismos fue inestable, lo que indica que las uredosporas fueron arrastradas por el viento desde los hospedantes alternativos hasta las plantaciones de soya, donde encontraron condiciones propicias para el desarrollo de la enfermedad.

Época de siembra de soya en Cuba.

La roya asiática es la principal enfermedad de la soya en el mundo y define la política del cultivo, estableciéndose los períodos de “vacío sanitario” y adecuación de la época de siembra en el momento menos favorable para el desarrollo de la enfermedad.

En Cuba, según Socorro y Martín (1992) y Pérez (2000) existen tres épocas de siembra bien definidas (Primavera, verano e invierno), teniendo como elemento esencial el comportamiento varietal y la disponibilidad de riego para las siembras de invierno.

Después de analizar las condiciones climáticas existentes durante los tres brotes de la enfermedad, se determinaron las medias mensuales de temperatura y humedad relativa de los últimos 50 años que se reflejan en la Tabla 1.

Tabla 1. Medias mensuales de Temperatura y Humedad Relativa.

Variables	U/M	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T	°C	20.1	21.7	22.8	23.9	25.6	26.3	26.8	26.8	26.2	25.2	22.7	21.8
H. R.	%	79	78	74	72	77	83	82	83	84	84	82	82

Estos valores indican que nuestro país, por ser una isla larga y estrecha, tiene una fuerte influencia del mar sobre la humedad relativa, la cual se mantiene todo el año por encima de 70% manteniendo condiciones óptimas para el desarrollo del patógeno; sin embargo, cuando analizamos las temperaturas se observa un incremento de las mismas a partir del mes de Abril y hasta el mes de Octubre, comenzando a descender nuevamente a partir de Noviembre.

En estudios realizados en la EPICA de Jovellanos no se ha observado la presencia de la enfermedad en siembras a partir de Abril; sin embargo, cuando se han realizado después del 15 de Septiembre han aparecido síntomas en Noviembre y Diciembre donde ya las temperaturas son óptimas para el desarrollo del patógeno y la planta está en período reproductivo (R3) o superior, que se considera el período de mayor susceptibilidad.

En el período (Abril-Septiembre) predominan las temperaturas por encima de 30 °C durante la mayor parte del día, siendo esta la principal limitante de la enfermedad, recordando que (Gally, 2007) plantea que a la temperatura de 26 °C la enfermedad se reduce significativamente hasta que se detiene a partir de 30 °C.

Estos resultados indican que la siembra de soya en Cuba debe planificarse para primavera y verano, en el período comprendido entre Abril y el 15 de Septiembre para evitar las afectaciones por la enfermedad, así como el incremento de la fuente de inóculo.

No recomendamos plantaciones de invierno, pero de realizarse, debe contarse con funguicidas suficientes y con capacidad de pulverización que permita en menos de 72 horas hacer una aplicación a toda el área, aunque esta actividad así como el empleo de riego en esta época del año incrementan considerablemente el costo de producción.

Conclusiones y recomendaciones.

- En el momento de los tres brotes de roya asiática las condiciones climáticas fueron óptimas para el desarrollo de la enfermedad, con temperaturas entre 10 y 26 °C, humedad relativa desde 65 hasta 80%, mientras que las nieblas y neblinas se presentaron durante dos o más horas diarias.

- Por el peligro que representa esta patología para el cultivo de la soja, se deben realizar las siembras de Abril a Septiembre y limitarlas en invierno (Noviembre - Diciembre), cuando las temperaturas son óptimas para el desarrollo del patógeno y coinciden con el período reproductivo R3, de mayor susceptibilidad de las plantas.
- Teniendo en cuenta que en Cuba no existe experiencia acumulada sobre la explotación del cultivo de la soja, se recomienda profundizar en el estudio de las características de la enfermedad roya asiática, su importancia económica y el comportamiento de los cultivares principales que se explotan en el país.

Referencias.

- Bonde, M. R., Nester, S. E., Austin, C. N., Stone, C. L., Frederick, R. D., Hartman, G. L., and Miles, M. R.** Evaluation of virulence of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia* isolates. Plant Dis. 90:708-716, 2006.
- Gally, Marcela.** Manejo integrado de enfermedades de la soja, roya asiática y enfermedades de fin de ciclo. Jornada sobre Manejo Integrado de Plagas, Enfermedades, Artrópodos y Malezas. Agronomía Informa. Fac. de Agronomía. Univ. de Buenos Aires (INTA-FAUBA), 14:42, 2007.
- Gally, T. A.; Litardo, M. C.; Cicera, I.; Golberg, S.; Ruffo, G.** Panorama de la roya asiática de la soja y enfermedades de fin de ciclo en la zona de influencia de la Universidad Nacional de Luján. www.mejorcontrol.com.ar , 2007.
- Goldsmith, P. D.; Lima Rasmussen, R.; Masuda, T.; Gastaldi, H.** A oportunidade para a produção brasileira de soja pela ótica da expansão da cultura americana de milho. Boletín de Pesquisa de soja Nº 12. Fundacao MT. Brasil, 2008.
- INISAV.** Cultivo de la soja. Capacitación para nivel de base. La Habana, p. 43, 2009.
- Isakeit, T., Scott, A.** Fungicide Treatments for Soybean Rust In Texas in 2008. AgriLifeExtension. TexasA&MSystem, 2008.
- Ivancovich, A. y Sillón, M.** Intensidad de enfermedades de fin de ciclo en soja. Departamento de Las Colonias (Santa Fe). Jornadas Fitosanitarias Argentinas, 2004.
- Jurick, W. M.; Narvaez, D. F.; Brennan, M. M.; Harmon, C. L.; Marois, J. J.; Wright, D. L. and Harmon, P. F.** Winter survival of the soybean rust pathogen, *Phakopsora pachyrhizi* in Florida. Plant. Dis. 92:1551-1558, 2008.
- Pérez, Rena.** Manual práctico para el cultivo y uso del frijol de soja. Ministerio del Azúcar. Grupo Estatal de Alimentos. CNCA, La Habana. Cuba. 27 pp., 2000.
- Pérez, V. L.; Martínez de la Paz, E.; Pérez, M. M.; Martín Triana, E. L.; Borrás, H. O. y Hernández, E. I.** First Report of Asian rust of soybean caused by *Phakopsora pachyrhizi* in Cuba. New Disease Reports. Saved by Windows Internet Explorer 8. 10:1224 -0500, 2010.
- Rossi, R. L.** First Report of (*Phakopsora pachyrhizi*), the causal organism of soybean Rust in the province of Misiones, Argentina. Plant Dis, 87:102, 2003.
- Socorro, M. A. y Martín, D. S.** Granos. Universidad Central de Las Villas. Ed. Pueblo y Educación, Cuba. 317pp., 1992.
- Tadashi, Y. J. y Midori, Yuyama Marcia.** Doencas da soja. Boletín de Pesquisa de soja Nº 11. Fundacao MT. Brasil, 2007.
- Tadashi, Y. J. y Midori, Yuyama Marcia.** Doencas da soja. Boletín de Pesquisa de soja Nº 12. Fundacao MT. Brasil, 2008.