

## Caracterización fisio-cultural y compatibilidad micelial de aislamientos de *Sclerotium* sp. procedentes de siete hospedantes



Physiological and cultural characterization and mycelial compatibility of *Sclerotium* sp. isolates from seven plant hosts <https://eqrcode.co/a/CEz0cL>

Yanisia Duarte Leal<sup>1\*</sup>, Benedicto Martínez Coca<sup>1</sup>, Adalberto C. Café Filho<sup>2</sup>,  
 Luiz Eduardo Bassay Blum<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Micología Vegetal, Grupo de Fitopatología, Dirección de Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Brasilia, Brasil.

**RESUMEN:** Los objetivos del trabajo fueron caracterizar cultural y fisiológicamente 15 aislamientos de *Sclerotium* sp. procedentes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), garbanzo (*Cicer arietinum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), malanga [*Colocasia esculenta* (L.) Schott], ajo (*Allium sativum* L.) y las plantas ornamentales *Neomarica caerulea* (Ker Gawl.) Sprague y *Hydrocotyle* sp. de Cuba y Brasil, bajo diferentes condiciones de iluminación, y determinar la presencia de los Grupos de Compatibilidad Micelial (GCM) de los mismos. Para ello se usaron placas Petri contentivas de medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA), bajo tres regímenes de luz: oscuridad constante (OC), luz alterna (LA) y luz constante (LC) a 28±2°C. Se evaluó el diámetro del crecimiento micelial, textura superficial y color de las colonias en cada aislamiento, así como el número, peso y diámetro de esclerocios en cada condición. Además, se realizaron pruebas de enfrentamiento para determinar la existencia de GCM. La mayor producción de esclerocios fue bajo LC, y la menor a OC. Se observó Compatibilidad Micelial entre las colonias de aislamientos procedentes de un mismo hospedante (No. 1 y 9 de *C. arietinum*; No. 5 y 6 de *P. vulgaris*) y entre aislamientos de hospedantes diferentes (*P. vulgaris* - *S. lycopersicum* y *A. sativum* - *N. caerulea*). Se lograron obtener cinco GCM: GCM- I (No. 1 y 9), GCM-II (No. 5 y 6), GCM-III (No. 10 y 11), GCM-IV (No. 10 y 12) y GCM-V (No. 13 y 14).

**Palabras clave:** variabilidad fenotípica, grupos compatibilidad micelial, esclerocios.

**ABSTRACT:** The objectives of the work were to culturally and physiologically characterize 15 isolates of *Sclerotium* sp. from beans (*Phaseolus vulgaris* L.), chickpea (*Cicer arietinum* L.), tomato (*Solanum lycopersicum* L.), taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott], garlic (*Allium sativum* L.), and ornamental plants [*Neomarica caerulea* (Ker Gawl.) Sprague and *Hydrocotyle* sp.], from Cuba and Brazil, under different lighting conditions and determine the presence of their Mycelial Compatibility Groups (GCM). For this, the inoculated Petri dishes containing Papa Dextrose Agar (PDA) culture medium were placed under three lighting regimes [constant darkness (OC), alternating light (LA), and constant light (LC)] at 28 ± 2°C. The mycelial growth diameter and the surface texture and color of the colonies were evaluated in each isolate, as well as the number, weight and diameter of sclerotia under each condition. Confrontation tests were used to determine the existence of GCM. The highest production of sclerotia was under LC, and the lowest under OC. Mycelial compatibility was observed between the colonies of isolates from the same host (No. 1 and 9 of *C. arietinum* and No. 5 and 6 of *P. vulgaris*) and between isolates from different hosts (*P. vulgaris* - *S. lycopersicum* and *A. sativum* - *N. caerulea*). Five GCM were obtained, GCM- I (No. 1 and 9), GCM-II (No. 5 and 6), GCM-III (No. 10 and 11), GCM-IV (No. 10 and 12), and GCM-V (No. 13 and 14).

**Key words:** phenotypic variability, mycelial compatibility group, sclerotia.

\*Autor para correspondencia: Yanisia Duarte Leal. Email: [yanisia@censa.edu.cu](mailto:yanisia@censa.edu.cu)

Recibido: 01/11/2019

Aceptado: 03/02/2020

## INTRODUCCIÓN

*Sclerotium rolfsii* Sacc. es un fitopatógeno habitante de los suelos, agente causal de grandes afectaciones como mal del talluelo (*damping off*), pudrición de la raíz, tallos, tubérculos y frutos en cultivos de importancia económica (1).

Las enfermedades ocasionadas por *S. rolfsii* son de difícil manejo, debido a que estos hongos producen esclerocios (fuente principal de inóculo) y cuyo control es poco efectivo con productos químicos. Su distribución es mundial, con mayor presencia en las regiones tropicales y subtropicales, donde ocurren temperaturas y humedad altas, seguidas de periodos de sequía (2), condiciones idóneas para el desarrollo del patógeno. Los esclerocios pueden ocasionar infección en un hospedante susceptible a temperaturas entre 25-30°C, mientras que las inferiores a 20°C y superiores a 36°C limitan el crecimiento de *Sclerotium* y, por consiguiente, la severidad de las enfermedades provocadas por él (3).

Hernández *et al.* (4) evaluaron 12 cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en tres épocas de siembra, y encontraron que las pérdidas ocasionadas por *S. rolfsii* estuvieron por encima de 50 % en casi todos los indicadores del rendimiento.

En Brasil, Serra y Silva (5) notificaron que las pérdidas provocadas por este hongo en pimentón (*Capsicum annuum* L.) pueden alcanzar 100 % en el estado de Maranhão. En la región de Planalto Central, este patógeno afectó el 83,3 y 91,7 % de las plantas en garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y lenteja (*Lens culinaris* Medikus), respectivamente (6).

La luz es uno de los factores principales que influye sobre el crecimiento y la producción de esclerocios de este hongo, lo que podría tener relación con la formación abundante de esclerocios en la superficie del suelo por parte de este fitopatógeno (7). Por otro lado, Punja (8) demostró que hay mejor desarrollo de este hongo en presencia de luz continua.

La clasificación de los aislados en Grupos de Compatibilidad Micelial (GCM) puede ser una importante herramienta para el análisis de poblaciones en hongos. Los aislamientos de *S. rolfsii* pueden presentar diferentes GCM en

función de las interacciones miceliales entre los aislamientos. Los aislados de *S. rolfsii*, cuyas colonias durante el proceso de crecimiento vegetativo podían fusionarse, empiezan a considerarse compatibles y a asignarse a un mismo GCM. Las reacciones incompatibles se distinguen por la formación de un espacio libre de micelio en la zona de interacción entre los aislados y se forma una “zona de antagonismo” (9).

El presente trabajo tuvo como objetivos caracterizar cultural y fisiológicamente 15 aislamientos de *Sclerotium* sp. de Cuba y Brasil, bajo diferentes condiciones de iluminación, y determinar la presencia de los Grupos de Compatibilidad Micelial de los mismos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Micología Vegetal (LMV) del Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Brasilia (UnB), Brasil.

Para ello, se utilizaron 15 aislamientos de *Sclerotium* obtenidos de siete especies de diferentes hospedantes, con síntomas de pudrición del cuello y la raíz; 12 procedentes del cepario del LMV del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba y tres procedentes del LMV de la UnB (Tabla 1).

### Caracterización cultural y fisiológica

Se realizó sobre la base de caracteres cualitativos y cuantitativos de las colonias de los aislamientos, expresados por estos en medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar) (Acumedia). Se utilizaron placas Petri (90 mm de Ø) que contenían medio PDA. Las mismas se inocularon, central e individualmente, con un disco micelial de 6 mm de Ø de cada aislamiento de *Sclerotium*, procedente de la periferia de colonias crecidas sobre PDA durante cinco días. Las placas, tres por aislado (réplicas), se sellaron con parafilm e incubaron a 28±2°C, bajo tres regímenes diferentes de iluminación: Luz alterna (LA) (12 h de luz y 12 h de oscuridad), Oscuridad constante (OC, 0 h de luz) y Luz constante (LC, 24 h de luz), utilizando lámparas fluorescentes de 20 Watts (luminosidad/lámpara

**Tabla 1.** Origen de los aislamientos de *Sclerotium* sp. procedentes de siete hospedantes de Cuba y Brasil / *Origin of the isolates of Sclerotium sp. from seven plant hosts from Cuba and Brazil*

No. de aislados	Cultivos de origen	País
1	<i>Cicer arietinum</i> L.	Cuba
2	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	
3	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	
4	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	
5	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	
6	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	
7	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	
8	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	
9	<i>Cicer arietinum</i> L.	
10	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	
11	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	
12	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	
13	<i>Allium sativum</i> L.	Brasil
14	<i>Neomarica caerulea</i> (Ker Gawl.) Sprague	
15	<i>Hydrocotyle</i> sp.	

75  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Se midió el diámetro del crecimiento de la colonia de cada aislamiento de *Sclerotium* cada 24 horas, hasta el completamiento del área de la placa, con ayuda de una regla graduada. Según lo notificado por Hernández y Herrera (7), a los 21 días de incubación, se extrajeron los esclerocios maduros con ayuda de una pinza de disección para su cuantificación por réplica, según el régimen de iluminación.

Sobre la base del crecimiento lineal se calculó la velocidad de crecimiento al completar el área total de la placa, empleando la fórmula siguiente:

$$V_{\text{crec f}} = \frac{Dc}{T}$$

Donde:

V crec f - Velocidad de crecimiento final al completar el área de la placa (en mm.h<sup>-1</sup>).

Dc - Diámetro de las colonias (en mm)

T - Tiempo, momento en que la colonia completara el área total de la placa (en h)

Se describió la textura superficial y el color. Se determinó el tiempo necesario para la formación de esclerocios de cada aislado en las diferentes variantes (OC, LA y LC), así como el número de esclerocios maduros producidos por placa, y el diámetro y peso promedio de 20 esclerocios. Se midió el diámetro de los esclerocios con un pie de rey digital; a los no redondos se les promedió el largo y ancho (7). El pesaje se realizó con una

balanza electrónica (Mettler Toledo). Todo lo descrito se documentó mediante fotografías con una cámara SONY digital.

### Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, con 45 tratamientos, representados por los 15 aislados y los tres regímenes de iluminación, con tres repeticiones. Los datos se sometieron a un Análisis de Varianza (ANOVA) bifactorial y las medias se compararon según la Dócima de Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Los aislamientos se clasificaron por el número de esclerocios en pocos, medianos y abundantes productores; se realizó la categorización probabilística con el paquete estadístico INFOSAT Profesional v. 2.1. (10).

### Compatibilidad Micelial entre los aislados

La compatibilidad micelial entre los aislamientos se determinó en placas Petri estériles de 90 mm de diámetro, que contenían 15 ml de medio de cultivo PDA. Un esclerocio de cada aislado se colocó en una placa en posición diametral al de otro aislado, a una separación del borde de las placas de 5 mm. La compatibilidad se realizó tomando en cuenta todas las combinaciones entre todos los aislamientos. Las

placas se sellaron con parafilm e incubaron a  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  y oscuridad constante. Se realizaron tres réplicas por cada combinación. Cada 24 horas se observó el crecimiento de los aislados, y se evaluó macroscópicamente la presencia o no de la zona de aversión en la región de contacto entre los aislamientos (11).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización fisiológica

Las colonias de los aislados de *Sclerotium* variaron en todos los caracteres evaluados. En los regímenes de LA y OC no existió variación en cuanto al crecimiento micelial y las colonias de todos los aislamientos completaron el área de la placa a las 72 horas. Las velocidades de crecimiento de todos los aislamientos de *Sclerotium* fueron mayores bajo estas dos condiciones de iluminación, con 1,25 mm/h. Estos resultados coinciden, en parte, con los notificados por Muthukumar y Venkatesh (12), ya que obtuvieron el menor crecimiento del hongo en OC, el que se diferenció significativamente del de LA.

Bajo LC, el 70 % de los aislados alcanzó esa misma velocidad (1,25 mm/h), el resto (aislado No. 5 de *P. vulgaris*, No. 12 de *S. lycopersicum* y No. 13 de *A. sativum*) mostró una velocidad inferior de 0,75mm/h. Estos resultados no se corresponden con los notificados por Punja (8), que plantea que el crecimiento y la producción de esclerocios se ven favorecidos más por la luz continua que en oscuridad.

Todas las colonias de los aislados evaluados mostraron una coloración blanquecina. Se detectó variabilidad en la textura de las mismas con diferencias entre los tres regímenes de iluminación; se observó micelio aéreo de crecimiento radial, abundante y compacto. Hubo diferencias entre las tres condiciones de iluminación en un mismo aislamiento de *Sclerotium* y entre todos los aislamientos bajo una misma de condición (Fig. 1).

Las colonias de los aislamientos de *Sclerotium* procedentes de *C. arietinum* (No. 1 y 9) evidenciaron variabilidad en la densidad micelial. En el aislado 1 se observó un incremento de la biomasa fúngica mientras mayor fue la

exposición a la luz, y fue más abundante bajo LC. El aislado 9 no mostró variabilidad en el micelio bajo OC y LC; resultó más compacto en el centro con LA. [Fig. 1 - (1 y 9)]

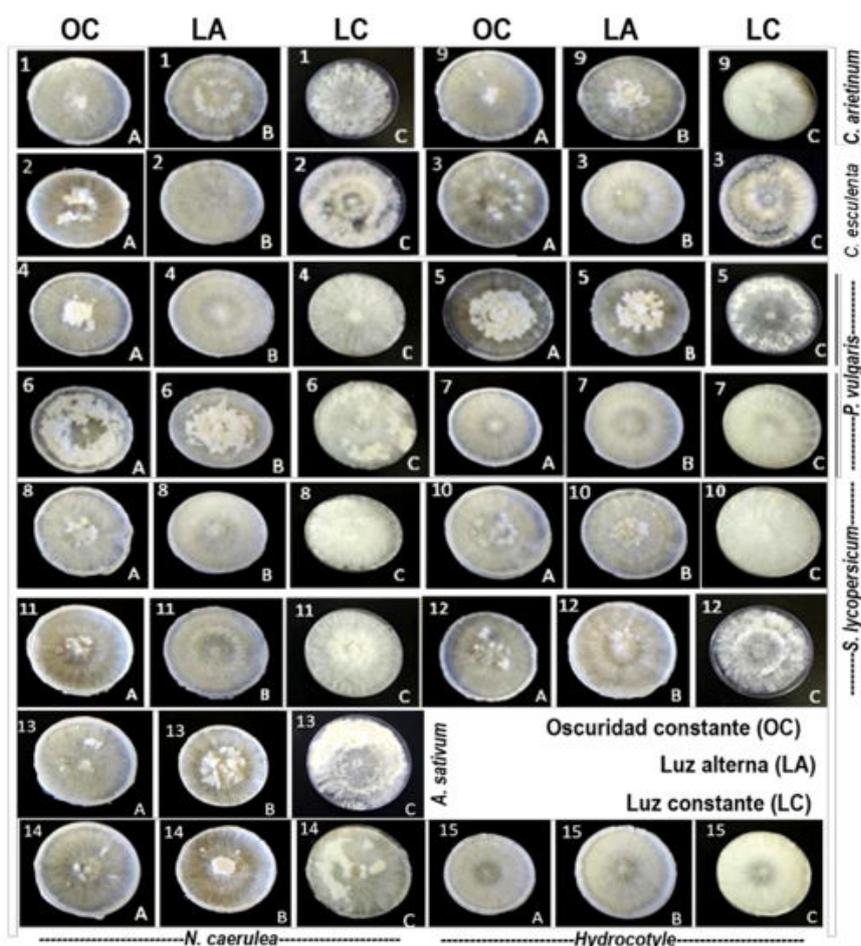
Las colonias de los aislamientos originarios de *C. esculenta* (No. 2 y 3) mostraron variación en la textura del micelio. Estas fueron similares bajo LC, no así en OC y LA, donde presentaron micelio más escaso [Fig. 1 - (2 y 3)]. Entre las colonias de los aislamientos provenientes de *P. vulgaris* (No. 4, 5, 6 y 7) se observó una gran diferenciación en los regímenes de iluminación. Las colonias de los aislados 4 y 7, bajo LA y LC, mostraron una textura similar en presencia de luz. Los aislamientos 5 y 6 presentaron un crecimiento más abundante y compacto en el centro en OC y LA. [Fig. 1 - (4, 5, 6 y 7)]

En las colonias de *Sclerotium* aisladas de *S. lycopersicum* (No. 8, 10, 11 y 12), se observaron diferencias en su textura, según la condición. Bajo OC, todas las colonias fueron similares con el micelio compactado en el centro [Fig. 1 - (8, 10, 11 y 12)]. Los aislados 11 y 12 bajo LA mostraron texturas miceliales similares, con formación de un círculo concéntrico, y en LC con un incremento de la biomasa en el que se destaca el 12 [Fig. 1 - (11 y 12)]. Los aislados 8 y 10, bajo OC y LC presentaron crecimiento de sus colonias semejantes, no así en LA. [Fig. 1 - (8 y 10)]

El aislado obtenido a partir de *A. sativum* (No. 13) mostró colonias con diferenciación en los tres regímenes. Se observó un incremento de la biomasa fúngica mientras mayor fue la exposición a la luz; el micelio fue más compacto bajo la LC (Fig. 1 - 13). Entre los aislamientos de *N. caerulea* (No. 14) e *Hydrocotyle* (No. 15) se observaron diferencias en la textura de sus colonias. En todos los regímenes de iluminación, el aislado 14 mostró mayor formación de biomasa fúngica que el 15. Este último no tuvo diferencias en ninguno de estos. [Fig. 1 - (14 y 15)]

El análisis de las observaciones de las colonias de los aislados mostró que la textura micelial se favoreció bajo la condición de LC.

La coloración de los esclerocios durante su formación va de blanco a pardo claro, y a pardo oscuro cuando maduran. Estos resultados presentaron similitud con los de Hernández y



**Fig. 1.** Colonias de los aislamientos de *Sclerotium* crecidas sobre PDA procedentes de diferentes hospedantes. A\_OC (Oscuridad constante), B\_LA (Luz alterna) y C\_LC (Luz constante). (1 y 9) *C. arietinum*; (2 y 3) *C. esculenta*; (4, 5, 6 y 7) *P. vulgaris*; (8, 10, 11 y 12) *S. lycopersicum*; (13) *A. sativum*; (14) *N. caerulea* y (15) *Hydrocotyle* sp. / Colonies of the *Sclerotium* isolates from different hosts grown on PDA. A\_OC (Constant Darkness), B\_LA (Alternate Light) and C\_LC (Constant Light). (1 and 9) *C. arietinum*; (2 and 3) *C. esculenta*; (4, 5, 6 and 7) *P. vulgaris*; (8, 10, 11 and 12) *S. lycopersicum*; (13) *A. sativum*; (14) *N. caerulea* and (15) *Hydrocotyle* sp.

Herrera (13). Este cambio en la tonalidad de los esclerocios podría deberse a la utilización o al agotamiento de los nutrientes (14).

En el momento de aparición de los esclerocios se observó variabilidad. Bajo LA, el 53 % de los aislados [*P. vulgaris* (No. 4), *N. caerulea* (No. 14), *C. esculenta* (No. 2), *P. vulgaris* (No. 3), *S. lycopersicum* (No. 8, 10 y 11) y *A. sativum* (No. 13)] comenzó a formar esclerocios a partir de las 72 h de incubación, hasta las 192 h. Los esclerocios maduraron en 48 h, independientemente del momento de su formación.

En OC, los esclerocios se observaron entre las 96-120 h en los aislados [*C. esculenta* (No. 2), *S. lycopersicum* (No. 12), *A. sativum* (No. 13) y *N.*

*caerulea* (No. 14)], aunque hubo aislamientos como *P. vulgaris* (No. 5 y 6) que formaron esclerocios entre los 10 y 13 días de cultivo. La madurez de los esclerocios en la totalidad de los aislados ocurrió entre 48-72 h.

Bajo LC, en 40 % de los aislamientos [*P. vulgaris* (No. 4 y 6), *C. esculenta* (No. 8), *C. arietinum* (No. 9), *S. lycopersicum* (No. 11) y *N. caerulea* (No. 14)] aparecieron los esclerocios a partir de las 96 h; en el resto comenzaron a las 168 h. La maduración de los esclerocios duró 48 h. La condición de LA favoreció el momento de aparición de los esclerocios; sin embargo, los regímenes de iluminación no influyen en la maduración de los mismos.

Se observaron diferencias en la forma de los esclerocios producidos por todos los aislamientos en cada régimen de iluminación. Todos los aislados produjeron esclerocios esféricos, irregulares y ovoides; se observó con mayor prevalencia los esclerocios esféricos. Hubo diferencias altamente significativas entre los tres regímenes de luz y los aislamientos de *Sclerotium*. (Tabla 2)

Bajo LC se obtuvo la mayor formación de esclerocios con diferencias significativas con LA y OC (Tabla 2). Esto permite inferir que durante el día ocurre la mayor producción de las estructuras que le favorecen al patógeno sobrevivir y perdurar de una cosecha a otra, por lo que resulta ser la principal fuente de inóculo primario.

Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Hernández y Herrera (7) y Punja (8), quienes informaron mayor producción de esclerocios bajo luz continua.

Además, los resultados son similares con los notificados por Serra y Silva (6), quienes obtuvieron mayor producción de esclerocios con varios aislados de *S. rolfsii* (SR3 y SR5), bajo la condición de luz continua.

El régimen de LC propició la mayor producción de esclerocios con diferencias significativas (LC-415,8C; LA-340,6B y OC-124,44A) con las condiciones de LA y OC.

Los aislamientos, sobre la base de la formación de esclerocios, se clasificaron en tres categorías: C1 poco (1- 173 esclerocios), C2 medio (4-429 esclerocios) y C3 alto (más de 430 esclerocios) productores. Los aislamientos se ubicaron equitativamente (cinco) en cada categoría, lo que representa 33,33 % del total de aislamientos. Maji *et al.* (1) consideraron los aislamientos de *S. rolfsii* (WBSR2, WBSR3, WBSR5, Mathurapur-I y Kakdwip) como altos productores con más de 400 esclerocios. Esto tiene importancia desde el punto de vista epifitológico, pues es de esperar que los aislamientos con alta producción de esclerocios causen mayor afectación en los cultivos en siembras posteriores.

Entre la masa de los esclerocios producidos por cada aislado hubo diferencias significativas (Tabla 3). El aislado 15 produjo esclerocios de mayor masa en los tres regímenes, con diferencias significativas con el resto de los aislamientos. De forma general, la diferencia entre la masa de los esclerocios en los tres

**Tabla 2.** Número de esclerocios producidos a los 21 días de incubación de los aislamientos en cada régimen de luz. / Number of sclerotia produced at 21 days of incubation of the isolates under each light regime

No. de aislados de <i>Sclerotium</i>	Número de esclerocios producidos			Clasificación*
	Luz alterna	Oscuridad constante	Luz constante	
1	208,7 abcdef	81,0 ab	718,7 kl	C3
2	440,0 fghij	200,7 abcde	406,0 efghi	C2
3	684,7 k	53,7 ab	334,3 cdefg	C2
4	223,0 abcdef	162,0 abcd	428,7 efghij	C2
5	130,3 abcd	23,0 a	111,7 abc	C1
6	111,0 abc	62,7 ab	227,7 abcdef	C2
7	13,3 a	74,0 ab	45,3 ab	C1
8	134,7 abcd	54,7 ab	269,7 bcdef	C2
9	226,7 abcdef	98,3 abc	647,7 jk	C3
10	530,3 ghijk	81,3 ab	687,7 k	C3
11	576,3 hijk	152,0 abcd	919,3 lm	C3
12	359,0 defgh	63,0 ab	76,0 ab	C1
13	753,0 kl	425,0 efghi	172,7 abcd	C1
14	586,0 ijk	265,0 bcdef	1047 m	C3
15	132,0 abcd	70,3ab	144,7abcd	C1
Esx		24,0		

\*Respecto al total de esclerocios por aislamiento

Medias con letras diferentes difieren significativamente, según Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla 3.** Masa de los esclerocios obtenidos a los 21 días de incubación de los aislamientos en cada régimen de luz. / Weight of sclerotia obtained at 21 days of incubation of the isolates under each light regime

No. de aislados de <i>Sclerotium</i>	Masa de los esclerocios (mg)*		
	Luz alterna	Oscuridad constante	Luz constante
1	0,304 lm	0,050 a	0,272 ijk
2	0,146 cd	0,259 ghi	0,240 fgh
3	0,195 e	0,048 a	0,500 p
4	0,216 ef	0,204 e	0,219 ef
5	0,211 ef	0,263 ghij	0,144 bcd
6	0,236 fg	0,282 ijklm	0,213 ef
7	0,293 jklm	0,288 ijklm	0,277 ijkl
8	0,339 n	0,598 q	0,396 o
9	0,298 klm	0,413 o	0,197 e
10	0,222 ef	0,498 p	0,225 ef
11	0,196 e	0,308 m	0,153 cd
12	0,217 ef	0,268 hijk	0,157 d
13	0,125 bc	0,160 d	0,116 b
14	0,136 bcd	0,116 b	0,161 d
15	0,743 r	0,611 q	0,933 s
Esx		0,0003	

\*Promedio de 20 esclerocios

Medias con letras diferentes difieren significativamente, según Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

regímenes de iluminación fue poca; no obstante, hubo diferencias estadísticas significativas (LA-0,26A; LC-0,28B y OC-0,29C). La mayor masa se obtuvo en la condición de OC.

Todos los aislamientos mostraron variabilidad en el diámetro de los esclerocios en los tres regímenes de iluminación. Bajo LA y OC se obtuvieron los esclerocios con mayor diámetro, sin diferencias significativas entre ambos regímenes. El aislado 15 produjo los esclerocios de mayor diámetro bajo LA y LC, con diferencias significativas con el resto de los aislamientos (Tabla 4). Esto difiere con lo mostrado por Hernández y Herrera (7), pues plantearon la no existencia de variaciones en el diámetro de los esclerocios producidos por los aislados de *S. rolfsii* provenientes de frijol.

### Grupos de Compatibilidad Micelial

Los resultados mostraron que existen diferencias entre los aislamientos estudiados. De los 15 aislados analizados, se evaluaron 105 combinaciones, de estas solo seis mostraron reacción compatible (5,7 %). Se observaron

reacciones de compatibilidad, caracterizadas por superposiciones de las colonias entre aislamientos pertenecientes a un mismo hospedante, *C. arietinum* (No. 1-9) y *P. vulgaris* (No. 5-6), lo que puede ser indicativo de que cada par de aislado pertenezca al mismo GCM. [Fig. 2 (A y B)]

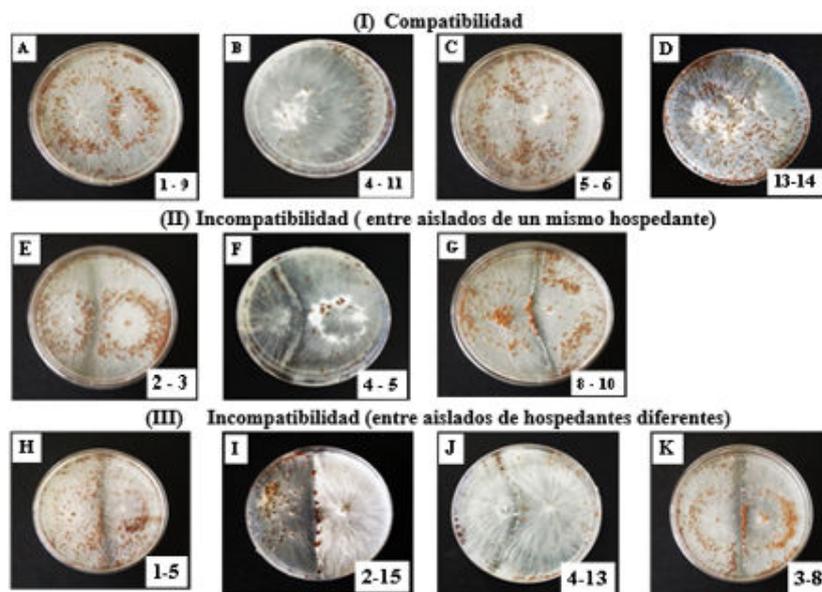
También se observó compatibilidad de las colonias entre aislamientos provenientes de hospedantes diferentes, *P. vulgaris* - *S. lycopersicum* (No. 4-11) y *A. sativum* - *N. caerulea* (No. 13-14); lo que indica que pertenecen al mismo GCM, y que a pesar de ser aislados de diferentes hospedantes comparten una misma zona de origen [Fig. 2 (B y D)]. Esto coincide con lo notificado por Kokub *et al.* (14), quienes informaron que las reacciones de compatibilidad / incompatibilidad micelial podrían utilizarse para distinguir aislados morfológicamente diferentes pertenecientes a la misma especie. No se observaron reacciones de compatibilidad entre aislados de diferentes localidades.

El mayor número de aislamientos (94,3 %) exhibió reacciones de incompatibilidad con la

**Tabla 4.** Diámetro de los esclerocios obtenidos a los 21 días de incubación de los aislamientos en cada régimen de luz. / Diameter of sclerotia obtained at 21 days of incubation of the isolates under each light regime

No. de aislados de <i>Sclerotium</i>	Diámetro de los esclerocios (mm)		
	Luz alterna	Oscuridad constante	Luz constante
1	0,470 jk	0,490 jk	0,390 efgh
2	0,357 bcdefg	0,403 fghi	0,377 cdefgh
3	0,380 cdefgh	0,480 jk	0,453 ijk
4	0,387 defgh	0,383 cdefgh	0,347 abcdef
5	0,460 ijk	0,377 cdefgh	0,293 a
6	0,383 cdefgh	0,387 defgh	0,323 abc
7	0,510 kl	0,403 fghi	0,370 cdefg
8	0,413 ghi	0,413 ghi	0,340 abcde
9	0,410 ghi	0,460 ijk	0,347 abcdef
10	0,343 abcdef	0,473 jk	0,343 abcdef
11	0,340 abcde	0,433 hij	0,340 abcde
12	0,370 cdefg	0,373 cdefg	0,327 abcd
13	0,293 a	0,297 a	0,303 ab
14	0,323 abc	0,290 a	0,323 abc
15	0,803 m	0,490 jk	0,550 l
Esx		0,0009	

Medias con letras diferentes difieren significativamente, según Duncan ( $p \leq 0,05$ ).



**Fig. 2.** Interacción micelial entre aislamientos de *Sclerotium* en medio PDA. (I), reacciones de compatibilidad: A, *C. arietinum* (1-9); B, *P. vulgaris-S. lycopersicum* (4-11); C, *P. vulgaris* (5-6); D, *A. sativum-N. caerulea* (13-14). (II), reacciones de incompatibilidad (mismo GCM): E, *C. esculenta* (2-3); F, *P. vulgaris* (4-5); G, *S. lycopersicum* (8-10). (III), reacciones de incompatibilidad (diferentes GCM): H, *C. arietinum-P. vulgaris* (1-5); I, *C. esculenta-Hydrocotyle* (2-15); J, *P. vulgaris-Allium* (4-13); K, *C. esculenta-S. lycopersicum* / Micelial interaction between *Sclerotium* isolates on PDA medium. (I), compatibility reactions (the same GCM): A, *C. arietinum* (1-9); B, *P. vulgaris-S. lycopersicum* (4-11); C, *P. vulgaris* (5-6); D, *A. sativum-N. caerulea* (13-14). (II), incompatibility reactions (same GCM): E, *C. esculenta* (2-3); F, *P. vulgaris* (4-5); G, *S. lycopersicum* (8-10). (III), incompatibility reactions (different GCM): H, *C. arietinum-P. vulgaris* (1-5); I, *C. esculenta-Hydrocotyle* (2-15); J, *P. vulgaris-Allium* (4-13); K, *C. esculenta-S. lycopersicum*

formación de una zona de aversión. Esta se caracterizó por la inhibición del crecimiento micelial y formación de esclerocios. Se observaron reacciones de incompatibilidad entre aislados pertenecientes a una misma especie, *C. esculenta* (No. 2-3), *P. vulgaris* (No. 4-5) y *S. lycopersicum* (No. 8-10) [Figura 2 (E, F y G)], lo que evidencia variabilidad entre estos aislamientos. Estos resultados coincidieron con los mostrados por Moreno y Acevedo (15).

También se observaron reacciones de incompatibilidad entre aislamientos pertenecientes a especies de plantas diferentes [Fig. 2 (H, I, J y K)]. Se observó la producción de esclerocios en la zona de contacto entre ambos aislados. Se lograron obtener cinco Grupos de Compatibilidad Micelial, GCM- I (No. 1 y 9), GCM-II (No. 5 y 6), GCM-III (No. 4 y 11), GCM-IV (No. 10 y 12) y GCM-V (No. 13 y 14). En este estudio los cinco GCM, detectados de los 15 aislamientos, indican un nivel alto de diferenciación fenotípica. Punja y Grogan (11) identificaron 25 GCM a partir de 72 aislamientos de *Sclerotium*. Almeida *et al.* (16), detectaron 13 GCM entre 23 aislados de *S. rolfii* colectados de diferentes hospedantes y regiones de Brasil.

Los resultados permitirán disponer de las características fisiológicas y de la prevalencia de los GCM presentes en cada país. Esto ayudará en el diseño de nuevas estrategias para el Manejo de este patógeno en campo, así como para contribuir a la reducción del inóculo en los suelos infestados y aumentar los niveles de producción de los cultivos afectados.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al apoyo parcial del Ministerio de Educación de Brasil, Programa CAPES-MES CUBA DOCENTES, por la beca otorgada a la estudiante de posgrado Yanisia Duarte Leal en el marco del Proyecto de colaboración Cuba-Brasil.

#### REFERENCIAS

1. Maji A, Nath R, Singh D, Garain PK. Effect of variability and edaphological characteristics on growth of *Sclerotium rolfii* (Sacc) causing collar rot disease of sunflower in coastal region of West Bengal, India. Legume

- Research An International Journal. 2018; 1-5pp doi: 10.18805/LR-3922.
2. Paz-Lima M, Lima M, Malafaia G, Ruaro L, Sales A, Cesar da Cunha P. Reação de suscetibilidade e distribuição espacial de *Sclerotium rolfii* em genótipos de feijoeiro. Gl. Sci Technol. 2015; 8(1):122 - 130.
3. Ayed F, Jabnoun-Khiareddine H, Aydi Ben Abdallah R, Daami-Remadi M. Effect of Temperatures and Culture Media on *Sclerotium rolfii* Mycelial Growth, Sclerotial Formation and Germination. J Plant Pathol Microbiol. 2018; 8(9): 446.
4. Hernández CA, Quintero E, Herrera L. Respuesta varietal y pérdidas causadas por el hongo *Sclerotium rolfii* en frijol común en diferentes épocas de siembra. Centro Agrícola. 2012; 39(1): 75-78.
5. Serra RS, Silva GS. Caracterização Biológica e Fisiológica de isolados de *Sclerotium rolfii* obtidos de Pimentão no Estado do Maranhão. Fitopatologia Brasileira. 2005; 30(1):61-66.
6. Santos CC, Reis A, Lopes CA. Grão de bico e lentilha: duas novas hospedeiras fabáceas de *Sclerotium rolfii* no Planalto Central do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças - (Boletim Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229; 92). 2013; 5-14p.
7. Hernández CA, Herrera L. Influences of different illumination range on the development “*in vitro*” of *Sclerotium rolfii* Sacc. Centro Agrícola. 2011; 38(3): 81-84.
8. Punja ZK. The biology, ecology and control of *Sclerotium rolfii* Sacc. Ann. Rev. Phytopathol. 1985; 23:97- 127.
9. Ünal F, Askin A, Koca E, Yildirim M, Ümit M. Mycelial compatibility groups, pathogenic diversity and biological control of *Sclerotium rolfii* on turfgrass. Journal of Biological Pest Control. 2019; 29:44.
10. Di Rienzo J, Balzarini M, González L, Tablada M, Guzmán W, Robledo C, et al. InfoStat Profesional versión 2.1. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. 2009. [Consultado: 24 de abril de 2020]; Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
11. Punja ZK, Grogan RG. Basidiocarp induction, nuclear condition, variability and heterokaryon incompatibility in

- Athelia* (*Sclerotium*) *rolfsii*. Phytopathology. 1983; 73: 1273-1278.
12. Muthukumar A, Venkatesh A. Effect of light and aeration on the growth of *Sclerotium rolfsii* *in vitro*. African Journal of Biotechnology. 2013; 12(49) :6843-6846.
  13. Hernández CA, Herrera L. Variabilidad cultural, morfológica y patogénica entre aislados de *Sclerotium rolfsii* Sacc. en diferentes caracteres. Centro Agrícola, 2014; 41(1): 39-45.
  14. Kokub D, Azam F, Hassan A, Ansar M, Asad MJ, Khanum A. Comparative growth, morphological and molecular characterization of indigenous *Sclerotium rolfsii* strains isolated from different locations of Pakistan. Pak. J. Bot. 2007; 39(5): 1849-1866.
  15. Moreno B, Acevedo R. Caracterización patogénica y estudio de los grupos de compatibilidad micelial en *Sclerotium cepivorum* Berk. Rev Iberoam Micol. 2002; 19: 115-119.
  16. Almeida AMR, Abdelnoor RV, Calvo ES, Tessnman D, Yorinori JT. Genotype diversity among Brazilian isolate of *Sclerotium rolfsii*. Journal of Phytopathology. 2001; 149:493.

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

**Yanisia Duarte Leal:** Contribuyó en la búsqueda de información y en el diseño de la investigación. Participó en la ejecución de los experimentos y evaluación de los resultados. Participó en el análisis, y redacción final. **Benedicto Martínez Coca:** Participó en la búsqueda de información y en el diseño de la investigación. Realizó contribuciones importantes en el análisis e interpretación de los datos. Participó en la revisión crítica del artículo, y aprobación final. **Adalberto C. Café Filho:** Colaboró en el diseño de la investigación, y contribuyó al desarrollo de las investigaciones. Participó en la redacción del borrador del artículo y la revisión crítica de su contenido. **Luiz Eduardo Bassay Blum:** Participó en la ejecución de los experimentos. Colaboró en el análisis e interpretación de los datos. Participó en la redacción del borrador del artículo y la revisión crítica de su contenido.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)