

EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL HONGO ENTOMOPATÓGENO *Nomuraea rileyi* (FARLOW) SAMSON Y SU EFECTIVIDAD SOBRE *Spodoptera frugiperda* J. E. SMITH

Yuselinda Céspedes, E. del Pozo, Irma García y A. Méndez

Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana, Carretera de Tapaste y Autopista Nacional, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.
Correo electrónico: yuselinda@isch.edu.cu

RESUMEN: El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la temperatura en la acción del aislamiento Nr-003 de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith en condiciones de laboratorio. Mediante un diseño completamente aleatorizado, con tres repeticiones, se evaluó el efecto de las temperaturas de: $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $24 \pm 3^{\circ}\text{C}$, $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ sobre la mortalidad, el desarrollo del hongo sobre el insecto y la producción de conidios en las larvas muertas por la acción de *N. rileyi*, así como la virulencia sobre larvas del tercer instar de *S. frugiperda*. Dentro de las condiciones ensayadas se encontró un marcado efecto de la temperatura sobre la mortalidad de larvas de *S. frugiperda* por el aislamiento N-003 de *N. rileyi*, observándose que, tanto el porcentaje de mortalidad como el de larvas cubiertas por el hongo, así como la virulencia (TL_{50}), se vieron favorecidas por las temperaturas más bajas. Asimismo, se demostró que la temperatura y la concentración del inóculo utilizado no tuvieron efecto sobre la producción de conidios de *N. rileyi* en larvas de *S. frugiperda*.

(Palabras clave: *Nomuraea rileyi*; *Spodoptera frugiperda*; virulencia)

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE ENTOMOPATHOGENIC FUNGUS *Nomuraea rileyi* (FARLOW) SAMSON AND ITS EFFECTIVENESS ON *Spodoptera frugiperda* J.E. SMITH

ABSTRACT: The present work was developed with the objective of evaluating the effectiveness of the isolate Nr-003 of the entomopathogenic fungus *N. rileyi* (Farlow) Samson on *S. frugiperda* J. E. Smith larvae in laboratory. With a completely randomized design, with three repetitions, the effect of different temperatures: $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $24 \pm 3^{\circ}\text{C}$, $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ and $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ on larvae mortality, the development of the fungus on the dead larvae, the conidial production and virulence of the isolate Nr-003 of *N. rileyi* were evaluated. Among the conditions assayed, there was an evident effect of temperature on *S. frugiperda* larvae mortality by the isolate Nr-003 of *N. rileyi*. The percentage of larval mortality, as well as the sick larvae and the virulence (TL_{50}), were favored by lower temperatures. It was also demonstrated that the temperature and the inoculum concentration used did not have any effect on the conidial production on dead larvae surfaces.

(Key words: *Nomuraea rileyi*; *Spodoptera frugiperda*; virulence)

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), después del trigo, es considerado el cereal más cultivado en el mundo ya que en el año 2006 su producción fue de 692,338 millones de toneladas (1). Este cereal es utilizado tanto en Cuba como en el mundo en la alimentación humana y

animal (2,3). Diversos son los organismos nocivos que afectan al cultivo, pero el de mayor importancia es *S. frugiperda* o "palomilla del maíz" (4). La importancia de esta última está dada no solo a los daños que causa, sino especialmente a lo difícil de su control (5). Durante muchos años, en el mundo se han utilizado los plaguicidas químicos para minimizar los daños que

producen esta y otras plagas (6). Estos plaguicidas, frecuentemente, no han sido completamente efectivos y han traído consigo perjuicios económicos y perturbación a los agroecosistemas.

Los hongos entomopatógenos constituyen una alternativa potencial en el control biológico de insectos plagas en la agricultura siendo la mayoría, además, inocuos al medio ambiente, el hombre y los animales (7, 8). Por su potencialidad como agente de control de insectos nocivos de importancia en Cuba se encuentra, entre otros, la especie *N. rileyi*, la cual ha sido señalada como un eficaz agente de control biológico, fundamentalmente contra larvas de lepidópteros de la familia Noctuidae (9, 10). Algunos de los aislamientos estudiados de *N. rileyi* son el Nr-001, Nr-002 y Nr-003, llegándose a conocer aspectos importantes de su virulencia y producción (11). Dos de los aspectos más importantes en el uso exitoso de estos hongos en el control biológico de plagas son su efectividad y la persistencia del inóculo en el campo; por lo tanto, una de las principales limitantes para su utilización es la eventual ocurrencia de condiciones ambientales adversas tales como altas temperaturas, baja humedad relativa, radiación ultravioleta, entre otros (12).

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la temperatura sobre la efectividad del aislamiento Nr-003 de *N. rileyi* en larvas de *S. frugiperda*, en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de los ensayos se utilizó el aislamiento Nr-003 de *N. rileyi* obtenido a partir de larvas infectadas por *S. frugiperda* colectadas en el municipio de Quivicán, La Habana. Este aislamiento es conservado en el cepario del laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de La Habana (UNAH).

Efecto de la temperatura sobre la mortalidad de larvas de *S. frugiperda* por el aislamiento Nr-003 de *N. rileyi*

Para este ensayo se localizó un campo cultivado de maíz, no sometido a tratamientos químicos, ni biológicos, donde se colectaron larvas del tercer instar de *S. frugiperda*, las cuales se llevaron al laboratorio y se sometieron a un proceso de selección, de acuerdo a su talla, color y vigor para obtener una muestra homogénea. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos, con tres repeticiones, colocando 10 insectos por repetición, para un total de 120 larvas de *S. frugiperda*.

Para la inoculación, las larvas se colocaron en una placa Petri sobre una lámina fina de una suspensión de esporas del hongo, con una concentración de 8×10^7 conidios.mL⁻¹, durante 1 min. Las larvas se extrajeron y se colocaron individualmente en placas Petri que contenían suficiente alimento (maíz), el cual se cambió diariamente. Los grupos formados se colocaron en incubadoras con diferentes condiciones de temperatura: $22 \pm 1^\circ\text{C}$, $27 \pm 1^\circ\text{C}$ y $30 \pm 1^\circ\text{C}$ y $24 \pm 3,1^\circ\text{C}$ (temperatura ambiente).

En número de larvas muertas se determinó cada 24 horas y se calculó el porcentaje de mortalidad a los 3, 5, 7 y 9 días post-inoculación. Los resultados obtenidos se transformaron según la expresión $\arcsen\sqrt{p}$ y se procesaron mediante un Análisis de Varianza de Clasificación Simple y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey al 5%.

Además, se determinó el porcentaje de larvas cubiertas por el micelio del hongo a los 5, 7, 9 y 16 días, para lo cual se mantuvieron dentro de las incubadoras y se contaron aquellas que comenzaban a adquirir una coloración blanquecina.

Efecto de la temperatura sobre la virulencia del aislamiento Nr-003 de *N. rileyi* sobre larvas de *S. frugiperda*

El procedimiento para el montaje y evaluación de este ensayo fue similar al descrito anteriormente, excepto que se utilizó un total de 90 larvas, las cuales fueron expuestas a dos condiciones de temperatura 24 ± 3.1 (temperatura ambiente) y $27 \pm 1^\circ\text{C}$, seleccionadas a partir de las exigencias del análisis a realizar. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos y un testigo. Se determinó la relación tiempo-mortalidad para la dosis utilizada (8×10^7 conidios.mL⁻¹, a través de un análisis de Probitas, calculándose el tiempo letal medio (TL₅₀). Este al ser un análisis de regresión no admite valores cero ni cien, y solo en estas dos condiciones de temperatura existían los tres o más pares de datos necesarios.

Producción de conidios del aislamiento Nr-003 de *N. rileyi* sobre larvas muertas de *S. frugiperda* en dos condiciones de temperatura

Se colectaron larvas del tercer instar de *S. frugiperda* en un campo de maíz, ubicado en el huerto y organopónico de la granja "El Guayabal", en los meses de febrero a marzo de 2007. Las larvas colectadas se seleccionaron en el laboratorio y se inocularon con una suspensión de conidios de *N. rileyi* de 8×10^7 conidios.mL⁻¹, divididas en dos grupos de 30 y expuestas a dos condiciones de temperatura: 22 ± 1 y $24 \pm 3,1^\circ\text{C}$, para un total de 60 larvas de *S. frugiperda*.

Después de 17 días, de cada grupo se seleccionaron 20 larvas infectadas para determinar la producción de conidios. Las larvas se pesaron individualmente en una balanza analítica, y se colocaron en frascos erlenmeyers de 100 mL que contenían 50 mL de una solución de agua destilada más Tween 80 al 0,05%. Posteriormente, estos se colocaron en una zaranda durante 15 min., a 120 golpes.min⁻¹. Una vez obtenidas las suspensiones conidiales se realizó el conteo de conidios en una cámara de Neubauer.

Con los datos obtenidos se determinó el número de conidios por gramo de larva y para el procesamiento de los mismos, previamente fueron transformados a su logaritmo (\log_{10}). Se utilizó un Análisis de Varianza de Clasificación Simple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la temperatura sobre la mortalidad de larvas de *S. frugiperda* con el aislamiento Nr-003 de *N. rileyi*

Los análisis estadísticos realizados para el primer (tres días) y segundo (cinco días) momento de eva-

luación no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos como puede observarse en la Tabla 1. Para el tercer momento de evaluación el resultado de la comparación de medias muestra diferencias significativas entre los tratamientos y los mayores porcentajes se obtuvieron en las temperaturas inferiores. Es de destacar que a los siete días se alcanzó el 100 % de larvas muertas en la variante 22°C, difiriendo esta del resto de los tratamientos. El análisis estadístico realizado para el cuarto momento de evaluación (nueve días) mostró diferencias significativas entre los tratamientos, obteniéndose la mayor mortalidad en la condición de 24°C. Como se puede observar, hubo mortalidad de larvas de *S. frugiperda* en este momento para las cuatro condiciones de temperatura evaluadas. La menor mortalidad se alcanzó en la variante de 30°C, en la cual se detectaron larvas muertas solo a los nueve días, y no sobrepasó el 10%.

Los resultados obtenidos corroboran lo informado por Devi (13), quien afirma que el rango óptimo de temperatura de este y otros hongos entomopatógenos, para su desarrollo, patogenicidad y sobrevivencia, fluctúa entre 20 y 30°C.

TABLA 1. Mortalidad en larvas de *S. frugiperda* por la acción de *N. rileyi* en diferentes momentos y temperaturas./ *Mortality of *S. frugiperda* larvae by *N. rileyi* at different moments and temperatures*

Momentos de evaluación (días)	Temperaturas °C	X orig. (%)	X transf.
3	22 ± 1	16,66	0,292
	24 ± 3	3,33	0,239
	27 ± 1	13,33	0,277
	30 ± 1	0,00	0,226
ESx			0,019 ns
C. V. (%)			12,65
5	22 ± 1	30,00	0,337
	24 ± 3	23,33	0,311
	27 ± 1	16,66	0,289
	30 ± 1	0,00	0,226
ESx			0,029 ns
C. V. (%)			17,19
7	22 ± 1	100,00	0,524 a
	24 ± 3	53,33	0,397 b
	27 ± 1	43,33	0,371 b
	30 ± 1	0,00	0,226 c
ESx			0,031
C. V. (%)			14,24
9	24 ± 3	96,66	0,516 a
	27 ± 1	60,00	0,422 b
	30 ± 1	10,00	0,268 c
ESx			0,028
C. V. (%)			7,64

Medias con letras iguales, dentro de cada momento, no difieren significativamente, ($p \geq 0.05$).

En otros estudios se señala que el valor óptimo para la infección de *Helicoverpa armigera* (Boddie), por *N. rileyi* es 20°C, donde encontraron el menor porcentaje de mortalidad en aquellos tratamientos con mayores valores de temperatura, como es el caso de 30°C, afirmando que esta no es una temperatura óptima para la infección del hongo (14).

En la Figura 1 se puede observar la dinámica de aparición de las larvas atacadas por *N. rileyi* en los diferentes momentos de evaluación. Como se aprecia, los mayores porcentajes se obtuvieron a las temperaturas de 22 y 24°C, los cuales fueron de 100 y 97%, respectivamente, seguido por la temperatura de 27°C, con un 60%.

A partir del quinto día, se puede observar que comienza a aparecer el hongo sobre el integumento de la larva muerta para las diferentes temperaturas utilizadas, excepto para 30°C, en la cual no se apreció efecto del hongo durante todo el período de evaluación. En otros estudios los resultados alcanzados a temperaturas de 30 y 34°C, muestran una baja mortalidad en larvas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner y no observaron el micelio del hongo cubriendo las larvas muertas (15).

En otros estudios de laboratorio se analizó la virulencia de *N. rileyi* en *Spodoptera litura* (Fabricius) bajo condiciones reguladas de temperatura, encontrándose que a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ *N. rileyi* indujo micosis, lo que demuestra que esta es una temperatura en la que se desarrolla este entomopatógeno, coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio. Sin embargo a $32 \pm 2^\circ\text{C}$ no observaron la acción de *N. rileyi*, debido a los efectos adversos que provocan las altas temperaturas sobre la acción patogénica de este hongo (16), aspecto este que coincide con los resultados obtenidos en este trabajo cuando se utiliza temperatura de 30°C.

Las larvas enfermas, después de varios días adquirieron una coloración verde pálido a verde malaquita. Se señala, además, que después de la acción de *N. rileyi* las larvas inicialmente tienen una coloración blanca, y posteriormente, los conidios verde pálido producidos son fácilmente desprendidos y transportados por el viento (17).

Los resultados obtenidos indican que el aislamiento Nr-003 de *N. rileyi* pudiera ser efectivo contra las larvas de *S. frugiperda* en aquellos periodos del año en que las temperaturas promedio se encuentren alrededor de los 24°C, como suele suceder en la provincia de La Habana, durante el invierno.

Efecto de la temperatura sobre la virulencia del aislamiento Nr-003 de *N. rileyi* sobre larvas de *S. frugiperda*

Como se puede apreciar en la Tabla 2, para ambas condiciones, existió una correlación positiva entre el tiempo y la mortalidad de las larvas, aunque el coeficiente de regresión de la ecuación resultó mayor para la temperatura de 24°C, sugiriendo una mayor respuesta del proceso evaluado en estas condiciones. El tiempo letal medio (TL_{50}) calculado fue de 5,94 días para la variante de 24°C, mientras que cuando la temperatura fue de 27°C, resultó ser de 7.78 días, o sea, el hongo resultó más virulento en la temperatura más baja, resultado este que corrobora lo encontrado en el ensayo anterior, donde se obtuvo un mejor efecto del hongo en las temperaturas más frescas.

Por otro lado, coincide con otros autores que afirmaron haber obtenido con las temperaturas más altas un menor porcentaje de mortalidad y valores más altos de tiempo letal medio, y señalaron que el valor óptimo de temperatura para el efecto del hongo

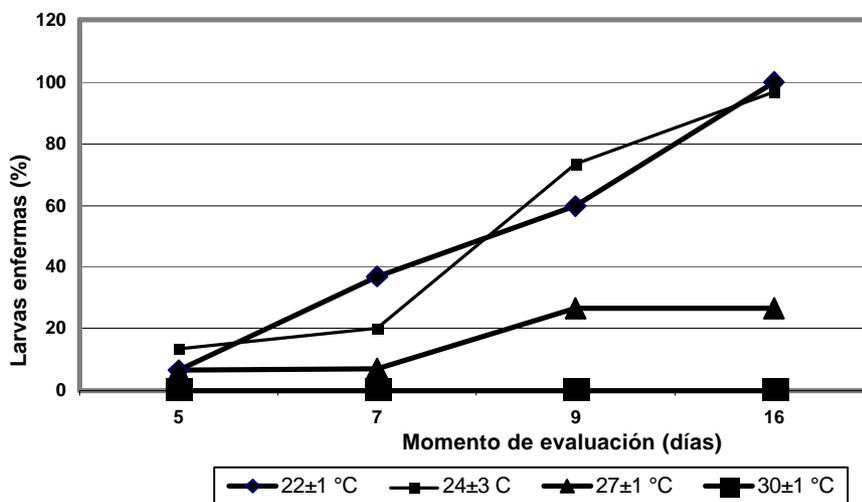


FIGURA 1. Dinámica de larvas enfermas por *N. rileyi*, a diferentes temperaturas. / Dynamics of sick larvae by *N. rileyi* at different temperatures.

TABLA 2. Virulencia de Nr-003 sobre larvas de *S. frugiperda*, en diferentes temperaturas./ *Virulence of Nr-003 on S. frugiperda* larvae at different temperatures

Indicadores	24 ± 3°C	27 ± 1 °C
Ecuación tiempo-mortalidad *	y = -28.81+ 8.14 x	y = -8.01+ 3.05 x
TL ₅₀ (días)	5.94	7.78
Intervalo de confianza (días)	5.47– 6.45	6.20– 9.75

* Con una concentración de 8×10^7 conidios. mL⁻¹

sobre *H. armigera* fue de 20°C, con un 95% de mortalidad y un TL₅₀ de 5,8 días, mientras que a 30°C se obtuvo solo un 18% de mortalidad, significando que esta no es una temperatura favorable para la infección de este hongo (14).

Otros autores obtuvieron valores similares de tiempo letal medio con el aislamiento Nr-003 de *N. rileyi* sobre larvas de *S. frugiperda*, 4,6 y 4,9 días (18, 19), mientras que, para una dosis de 10^7 conidios. mL⁻¹, los valores de tiempo letal medio para larvas de *H. armigera* y *S. litura* F. fueron de 6,33 y 6,67 días, respectivamente (12). Para la primera de estas dos especies, también se ha señalado una efectividad del hongo de un 70% (20).

Para otros aislamientos nativos de *N. rileyi*, Nr-001 y Nr-002, en trabajos anteriores con larvas de *S. frugiperda* se han obtenido valores de TL₅₀ de 5,72 y 6,87 días, respectivamente (21), con lo cual se corrobora que distintos aislamientos de un mismo microorganismo entomopatógeno pueden presentar diferencias en su virulencia sobre un mismo insecto (12, 22).

Por otro lado, se sugiere que el efecto de la temperatura en el proceso infectivo depende de la interacción hospedante-aislamiento fungoso, y que la selección de cepas candidatas para el control microbiano debe tener en cuenta no solo la temperatura óptima para el crecimiento del hongo, sino también la temperatura óptima para la infección del insecto por el mismo (23, 24), sin olvidar el posible efecto que puede ejercer la planta hospedante, el llamado "efecto tritrófico" (25, 26).

Los resultados obtenidos muestran que *S. frugiperda* pudiera expresar una mayor susceptibilidad al aislamiento Nr-003 de *N. rileyi* en aquellas épocas del año donde los valores de temperaturas estén alrededor de los 24°C, ya que en estas condiciones, el hongo demora menos tiempo en ejercer su acción patogénica sobre el insecto, en relación con temperaturas más altas.

Producción de conidios del aislamiento Nr-003 de *N. rileyi* sobre larvas muertas de *S. frugiperda* en dos condiciones de temperatura

El análisis estadístico realizado no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, como puede apreciarse en la Tabla 3. En ambos tratamientos, la producción de conidios alcanzó valores del orden de 10^{10} conidios.g⁻¹ de larva muerta, aunque fue algo superior en la variante de 22°C.

TABLA 3. Producción de conidios de Nr-003 sobre larvas de *S. frugiperda*, a diferentes temperaturas./ *Conidia production of Nr-003 on S. frugiperda* larvae at different temperatures

Temperatura (°C)	Media original (conidios. g ⁻¹ de larva)	Media transf.
22 ± 1	$5,02 \times 10^{10}$	10,27
24 ± 3	$1,59 \times 10^{10}$	10,03
C.V. (%)	5,82	
ESx	0,152 NS	

Los resultados obtenidos en este ensayo son similares a los informados cuando se comparó la producción de conidios por larva en distintos instares larvales de *S. litura*, donde se obtuvo una producción de $3,5 \times 10^{10}$ conidios.g⁻¹ de larva (27). Por otro lado, se registró, en condiciones de campo, una esporulación de $3,80 \times 10^9$ y $7,01 \times 10^9$ conidios.g⁻¹ de cadáver, mientras que en condiciones de laboratorio la máxima esporulación fue de $5,67 \times 10^9$ conidios.g⁻¹ de cadáver y la mínima fue de $2,0 \times 10^8$ (28). Es importante destacar que estos resultados dependen en gran medida de las condiciones bajo las cuales estén sometidas las larvas inoculadas y de la virulencia del aislamiento.

Es importante tener esto en cuenta para una futura utilización del hongo como agente de control, ya que el inóculo inicial podría tener una baja concentra-

ción, pero si se dan las condiciones, el potencial de inóculo podría resultar considerable, siendo esto ventajoso para propiciar epizootias tempranas del hongo en el campo, ya que cuando las larvas mueren, se convierten en fuente de inóculo y foco de la infección (17).

Es de destacar que la información obtenida en este ensayo es de gran importancia, pues se demostró que en las condiciones evaluadas el aislamiento Nr-003 de *N. rileyi* es capaz de producir gran número de conidios sobre los cadáveres de *S. frugiperda*. La capacidad de un hongo entomopatógeno de esporular profusamente sobre el cadáver del insecto hospedante brinda la posibilidad de contar con el potencial de inóculo requerido para el desarrollo de futuras epizootias en el campo.

REFERENCIAS

1. Umaman I. Producción de maíz. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Forestación. Dirección Nacional de Producción Agropecuaria y Forestal. Dirección de Agricultura. 2006; 48 p.
2. Castillo N, González C. Efecto del color y la altura de las trampas sobre la captura de cicadélidos en la asociación Frijol y Maíz. *Rev Protección Veg.* 2005;20(2):128-131.
3. González E, Sanroma G, Rovesti L, Palma R. Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV), La Habana, Cuba. 2007.
4. Piedra F, Pérez E, Blanco E. Manejo Integrado de la palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith). En: Actas del Tercer Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal; 1997. 23-27 de jun, Ciudad de La Habana; 1997. p. 73.
5. De Melo P, Fernandes M, Degrande P, Cessa R, Salomão J, Nogueira R. Distribuição Espacial de Plantas Infestadas por *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) na Cultura do Milho. *Neotrop Entomol.* 2006;35(5):689-697.
6. Elbert A. Los productos fitosanitarios en el nuevo milenio. En: Actas del IV Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal; 2001. 11 de jun Varadero, Cuba. 2001. p. 2-3.
7. Zambrano C, Sepúlveda M, Zambrano E, Molina N. Hongos entomopatógenos en Venezuela: *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor. Caracterización, formulación, producción y aplicación. 2003. Disponible en: <http://pegasus.ucla.edu.ve/CCC/RESUMEN/agronomia/c1-32-ag.htm>. (Consulta: 4 mar 2006).
8. Alatorre R, Guigón C, Guzmán M, Barajas G (Eds.). Hongos entomopatógenos. En: Actas XII Curso Nacional de Control Biológico, Sociedad Mexicana de Control Biológico: 2001. 9-10 de ago Chihuahua, México; 2001. p. 169-179.
9. Driesche R, Bellows T. *Biological Control*. Chapman y Hall, New York. 1996.
10. Sosa R, Delpin K, Moscardi F, Nozaki M. The Impact of Fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson Epizootics and on Populations of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on Soybean. *Neotrop Entomol.* 2003;32(2):287-291.
11. García Irma, Pozo E. del. *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson y *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown y Smith como alternativas en el manejo de plagas agrícolas. Anuario. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. (monografía) 2004.
12. Devi V, Mohan C, Padmavathl J, Ramesk K. Susceptibility to fungi of cotton Bollworms before and after a natural epizootic of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* (Hyphomycetes). *Biocontrol Sci and Technol.* 2003;13(3):367-37.
13. Devi V. Research on microbial control of insect pest at DOR. Newsletter. 2000; 6(1):29-33.
14. Tang L, Hou R. Effects of environmental factors on virulence of the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*, against the corn earworm, *Helicoverpa armigera* (Lep. Noctuidae). *J Appl Entomol.* 2001;125:243-248.
15. Edelstein J, Trumper E, Lecuona R. Temperature-dependent development of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson in *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) larvae (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotrop Entomol.* 2005; 34(4):593-599.

16. Maheswara C, Devi K, Akbar P. Effect of combination treatment with entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Nomuraea rileyi* (Hypocreales) on *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Biocontrol Sci Technol.* 2006;16(3/4):221-232.
17. Carballo V. Proyecto PFNOS CATIE/GTZ. 2000. Disponible en: http://www.ikisan.com/links/ap_bhendiInsect%20Management.shtml. (Consulta: 5 feb 2006).
18. Méndez A, E del Pozo, García I. Producción de biomasa del aislamiento Nr-003 de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson en diferentes medios de cultivo líquidos con agitación, y su virulencia sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith. *Rev Protección Veg.* 2007 22(2):173-177.
19. Desphande M, Chandele A, Nahar P, Hadapad A, Patil G, Ghormade, V, et al. Entomopathogenic fungi - mycoinsecticides useful against lepidopteran pests in pulses. *Bull OILB/SROP.* 2003;26(1):27-30.
20. García I, E del Pozo, Céspedes Y, Méndez A. Producción de biomasa *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, aislamiento Nr-003, en diferentes medios de cultivo líquido, con agitación. *Rev Protección Veg.* 2006;21(3):118-123.
21. Bertoldo Lúcia, Rossato M, da Silva Rute, Monteiro Neiva. Characterization of *Nomuraea rileyi* strains using polymorphic DNA, virulence and enzyme activity. *Brazilian Archives of Biol and Technol.* 2003;46(1):13-18.
22. Lee M, Yoon Ch, Yi J, Cho J, Kim H. Cellular immune responses and FAD-glucose dehydrogenase activity of *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae) challenged with three species of entomopathogenic fungi. *Physiol Entomol.* 2005;30(3):287-292.
23. Maniania N, Fargues J. Susceptibility of *Mamestra brassicae* (L.), and *Spodoptera littoralis* (Boisd.) larvae (Lep., Noctuidae) to the Hyphomycetes *Paecilomyces fumosoroseus* (Brown and Smith) and *Nomuraea rileyi* (Samson) at two temperatures. *Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie.* 1992;113 (5):518-524.
24. Gallardo F, Boethel D, Fuxa J, Richter A. Susceptibility of *Heliothis zea* (Boddie) larvae to *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson: effects of alpha-tomatine at the third trophic level. *J Chem Ecology (USA).* 1990;16(6):1751-1759.
25. Manjula K, Nagalingam B, Rao PA. Occurrence of *Nomuraea rileyi* on *Spodoptera litura* and *Helicoverpa armigera* in Guntur District of Andhra Pradesh. *Annals of Plant Protection Sciences,* 2003;11(2):224-227.
26. Patil K, Lingappa S, Hiremath G, Hiremath V. Efficacy of botanicals with *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson in groundnut ecosystem. Biological control of lepidopteran pests. In: *Proceedings of the Symposium of Biological Control of Lepidopteran Pests, Jul 17-18, 2002, Bangalore, India, 2003; 313-317.*
27. Gopalakrishnan, C.; Mohan, S. Influence of larval instars of *Spodoptera litura* F. in the production of conidia of *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson. *J Insect Sci* 2003;(1-2):65-66.
28. Sujii, E, Carvalho V, Tigano E. Cinética da Esporulação e Viabilidade de Conídios de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson sobre Cadáveres da Lagarta-da-Soja, *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), em Condições de Campo. *Neotrop Entomol.* 2002;31(1):85-90.

(Recibido 7-4-2008; Aceptado 7-10-2008)