

# Efecto de la temperatura en el periodo de latencia y producción de esporangios de *Peronospora sparsa* Berkeley en tres variedades de rosa

## Effect of temperature on the latent period and sporangia production of *Peronospora sparsa* Berkeley in three rose varieties

Sandra Gómez<sup>1</sup> y Germán Arbeláez<sup>2</sup>

**Resumen:** El alto costo y la limitada eficacia de las medidas de manejo para el mildew veloso ocasionado por *Peronospora sparsa*, determinan su importancia en el cultivo de rosas de exportación. Esta investigación tuvo como objetivo ampliar el conocimiento sobre la biología del patógeno y evaluar su relación con la temperatura y la variedad del hospedante, bajo condiciones de laboratorio. Esporangios de *P. sparsa* se tomaron de hojas de rosa afectadas y se recogieron en agua destilada estéril. Una suspensión de 30.000 esporangios/mL se utilizó para la inoculación de folíolos de rosa sanos provenientes de plantas de las variedades ‘Charlotte’, ‘Classy’ y ‘First Red’ injertadas en cada uno de los portainjertos ‘Natal Briar’ y ‘Manetti’ y como estacas. Las temperaturas evaluadas correspondieron a 10, 14, 18 y 22 °C, bajo condiciones de 12 h de luz seguidas de 12 h de oscuridad. A los 7 días de la inoculación, se estableció el índice de esporulación (IE) y se cuantificó la producción de esporangios/cm<sup>2</sup> del folíolo. Se observaron periodos de latencia más cortos en la variedad ‘Classy’, intermedios en la variedad ‘Charlotte’ y más prolongados en ‘First Red’. Temperaturas superiores a 18 °C fueron favorables para la esporulación del patógeno. ‘Classy’ fue la variedad que presentó mayor índice de esporulación, ‘Charlotte’ mostró valores intermedios y ‘First Red’ tuvo los menores índices a las cuatro temperaturas evaluadas. Las variaciones en el período de latencia y la esporulación fueron específicas, de acuerdo a la temperatura y la variedad.

**Palabras claves adicionales:** mildew veloso, ciclo de patogénesis, portainjerto, Sabana de Bogotá

**Abstract:** Expensive handling, the low efficacy of downy mildew management strategies and the strong relationship with weather conditions place great importance on this disease in producing roses for export. This research was aimed at studying the pathogen's biology to understand its relationship with temperature and host variety in laboratory conditions. Sporangia of *Peronospora sparsa* from rose leaves with sporulation were collected in sterile water. A 30,000 sporangia per millilitre suspension was used for inoculating healthy detached leaves from ‘Charlotte’, ‘Classy’ and ‘First Red’ varieties grafted onto ‘Manetti’ and ‘Natal Briar’ rootstocks and others rooted directly. The research was carried out at 10, 14, 18 and 22 °C with regulating 12-hour periods of light and dark. The sporulation index (SI) and sporangia production per cm<sup>2</sup> leaflet were evaluated after seven days' inoculation. Classy presented the shortest latent period in this study whilst the longest was observed in ‘First Red’. Temperatures higher than 18 °C were favourable for pathogen sporulation. The highest SI was observed in the ‘Classy’ variety, ‘Charlotte’ presented a medium value and ‘First Red’ showed the lowest SI at the different temperatures evaluated. Variations in latent period and sporulation intensity were specific according to variety and temperature.

**Additional key words:** downy mildew, pathogenicity cycle, rootstocks, Sabana de Bogotá

### Introducción

EL MILDEO VELLOSO, ocasionado por *Peronospora sparsa*, viene afectando los cultivos de rosa colombianos desde

hace aproximadamente 35 años. En los últimos ocho años, esta enfermedad se ha convertido en el principal problema sanitario de este cultivo en la Sabana de Bogotá, incidiendo sensiblemente en la productividad

Fecha de recepción: 01 de septiembre de 2005

Aceptado para publicación: 21 de noviembre de 2005

<sup>1</sup> Profesora asistente, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: sgomez@unal.edu.co

<sup>2</sup> Profesor titular, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: garbelaezt@unal.edu.co

de las plantas, la calidad del producto, el volumen proyectado de exportación y los costos de producción. Los sobrecostos para su manejo a que se han enfrentado los productores de rosa en la Sabana de Bogotá son debidos al mayor número de aplicaciones de fungicidas, a la utilización de productos más costosos y al manejo cultural de esta enfermedad, en relación con el manejo habitual. Actualmente, los productores estiman las pérdidas en 10% de la producción bruta anual, lo que corresponde a \$55 millones en una hectárea sembrada con una variedad susceptible.

Bajo condiciones húmedas y frías, los esporangióforos y los esporangios de mildew veloso se desarrollan en forma conspicua en el envés de las hojas, pero en condiciones menos favorables, la producción de esporas es escasa y difícil de detectar, comportamiento que determina el nombre específico del agente causal *Peronospora sparsa* (Horst, 1998). Las lesiones típicas de la enfermedad presentan un color marrón claro, y la presencia de los esporangióforos y esporangios le dan una apariencia vellosa o algodonosa a la lesión (Arbeláez, 1999).

En el ambiente nocturno de un invernadero, los mildews velosos encuentran temperaturas bajas y humedades en el punto de saturación que determinan condiciones muy favorables para los procesos de infección y reproducción. El conocimiento de estas relaciones puede servir de fundamento a investigaciones puntuales tendientes a mejorar el manejo de clima, haciéndolo menos propicio para el desarrollo del patógeno (Torres, 1996).

En el mildew veloso de cebolla ocasionado por *Peronospora destructor*, el ciclo de infección del patógeno se caracterizó por presentar períodos de latencia largos (9-16 d) ó muy cortos (1-2 d), dependiendo de las condiciones ambientales; la infección de nuevas hojas se vio favorecida por la dispersión del patógeno durante la esporulación (Hildebrand y Sutton, 1982). En algunos estudios se han cuantificado relaciones importantes de las variables climáticas con el ciclo de infección de este patógeno; es así como la relación del clima y *P. destructor* se usó para desarrollar criterios de predicción de la esporulación y la infección por el patógeno (Hildebrand y Sutton, 1984).

Aegerter *et al.* (2003), con dos aislamientos de *P. sparsa* de California y la variedad de rosa 'Europeana', observaron períodos de latencia cortos de 7-8 d a 10 °C; la esporulación ocurrió en 4-5 d a 15, 20 y 25 °C, sugiriéndose para esos aislamientos una temperatura óptima

de colonización entre 20 y 25 °C. Además de encontrar variaciones significativas en el período de latencia con relación a la temperatura, estos autores evidenciaron la interacción de éste con el origen del aislamiento. En cuanto a la capacidad de esporulación, Bresse *et al.* (1994) con aislamientos de *P. rubi*, agente causal del mildew veloso en *Rubus sp.*, observaron la mayor esporulación a 15 °C y, con temperaturas superiores a 23 °C, su reducción. En Colombia, en investigaciones previas realizadas por Giraldo *et al.* (2002) se determinó en 20 °C la temperatura más favorable para la producción de esporangios en la variedad susceptible de rosa 'Charlotte'.

A pesar de que en el país la investigación con mildew veloso en rosa se ha desarrollado formalmente en universidades o centros de investigación desde 2001, la información publicada sobre el desarrollo del patógeno y su relación con los factores ambientales colombianos sigue siendo limitada.

El objetivo de esta investigación fue estudiar, bajo condiciones controladas de laboratorio, la biología de *P. sparsa* y evaluar, tanto el efecto la temperatura sobre la duración del período de latencia, como la capacidad de producción de esporangios del patógeno en tres variedades de rosa injertadas en dos portainjertos y como estacas, previamente inoculadas con el patógeno.

## Materiales y métodos

Esta investigación se desarrolló en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Para el desarrollo de la investigación se seleccionaron las variedades de color rojo: 'Charlotte', 'Classy' y 'First Red', con base en las diferencias marcadas que presentan entre sí en lo relativo a su susceptibilidad a los ataques del patógeno bajo condiciones de cultivo comercial. Las plantas de las tres variedades utilizadas fueron injertadas en los portainjertos 'Natal Briar' y 'Manetti'; adicionalmente, se realizaron evaluaciones sobre plantas de las tres variedades sin injertar, es decir, provenientes de estacas. La investigación contempló nueve tratamientos, que correspondieron a cada variedad en las tres diferentes condiciones de injertación.

La fuente de inóculo inicial de *P. sparsa* se recolectó de hojas afectadas provenientes de diferentes variedades de rosa durante períodos de epidemias de mildew veloso en cultivos comerciales de la Sabana de Bogotá. Las hojas frescas con lesiones de la enfermedad se colectaron y de

inmediato se guardaron dentro de bolsas plásticas con papel húmedo, para evitar la deshidratación del material durante el transporte. Los esporangios provenientes de estas hojas se recolectaron en agua destilada estéril y se utilizaron como fuente del inóculo para ser evaluada en esta investigación. *P. sparsa*, por ser a un parásito obligado, se propagó directamente sobre su hospedante bajo condiciones de laboratorio, empleando plantas de rosa de la variedad 'Charlotte' como material vegetal para el mantenimiento del inóculo.

### **Período de latencia**

Para la evaluación del período de latencia, definido como el tiempo en días desde la inoculación hasta la esporulación del patógeno, se empleó la metodología de la hoja cortada utilizada en otras investigaciones en tabaco, con *P. tabacina* (Winglesworth *et al.*, 1994); en girasol, con *Plasmopara halstedii* (Sackston y Vimard, 1988) y en rosa, con *P. sparsa* (Giraldo *et al.*, 2002).

Los esporangios de *P. sparsa* se tomaron de hojas de rosa con presencia de esporulación de 7 d de inoculadas y se recogieron con pincel en agua destilada estéril. Se preparó una suspensión de 30.000 esporangios/mL en agua destilada estéril y se le agregó Tween 80 al 0,01% para dispersar los esporangios en suspensión. Los folíolos jóvenes de rosa, previamente desinfectados, provenientes de plantas de las variedades 'Charlotte', 'Classy' y 'First Red' injertadas en cada uno de los dos portainjertos 'Natal Briar' y 'Manetti' y como estacas, se inocularon por el método de inmersión en la suspensión de esporangios por 5 s. Posteriormente, se colocaron cuatro folíolos inoculados por caja de Petri y se almacenaron en cámaras bioclimáticas, bajo cada temperatura para evaluar, correspondientes a 10, 14, 18 y 22 °C, bajo condiciones de fotoperíodo normal de 12 h de luz, seguidas de 12 h de oscuridad. En cada caja de Petri o unidad experimental, a intervalos de 24 h se evaluó la presencia de esporulación del patógeno en cada folíolo, para establecer el período de latencia de *P. sparsa* en cada tratamiento.

### **Capacidad de producción de inóculo**

La capacidad de producción de inóculo del patógeno se evaluó bajo las mismas condiciones ambientales consideradas para el período de latencia. Se realizaron dos tipos de evaluaciones: con la primera se estableció el índice de esporulación (IE) del patógeno y con la segunda, la cantidad de esporangios producidos por centímetro cuadrado de hoja en cada tratamiento.

En el primer caso se empleó la metodología de evaluación del índice de esporulación propuesta en esta investigación. En cada folíolo que componía la unidad experimental, se midió diariamente la presencia de esporulación de *P. sparsa*; con este fin, se consideró su presencia o ausencia en cada una de las ocho secciones de cada folíolo. Por cada sección se evaluó la proliferación de la esporulación, en términos del número de esporangioforos con esporangios presentes: la proliferación escasa (E) correspondió a la presencia entre 1 y 12 esporangioforos con esporangios; la intermedia (I), entre 3 y 25, y la abundante (A), de más de 26. Con los parámetros de proliferación de la esporulación del patógeno por folíolo, se generó el índice de esporulación (IE), que permitió interpretar la capacidad de producción de inóculo del patógeno en cada tratamiento. El IE se estimó de la siguiente manera:

$$IE = [(Ex1) + (Ix2) + (Ax3)] / 8$$

donde: E, frecuencia de esporulación escasa en el folíolo; I, frecuencia de esporulación intermedia en el folíolo; A, frecuencia de esporulación abundante en el folíolo; 1, 2 y 3, valores constantes asignados a cada característica, así: 1, característica escasa; 2, característica intermedia; 3, característica abundante, y 8, número de secciones por folíolo.

En el segundo caso, la cantidad de esporangios/cm<sup>2</sup> de hoja producidos en cada tratamiento se evaluó 7 d después de la inoculación, período al cabo del cual los cuatro folíolos de la unidad experimental se colocaron en 5 mL de agua destilada estéril y se agitaron en vortex por 3 min. Posteriormente, se cuantificó la cantidad de esporangios/mL de la suspensión con la ayuda de un hematocitómetro. Una vez concluido el conteo de esporangios, se realizaron las mediciones del área foliar de los folíolos que componían la unidad experimental, empleando un medidor Li-Cor, modelo Li 3000.

En la evaluación del período de latencia, índice de esporulación y producción de esporangios, se emplearon tres cajas de Petri como unidad experimental. Las pruebas se realizaron bajo un diseño experimental de parcelas divididas en un diseño básico de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Como parcelas principales se consideraron las temperaturas evaluadas y como subparcelas, las tres variedades injertadas en los diferentes portainjertos.

Las pruebas de comparación de promedios, utilizadas para las variables índice de esporulación, producción de

esporangios y período de latencia, fueron de contrastes ortogonales y polinomiales, que evaluaron los efectos principales y sus interacciones. Para tal efecto se empleó el procedimiento *Mixed* del programa estadístico SAS, versión 8.2.

## Resultados y discusión

### Período de latencia

La esporulación del patógeno se observó consistentemente por el envés de las hojas en todas las variedades evaluadas y en sus diferentes condiciones de injertación. Los primeros síntomas de la enfermedad en folíolos jóvenes de rosa, que presentan coloraciones rojizas propias de su estado de desarrollo, manifestaron manchas irregulares de color verde en los sitios de infección del patógeno. Según la variedad del hospedante y la temperatura, estos cambios de color se presentaron 3 ó 4 d después de la inoculación y la esporulación del patógeno, en estos sitios de la hoja 4 ó 5 d más tarde. En general, la variedad ‘Classy’ presentó los períodos de latencia más cortos a las cuatro temperaturas evaluadas, y los períodos más largos se observaron en la variedad ‘First Red’. Las temperaturas superiores a 18 °C fueron favorables para la esporulación del patógeno, ya que en todas las variedades los períodos de latencia más cortos se presentaron en estas temperaturas.

El número de días hasta esporulación del patógeno tuvo repuesta lineal ( $P = 0,0002$ ) y cuadrática ( $P = 0,0531$ ) a la temperatura, es decir, *P. sparsa* respondió proporcionalmente al incremento de la temperatura y existió un valor mínimo para esta etapa de desarrollo del patógeno cercano a 22 °C. No se encontró efecto de la condición de injertación en el número de días hasta esporulación, o sea que el patógeno en cada variedad injertada en ‘Natal Briar’ o en ‘Manetti’, así como en la condición de estaca, mostró períodos de latencia similares. En la presente investigación los períodos de latencia mostraron variaciones asociadas al genotipo del hospedante y a la temperatura. Las diferencias en los períodos de latencia entre ‘Charlotte’ y ‘Classy’, comparados con ‘First Red’, y entre ‘Charlotte’ y ‘Classy’ fueron altamente significativas ( $P = 0,035$ ). Con una disminución en la temperatura de 14 a 10 °C, el período de latencia se incrementó en 1 ó 2 d, dependiendo de la variedad. Los períodos de latencia en cada variedad de rosa evaluada se presentan en la tabla 1.

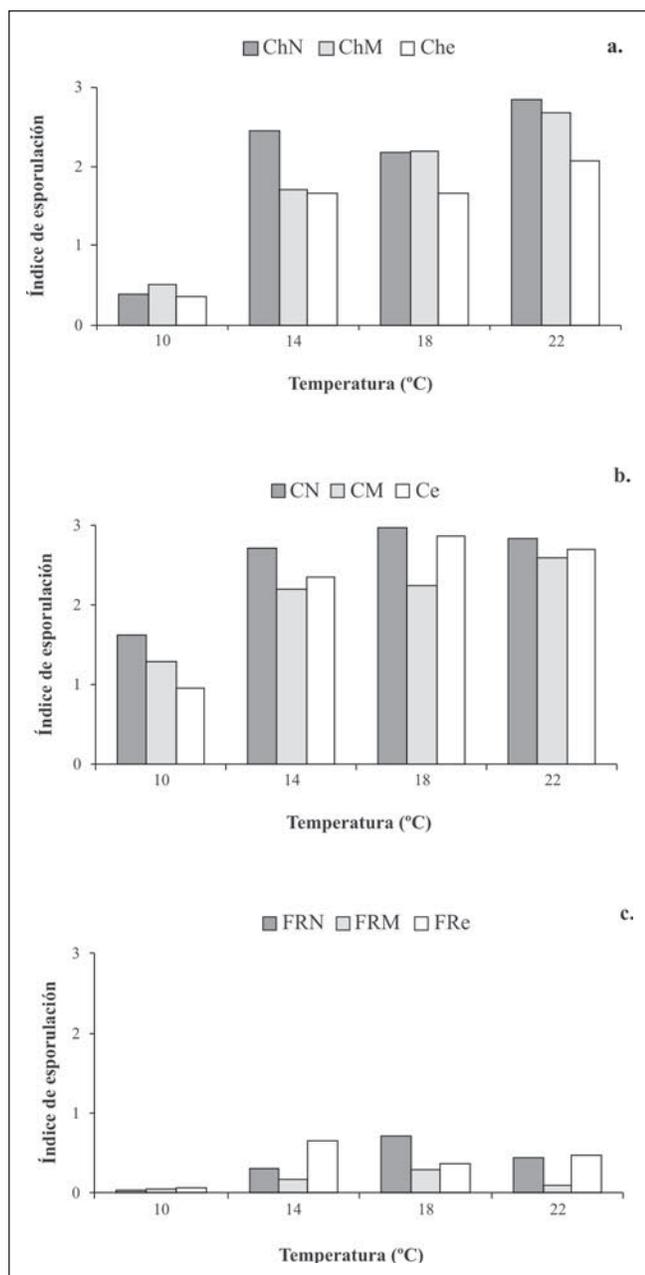
**Tabla 1.** Período de latencia de *Peronospora sparsa* en tres variedades de rosa a diferentes temperaturas bajo condiciones de laboratorio.

Variedad	Período de latencia (d)			
	10 °C	14 °C	18 °C	22 °C
‘Classy’	6,0	4,0-5,0	4,0	3,0
‘Charlotte’	7,0	5,0	3,0	3,0
‘First Red’	7,0	5,0-6,0	5,0-6,0	5,0

### Capacidad de producción de inóculo

*Índice de esporulación.* Los mayores valores del índice de esporulación, 7 d después de la inoculación del patógeno, se presentaron a 22 °C en las variedades ‘Classy’ y ‘Charlotte’. ‘Classy’ fue la variedad que presentó el mayor índice de esporulación; ‘Charlotte’ mostró valores intermedios y ‘First Red’ tuvo los menores índices a las cuatro temperaturas evaluadas (figura 1a-c). El análisis mostró un efecto significativo de la temperatura después del día 4 de evaluación ( $P = 0,014$ ) y un efecto altamente significativo del genotipo del hospedante en todos los días de la evaluación; sin embargo, la presencia de esporulación no se asoció de forma independiente a la variedad o a la temperatura, ya que la interacción de estas dos condiciones fue altamente significativa ( $P < 0,001$ ).

En los contrastes ortogonales, en el día 3 después de la inoculación, la temperatura no presentó efecto sobre el IE. Entre variedades sí se presentaron diferencias en los valores del grupo de ‘Charlotte’ vs. ‘Classy’, para todos los portainjertos ( $P < 0,049$ ). En el día 4, la temperatura presentó efecto sobre la variable, pero únicamente en la variedad ‘Classy’ y en ‘Charlotte’ sobre ‘Natal Briar’, mostrando un incremento proporcional del IE con aumentos en la temperatura; para el resto de las variedades no se observó este comportamiento. En el día 5 se conservó el efecto nulo del tipo de portainjerto sobre el IE y para este tiempo la variedad ‘Charlotte’ fue afectada por la temperatura, en el mismo sentido que la variedad ‘Classy’; en la variedad ‘First Red’ la temperatura no afectó el IE. En el día 6 hubo dos cambios en la tendencia de los datos: primero, los promedios del IE se diferenciaron para ‘Manetti’ vs. ‘Natal Briar’ y los valores en la condición de estaca fueron iguales en promedio a los obtenidos en los dos portainjertos, y, segundo, el efecto de la temperatura en ‘Classy’ mostró una tendencia cuadrática que ubica el punto óptimo para el IE cerca de 18 °C. En el día 7, la tendencia se conservó, pero en ese momento ‘Charlotte’



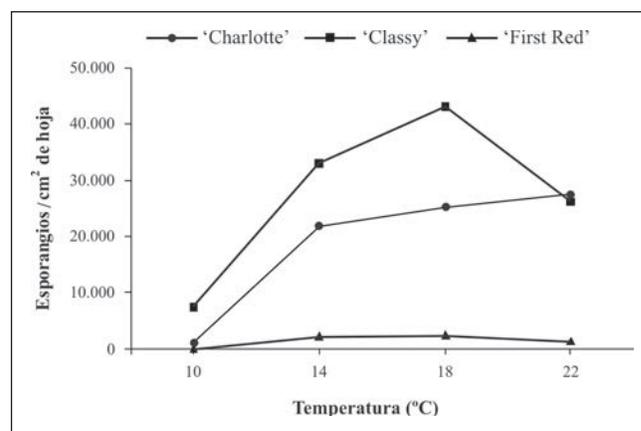
**Figura 1.** Índice de esporulación de *Peronospora sparsa* a diferentes temperaturas, siete días después de la inoculación: a) ChN, ‘Charlotte’ en ‘Natal Briar’; ChM, ‘Charlotte’ en ‘Manetti’; Che, ‘Charlotte’ en estaca. b) CN, ‘Classy’ en ‘Natal Briar’; CM, ‘Classy’ en ‘Manetti’; Ce, ‘Classy’ en estaca. c) FRN, ‘First Red’ en ‘Natal Briar’; FRM, ‘First Red’ en ‘Manetti’; FRe, ‘First Red’ en estaca.

sobre ‘Natal Briar’ y como estaca alcanzaron un punto óptimo alrededor de 22 °C.

*Producción de esporangios.* El análisis de los datos mostró un efecto altamente significativo de la temperatura ( $P = 0,0029$ ) a la que se dio el proceso de esporula-

ción. El genotipo (variedad) tuvo un efecto altamente significativo ( $P < 0,0001$ ) y existió interacción entre el genotipo y la temperatura en la producción de esporangios ( $P = 0,003$ ), es decir, que cada variedad, según la temperatura, tuvo una capacidad diferente de producción de inóculo del patógeno. En la producción de esporangios, aunque se presentó efecto de la temperatura, esta tendencia sólo fue aplicable a las variedades ‘Charlotte’ y ‘Classy’, ya que para ‘First Red’ la producción de esporangios fue insensible a la temperatura. No se establecieron diferencias entre estacas y portainjertos ( $P = 0,4478$ ) ni entre portainjertos ( $P = 0,6692$ ) para todas las variedades (resultados no presentados); sin embargo, se debe considerar las condiciones particulares de cada interacción portainjerto por variedad. Dentro de las combinaciones de variedades y portainjertos, la única que no estabilizó la producción de esporangios fue ‘Charlotte’ sobre ‘Manetti’, lo que indica que el valor óptimo de temperatura para este material es superior a los trabajados en este ensayo.

La variedad ‘Charlotte’ produjo la mayor cantidad de inóculo a 22 °C. La variedad ‘Classy’ mostró la mayor producción de inóculo a 18 °C y un descenso en la capacidad de producción a temperaturas superiores. Comparando el potencial de las tres variedades, ‘Classy’ produjo la mayor cantidad de esporangios por unidad de área de la hoja, ‘Charlotte’ produjo una cantidad intermedia, mientras que ‘First Red’ fue la variedad que menor capacidad de producción de esporangios presentó a las diferentes temperaturas evaluadas (figura 2). ‘Charlotte’, a temperaturas entre 14 y 22 °C, pro-



**Figura 2.** Producción de esporangios de *Peronospora sparsa* en tres variedades de rosa a diferentes temperaturas, siete días después de la inoculación.

dujo entre 20.000 y 30.000 esporangios/cm<sup>2</sup> de hoja; 'Classy', en el rango de 14-18 °C, produjo entre 30.000 y 50.000 esporangios/cm<sup>2</sup> de hoja y mostró diferencias muy marcadas en la producción de inóculo en cada una de las temperaturas evaluadas.

En la investigación no se encontró un efecto común de la condición de injertación sobre cada una de las etapas de desarrollo del patógeno y de la enfermedad en las tres variedades. Los períodos de latencia fueron similares para cada variedad en los portainjertos 'Natal Briar' y 'Manetti' o como estaca, y las variaciones significativas se encontraron asociadas a la variedad. Sin embargo, al analizar la interacción portainjerto por variedad, se observó en el índice de esporulación y en la producción de esporangios que el portainjerto afectó de manera diferente la respuesta del patógeno a la temperatura. La variedad 'Charlotte' en 'Natal Briar' requirió temperaturas menores y menor tiempo para alcanzar el máximo IE y la máxima producción de esporangios, mientras que sobre 'Manetti' las temperaturas óptimas fueron superiores a las consideradas en esta investigación. De igual forma, 'Classy' en 'Manetti' requirió temperaturas mayores para alcanzar el mayor IE.

Bajo condiciones de laboratorio, en la variedad 'Classy' se observaron períodos más cortos de latencia; en la variedad 'Charlotte', intermedios y en 'First Red', más prolongados. Para las tres variedades, los períodos más cortos se observaron a 22 °C y los más prolongados, a 10 °C; estos resultados permiten concluir que la presencia de esporulación de *P. sparsa* es favorecida por temperaturas mayores a 18 °C.

Una tendencia similar en el período de latencia con relación a la temperatura se observó en *P. sparsa* infectando rosa en California (Aegerter *et al.*, 2003); sin embargo, con los aislamientos de *P. sparsa* de la Sabana de Bogotá en rosa variedad 'Charlotte' se han registrado períodos de latencia de la enfermedad más cortos, según lo encontrado en esta investigación y en el trabajo realizado por Giraldo *et al.* (2002). Aunque las diferencias encontradas se pueden atribuir a las características propias de cada aislamiento, también debe considerarse que la respuesta de la variedad de rosa utilizada como hospedante a la infección del patógeno condiciona de manera importante el desarrollo de la enfermedad, como se observó en esta investigación y como lo evidencian las epidemias en invernaderos comerciales.

En laboratorio, los síntomas observados en cajas de Petri, así como la calidad de la esporulación observada, no correspondieron exactamente a los que se presentan en campo. Bajo condiciones de laboratorio, al no existir limitante en la humedad relativa, el desarrollo de la infección es rápido y la producción de esporangios abundante, por lo que los síntomas y la esporulación difieren de los presentados bajo condiciones comerciales; en éstas, la enfermedad se desarrolla bajo alternancia de los períodos de humedad relativa y de temperatura que condicionan, tanto el desarrollo y la expresión de los síntomas, como la calidad de la esporulación del patógeno.

El conocimiento de la esporulación de *P. sparsa* ante incrementos de la temperatura en las tres variedades evaluadas permite entender el comportamiento de las epidemias en estos materiales bajo condiciones de producción comercial, en las que la variedad 'Charlotte' es severamente afectada durante un gran número de semanas, mientras que en 'Classy' y 'First Red' las epidemias pueden ser menos importantes. En este trabajo la variedad 'Charlotte' mostró un gran potencial de producción de esporangios a 22 °C, temperatura superior a la reportada previamente por Giraldo *et al.* (2002). La respuesta lineal de esta variedad a incrementos de la temperatura sugiere la posibilidad de que la temperatura óptima de esporulación en esta variedad sea superior a las consideradas en esta investigación.

## Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a Asocolflores por la financiación de la investigación, a la empresa Flores Mocari S.A. y a todas las personas que hicieron posible el desarrollo del trabajo.

## Literatura citada

- Aegerter, B.J., J.J. Nuñez y R.M. Davis. 2003. Environmental factors affecting rose downy mildew and development of a forecasting model for a nursery production system. *Plant Dis.* 87, 732-738.
- Arbeláez, G. 1999. El mildew veloso del rosal ocasionado por *Peronospora sparsa* Berkeley. *Acopaflo* 6, 37-39.
- Breese, W.A., R.C. Shattock, B. Williamson y C. Hackett. 1994. In vitro spore germination and infection of cultivars of *Rubus* and *Rosa* by downy mildew from both hosts. *Ann. Appl. Biol.* 125, 73-85.
- Giraldo, S.L., C. García y F. Restrepo. 2002. Influencia de la luz y la temperatura en la germinación de esporangios de *Peronospora sparsa* Berkeley, en rosa cultivar 'Charlotte'. *Agronomía Colombiana* 20, 31-37.
- Horst, R.K. 1998. Compendio de enfermedades en rosa. APS Press, Minnesota.

- Hildebrand, P.D. y J.C. Sutton. 1982. Weather variables in relation to an epidemic of onion downy mildew. *Phytopathology* 72, 219-224.
- Hildebrand, P.D. y J.C. Sutton. 1984. Relationships of temperature, moisture and inoculum density to the infection cycle of *Peronospora destructor*. *Can. J. Plant Pathol.* 6, 127-134.
- Sackston, W.E. y B. Vimard. 1988. Leaf disk immersion (LDI) inoculation of sunflower with *Plasmopara halstedii* for in vitro determination of host-pathogen relationships. *Plant Dis.* 72, 227-229.
- Torres, E. 1996. Epidemiología y sus aplicaciones en el manejo de enfermedades: el caso de los mildes en las rosas de corte. En: Seminario taller "Mildes en rosas". 13 a 16 de agosto de 1996. Acopaflor y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Winglesworth, M.D., W.C. Nesmith, M.R. Siegel, M.R. Bonde y C.E. Main. 1994. Distinguishing isolates of *Peronospora tabacina* from geographic regions utilizing tobacco leaf disks and fluorescence microscopy. *Plant Dis.* 78, 456-460.