

## Efecto de bioproductos sobre plagas emergentes en raíces y tubérculos tropicales en condiciones de laboratorio

### Effect of bioproducts on emerging pests in tropical roots and tubers under laboratory conditions

<https://orcid.org/0000-0003-3519-1444>

Rosa Elena González Vázquez\* y María del Carmen Castellón Valdés

Instituto de  
Investigaciones de  
Viandas Tropicales  
(INIVIT).  
Apartado 6, Santo  
Domingo, CP: 53 000,  
Villa Clara, Cuba.

\*Autora para la  
correspondencia:  
[virologia@inivit.cu](mailto:virologia@inivit.cu)

#### RESUMEN

El reconocimiento de lesiones provocadas por plagas emergentes en raíces y rizomas tropicales, motivó la realización del presente estudio con el objetivo de evaluar el efecto de bioproductos sobre estos insectos en condiciones de laboratorio. Se utilizaron larvas de *Diaprepes* spp., *Spodoptera latifascia*, *Lagochirus dezayasi*, *Pachnaeus litus*, y de las familias Scarabeidae y Elateridae. Se evaluaron cinco tratamientos para los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* (Cepa Ma-11) y *Beauveria bassiana* (Cepa Bb-1) y diez concentraciones de infestivos juveniles de tercer estadio del nematodo *Heterorhabditis amazonensis* (cepa HC1). La comparación estadística de los valores relacionados con el número de larvas muertas en cada tratamiento, se realizó mediante las pruebas de *Kruskal Wallis* y *Mann-Whitney*. Con concentraciones a partir de 150 000 y 200 000 conidios·g<sup>-1</sup> de suelo de *M. anisopliae* y *B. bassiana* respectivamente, se logró más del 90% de mortalidad de larvas. Además, se obtuvo 100 % de mortalidad con concentraciones superiores a 1 200 ij3 del nematodo *H. amazonensis*. Los bioproductos evaluados fueron efectivos para el control de las plagas emergentes en boniato, malanga y yuca, lo que constituye un elemento importante a tener en cuenta en el diseño de tácticas para su manejo.

**Palabras clave:** bioplaguicidas, raíces, rizomas, susceptibilidad.

#### ABSTRACT

The recognition of lesions caused by emerging pests in tropical roots and rhizomes motivated the present study, which aimed to evaluate the effect of bioproducts on these insects under laboratory conditions. Larvae of *Diaprepes* spp., *Spodoptera latifascia*, *Lagochirus dezayasi*, *Pachnaeus litus*, and members of the Scarabeidae and Elateridae families were used. Five treatments for the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* (Strain Ma-11) and *Beauveria bassiana* (Strain Bb-1) and ten concentrations of third-stage juvenile infestants of the nematode *Heterorhabditis amazonensis* (strain

HC1) were evaluated. Statistical comparisons of the values related to the number of dead larvae in each treatment were performed using the *Kruskal-Wallis* and *Mann-Whitney* tests. With concentrations of 150,000 and 200,000 conidia·g<sup>-1</sup> of soil of *M. anisopliae* and *B. bassiana*, respectively, larval mortality was over 90%. Furthermore, 100 % mortality was obtained with concentrations above 1,200 ij3 of the nematode *H. amazonensis*. The evaluated bioproducts were effective in controlling emerging pests in sweet potato, taro, and cassava, which is an important element to consider when designing management strategies.

**Keywords:** bioplagicide, roots, rhizomes, susceptibility.

## INTRODUCCIÓN

Durante la última década se han informado nuevos insectos provocando lesiones en boniato (*Ipomoea batatas* L. Lam), malanga (*Colocasia esculenta* Schott.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Se reconoció la presencia de plagas emergentes de la familia Elateridae y el género *Diaprepes* en plantaciones de boniato, con el consiguiente deterioro de la calidad de la producción obtenida (Castellón *et al.*, 2015). Además, en este cultivo, fueron informadas lesiones ocasionadas por *Spodoptera latifascia* W. (Lepidoptera: Noctuidae) (Castellón y González, 2020) y por larvas de la familia Scarabeidae (Castellón y González, 2022). Estas especies fueron mencionadas como responsables de ocasionar lesiones a los rizomas de malanga (Castellón *et al.*, 2016). Por otro lado, la especie *Lagochirus dezayasi* Dillon (Coleoptera: Cerambycidae) una plaga que hasta el presente solo se le observaba barrenando los tallos de la yuca, se reconoció provocando serios daños en las raíces reservantes y se identificaron larvas de *Pachnaeus* spp (Coleoptera: Curculionidae), alimentándose de la corteza de estas raíces (Folgueras *et al.*, 2020).

Aunque las lesiones provocadas por estos insectos, no superan el umbral económico y en ocasiones pasan inadvertidas para los productores, pueden llegar a convertirse en plagas primarias para estos cultivos, de ahí la necesidad de realizar estudios que permitan diseñar tácticas para su manejo. El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de bioproductos sobre las plagas emergentes de boniato,

malanga y yuca en condiciones de laboratorio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Manejo de Plagas del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). En todos los tratamientos se emplearon cinco larvas de *Diaprepes* spp, *Spodoptera latifascia*, *Lagochirus dezayasi*, *Pachnaeus litus*, larvas de la familia Scarabeidae y de la familia Elateridae, las cuales procedían de un pie de cría en condiciones de laboratorio (temperatura media de  $26,6 \pm 5,5$  °C y una humedad relativa de  $78,2 \pm 6,5$  %), sin síntomas visuales de parasitismo.

Se utilizaron los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* (Cepa Ma-11) (concentración  $2,5 \times 10^9$  conidios por gramo, viabilidad 95,5 %) y *Beauveria bassiana* (Cepa Bb-1) (concentración  $3,5 \times 10^8$  conidios por gramo y viabilidad 92,6 %). Ambos fueron adquiridos en el Laboratorio Provincial de Labiofam en la provincia de Sancti Spiritus.

Se emplearon las siguientes concentraciones para cada hongo entomopatógeno:

- 50 000 conidios por gramo de suelo ( $3 \times 10^8$  conidios por recipiente).
- 100 000 conidios por gramo de suelo ( $6 \times 10^8$  conidios por recipiente).
- 150 000 conidios por gramo de suelo ( $9 \times 10^8$  conidios por recipiente).
- 200 000 conidios por gramo de suelo ( $1,2 \times 10^9$  conidios por recipiente).
- 250 000 conidios por gramo de suelo ( $1,5 \times 10^9$  conidios por recipiente).

Se concibió un tratamiento control al que se le asperjó agua estéril, con igual cantidad de larvas.

La aplicación de las concentraciones se realizó sobre 6,0 kg de suelo Pardo mullido carbonatado (Hernández-

Jiménez *et al.*, 2015), extendido sobre papel Craft previamente esterilizado a 105 °C durante 24 horas en estufa.

El suelo correspondiente a cada tratamiento una vez inoculado, se introdujo en cantidades de 355 gramos en placas Petri de 14 cm de diámetro, y se le añadieron 79,1 mL de agua para garantizar una humedad aproximada al 80 % de la capacidad de campo, según lo referido por Castellón (2011).

Se realizaron cinco réplicas por cada tratamiento para un tamaño de muestra de 150 larvas. Como criterio de selección se utilizó el que produjera más del 90 % de mortalidad.

Se observó diariamente y hasta las 192 horas, para detectar signos de parasitismo. Una vez determinados estos signos, las larvas fueron trasladadas a placas Petri de 8,5 cm de diámetro, con papel de filtro doble y humedecido en el fondo (previamente esterilizado a 120 °C durante 10 minutos en autoclave), para favorecer la aparición de los cuerpos reproductores del hongo y realizar las preparaciones fijas para comprobar la identidad de los mismos.

Para evaluar la acción de los nematodos entomopatógenos se utilizó la cepa HC1 de *H. amazonensis*, que provenía del Laboratorio de Producción de Medios Biológicos del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). A partir de la suspensión primaria, se calcularon las

$$S = N * \frac{1}{M} * (x + 1)$$

concentraciones iniciales y se utilizaron las fórmulas citadas por (Woodring y Kaya, 1988):

Donde:

N= Promedio de nematodos por sub muestra al microscopio.

M= Mililitros de la sub muestra.

S= Concentración (nematodos por mililitro) en la solución madre.

X+1= Dilución realizada.

Para preparar las soluciones con las concentraciones deseadas a partir de la suspensión primaria, se empleó la fórmula siguiente citada por los autores anteriores:

$$A = \frac{D * C}{B}$$

Donde:

A= Volumen inicial de la suspensión que se desea diluir.

B= Número de nematodos por mL de esta suspensión.

C= Volumen final en mL de la nueva dilución.

D= Concentración deseada en la nueva dilución.

Con los valores obtenidos de C, se realizaron las aplicaciones.

Se establecieron las siguientes concentraciones de infestivos juveniles por cada 0,25 kg de suelo ( $ij_3\text{-suelo}^{-1}$ ): 150, 300, 450, 600, 750, 900, 1050, 1200, 1350, 1500 y un tratamiento control con igual cantidad de insectos al que se le aplicó agua estéril. Se realizaron cinco repeticiones por cada una de estas.

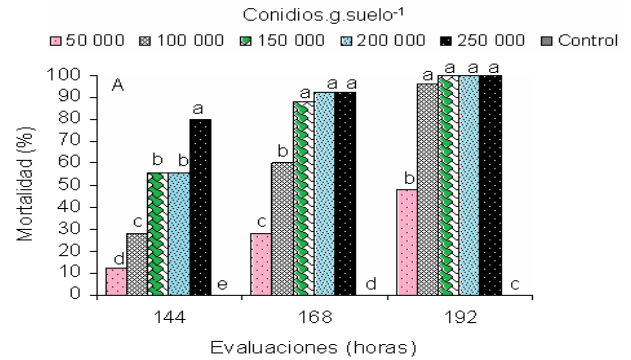
Las concentraciones fueron asperjadas a 0,25 kg de suelo Pardo mullido carbonatado (Hernández-Jiménez *et al.*, 2015) previamente esterilizado, que se situó en recipientes plásticos de 8,5 cm de diámetro por 7,5 cm de altura, los que contenían una raíz tuberosa de boniato del cultivar INIVIT B2-2005 (90-100 g), procedente de plantas producidas *in vitro* en fase de aclimatización. Los tubérculos empleados fueron lavados y desinfectados con hipoclorito al 1 % antes de colocarlos en los recipientes y posteriormente a dos centímetros de profundidad, se colocaron cinco larvas, para ser infestadas con los  $ij_3$ .

Las observaciones se realizaron a partir de las 24 horas y hasta las 96 horas de inoculados los nematodos, momento en que se evaluó la mortalidad de las larvas. Transcurridos diez días, las larvas que presentaron los signos de mortalidad, se transfirieron a trampas *White* modificada según Salas-Luévano (2001), para la extracción de los i<sub>3</sub> de los cadáveres. Este experimento se repitió con el empleo de los i<sub>3</sub> emergidos y cosechados para comprobar la efectividad de los mismos sobre las larvas.

La comparación de los valores relacionados con el número de larvas muertas se realizó mediante las pruebas de *Kruskal Wallis* y *Mann-Whitney*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados permitieron comprobar la susceptibilidad de las larvas frente a *M. anisopliae* y *B. bassiana*. A partir de las 96 horas para los dos hongos estudiados, las larvas presentaron movimientos más lentos. En las aplicaciones con el hongo *M. anisopliae* las larvas comenzaron a morir a las 144 horas. Sin embargo, a partir de las 168 horas con las concentraciones de 200 000 y 250 000 conidios·g. suelo<sup>-1</sup> se logró más del 90% de mortalidad de los insectos. Estas concentraciones no difirieron con la concentración de 150 000 conidios·g. suelo<sup>-1</sup> pero esta última no sobrepasó el criterio de selección fijado en el presente trabajo. Con los restantes tratamientos y el control, las concentraciones anteriormente mencionadas difirieron significativamente. A partir de las 192 horas, con concentraciones de 100 000 hasta 250 000 conidios·g. suelo<sup>-1</sup> se superó el 90 % de mortalidad de larvas (Figura 1).

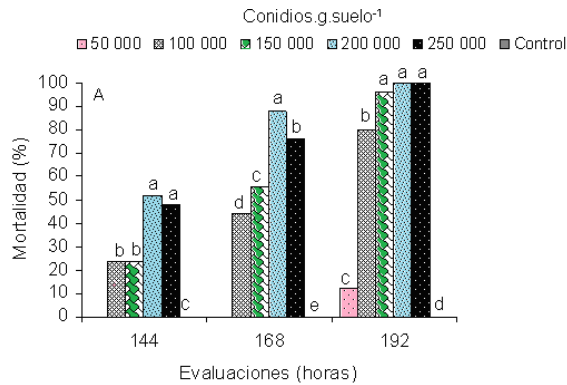


**Figura 1.** Susceptibilidad de las larvas de *Diaprepes* spp, *Spodoptera latifascia*, *Lagochirus dezayasi*, *Pachnaeus litus*, larvas de la familia Scarabeidae y de la familia Elateridae a diferentes concentraciones de *M. anisopliae*.

Este resultado fue cuantitativamente superior al obtenido por Fernández *et al.* (2020), quienes obtuvieron 85 % de mortalidad de larvas de *Galleria mellonella* L., después de siete días de tratadas con *M. anisopliae*. Por otro lado, este hongo entomopatógeno ha sido efectivo contra larvas de coleópteros y dípteros, como *Aedes aegypti*, con resultados prometedores en la inhibición del desarrollo larval (García *et al.*, 2020). Cuando se aplicó *B. bassiana*, las primeras mortalidades ocurrieron a las 144 horas en todos los tratamientos a excepción de la concentración de 50 000 conidios·g suelo<sup>-1</sup> en las que las muertes se produjeron a las 192 horas. A partir de la concentración de 150 000 conidios·g suelo<sup>-1</sup> se alcanzaron mortalidades superiores al 90 %, lo que denota que este entomopatógeno presentó menor agresividad que *M. anisopliae* (Figura 2).

Este resultado coincide con el obtenido por Ali *et al.* (2022), quienes evaluaron el efecto de este hongo sobre larvas de *Tenebrio molitor* L., alcanzando una mortalidad del 90 % después de los cinco días. *B. bassiana* ha mostrado una alta eficacia contra larvas de lepidópteros

como *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith y *Helicoverpa armigera* Hübner, con tasas de mortalidad que superan el 80 % (Kumar *et al.*, 2019; Smith *et al.*, 2021).



**Figura 2.** Susceptibilidad de larvas de *Diaprepes* spp, *Spodoptera latifascia*, *Lagochirus dezayasi*, *Pachnaeus litus*, larvas de la familia Scarabeidae y de la familia Elateridae a diferentes.

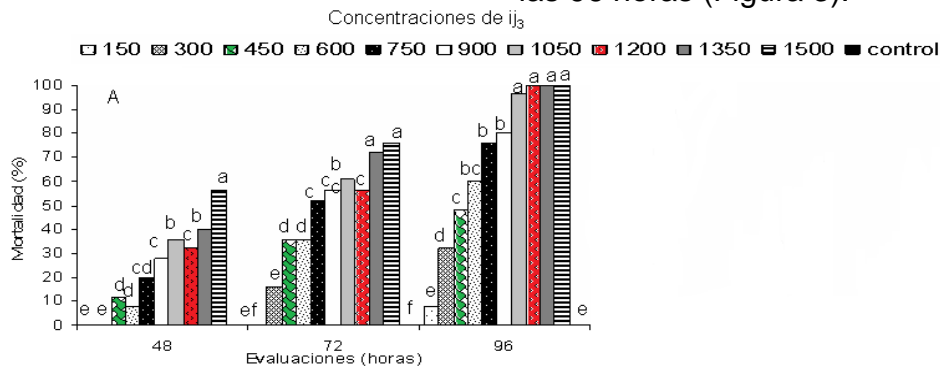
Todas las larvas permanecieron blandas y flexibles. Transcurridos tres días de la muerte de los insectos, se observó el crecimiento del micelio del hongo sobre los cadáveres, con la subsiguiente

aparición de los cuerpos reproductores, a partir de los cuales se pudo corroborar el agente causal.

Tanto *M. anisopliae* como *B. bassiana* actúan a través de la penetración de la cutícula larval, seguida de la proliferación de hifas y la producción de toxinas que causan la muerte del hospedero. Estudios han destacado que *B. bassiana* produce enzimas como proteasas y quitinasas, que facilitan la degradación de la cutícula (Ali *et al.*, 2022). *M. anisopliae*, por su parte, produce metabolitos secundarios como la destruxina, que afecta el sistema inmunológico de las larvas (Zhang *et al.*, 2021).

Las larvas tratadas con *H. amazonensis* en condiciones de laboratorio, aumentaron el porcentaje de mortalidad según se incrementó la concentración de  $ij3\text{-suelo}^{-1}$ .

Los insectos comenzaron a morir a partir de las 48 horas en todos los tratamientos evaluados con excepción de las menores concentraciones en que las primeras mortalidades de larvas se produjeron a las 96 horas (Figura 3).



Barras con letras desiguales para cada tiempo, difieren para las pruebas de *Kruskall Wallis/Mann-Whitney*  
**Figura 3.** Susceptibilidad de larvas de *Diaprepes* spp, *Spodoptera latifascia*, *Lagochirus dezayasi*, *Pachnaeus litus*, larvas de la familia Scarabeidae y de la familia Elateridae a *H. amazonensis* (cepa HC1) en diferentes concentraciones.

A las 96 horas y a partir de los 600  $ij3\text{-suelo}^{-1}$  se apreció que la mortalidad en larvas fue superior al 50 % sin diferencias significativas entre las concentraciones desde 1 050 hasta 1 500  $ij3\text{-suelo}^{-1}$ . El 100

% de mortalidad se produjo a la concentración de 1 200  $ij3\text{-suelo}^{-1}$ , lo que evidenció que *H. amazonensis* (cepa HC1) fue efectiva para causar la muerte de estos insectos.

Las larvas parasitadas tomaron un color pardo rojizo, evidenciado por las especies del género *Heterorhabditis*, descrito por Woodring and Kaya (1988).

Según Silva *et al.* (2020), este nematodo entomopatógeno mostró una alta eficacia contra larvas de *Spodoptera frugiperda*, con una mortalidad superior al 90 % en similares condiciones a las de este estudio. Específicamente la cepa HC1 actúa a través de la penetración en la cavidad corporal de las larvas, donde libera bacterias simbióticas del género *Photorhabdus*. Estas bacterias producen toxinas que causan la muerte del hospedero y proporcionan nutrientes para la reproducción del nematodo. Esta cepa es particularmente eficaz debido a su alta capacidad de búsqueda y penetración en el huésped (Costa *et al.*, 2022).

## CONCLUSIÓN

Los bioproductos evaluados fueron efectivos para el control de larvas de las plagas emergentes en boniato, malanga y yuca, lo que constituye un elemento importante a tener en cuenta en el diseño de tácticas para su manejo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ali, S., Zhang, C. and Wang, Z. 2022. Enzymatic activity of *Beauveria bassiana* and its role in the infection process of insect larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*, 189, 107-115. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2022.107115>.
- Castellón, M.C y R.E. González. 2022. Lesiones ocasionadas por larvas de la familia Scarabeidae en plantaciones de *Ipomoea batatas* L. y *Colocasia esculenta* Schott. *Agricultura Tropical*, 8(2):63-67.
- Castellón, M.C. 2011. Estudios biológicos y elementos para el manejo de *Typophorus nigritus* Fabricius (Coleoptera: Chrysomelidae) en plantaciones de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Departamento de Agronomía. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. 145 pp.
- Castellón, M.C. y R.E. González. 2020. Primer informe de lesiones ocasionadas por *Spodoptera latifascia* (W.) (Lepidoptera: Noctuidae) en raíces tuberosas de boniato. *Agricultura Tropical*, 6 (2): 59-62.
- Castellón, M.C., E. Espinosa y W. Caballero. 2016. Daño ocasionado por *Spodoptera latifascia* W. (Lepidoptera: Noctuidae) al rizoma de la malanga Colocasia. *Agricultura Tropical*, 2(2): 50-56.
- Castellón, M.C.; Y. García; X. Rojas y G. Cartaya. 2015. Reconocimiento de organismos plagas presentes en raíces tuberosas de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam. *Agricultura Tropical*, 1(1): 66-69.
- Costa, M., Silva, R. and Oliveira, C. 2022. Efficacy of *Heterorhabditis amazonensis* HC1 against *Galleria mellonella* larvae in laboratory conditions. *Nematology*, 24(3), 345-352. <https://doi.org/10.1163/15685411-00003567>.
- Fernández, M., López, J. and Pérez, A. 2020. Influence of temperature and humidity on the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Spodoptera frugiperda* larvae. *Biological Control*, 144, 104-112. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104112>.
- Folgueras, M., M.C. Castellón; L. Morales; A. Dávila; R.E. González; V. Ventura; J.E. González y C. Pons. 2020. Manual Práctico. Manejo integrado de plagas en raíces, rizomas y tubérculos tropicales, plátanos y bananos. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales. Villa Clara, Cuba. 139 pp.

- García, M.; Silva, R. and Martínez, L. 2020. Laboratory evaluation of *Metarhizium anisopliae* for the control of *Aedes aegypti* larvae. *Journal of Vector Ecology*, 45(1), 78-85. <https://doi.org/10.1111/jvec.12345>.
- Hernández Jiménez, A., Bosch Infante, D., Pérez Jiménez, J. y Castro Speck, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. San José de las Lajas, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Kumar, R., Singh, P. and Yadav, S. 2019. Impact of entomopathogenic fungi on the survival and development of *Helicoverpa armigera* larvae under laboratory conditions. *Crop Protection*, 120, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.01.015>.
- SALAS-LUÉVANO, M.A. 2001. Existencia de nematodos entomopatógenos (*Steinernematidae* y *Heterorhabditidae* en agrosistemas del cañón de Juchipila zacatecas, FCBA-Universidad de Colima, México. Disponible en: <http://www.ciu.reduaz.mx/investigacion/Agropecuarias/WORD/ap09-009.doc>.
- SILVA, R., OLIVEIRA, C. and SANTOS, V. 2020. Efficacy of *Heterorhabditis amazonensis* HC1 against *Spodoptera frugiperda* larvae under laboratory conditions. *Biological Control*, 150, 104-112. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104112>.
- SMITH, J., BROWN, T. and LEE, H. 2021. Efficacy of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against *Spodoptera frugiperda* larvae in laboratory conditions. *Journal of Invertebrate Pathology*, 180, 107-115. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2021.107115>.
- WOODRING, J. y KAYA, H. 1988. Steinernema and *Heterorhabditis*: A hand handbook of biology and Techniques. *Southern Cooperative Series Bulletin*, 331, 1-30.
- ZHANG, Y., LI, X., and WANG, H. 2021. Destruxin production by *Metarhizium anisopliae* and its role in larval mortality of *Plutella xylostella*. *Fungal Biology*, 125(3), 234-241. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2021.02.003>.

---

Recibido: 22 de abril de 2025; Aceptado: 23 de junio de 2025

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:**

**Conceptualización y curación de datos:** Rosa Elena González Vázquez y María del Carmen Castellón Valdés

**Investigación:** Rosa Elena González Vázquez y María del Carmen Castellón Valdés

**Validación:** Rosa Elena González Vázquez

**Escritura-borrador original:** Rosa Elena González Vázquez

**Redacción-revisión y edición:** Rosa Elena González Vázquez y María del Carmen Castellón Valdés

**Administración de proyectos:** Rosa Elena González Vázquez

**Ética:** El autor para la correspondencia confirma que todos los demás autores han leído y aprobado el manuscrito y que no existen cuestiones éticas involucradas.

La referencia a marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos se realiza únicamente con fines de identificación, sin que ello implique ningún compromiso promocional por parte de los autores ni del editor.