

Efecto del número de criba en la recuperación de fitonemátodos de muestras de raíces de banano (*Musa AAA*)

Effect of sieve number on banana (*Musa AAA*) root samples phytonematode recovery

Cesar Chávez¹ y Mario Araya²

¹ Laboratorio de Análisis Agrícola. Machala, Ecuador

² AMVAC Chemical Corporation, Grecia, Alajuela, Costa Rica, marioa@amvac-chemicalcr.com

RESUMEN

Tres experimentos con 15 repeticiones cada uno fueron desarrollados para evaluar el efecto del número de criba no. 325 (0,045 mm) en la recuperación de nemátodos. Cada experimento fue repetido dos veces. La extracción de nemátodos se hizo con el método de licuado-tamizado usando tres arreglos de cribas para la recuperación de los nemátodos. En el primer experimento el arreglo de cribas evaluado fue 0,25/0; 106/0; 045/0,038 mm, en el segundo fue 0,25/0; 106/0; 045/0; 025 mm, y en el tercero fue 0,25/0; 106/0; 045/0; 020 mm. Los nemátodos recuperados en las cribas no. 0,045/0,038 exp I, no. 0,045/0,025 mm exp II y no. 0,045/0,020 mm exp III fueron contados, y la suma de nemátodos en ambas cribas se consideró como la población potencial recuperable. El número de *Pratylenchus* spp. ($P = 0,1927$) fue similar en ambas cribas la de 0,045 y 0,038 mm, mientras el número de *R. similis* ($P < 0,0001$), *Helicotylenchus* spp. ($P = 0,0010$) y nemátodos totales ($P < 0,0001$) fue mayor en la criba de 0,045 mm. Las poblaciones de *Pratylenchus* spp. ($P = 0,2040$) y *Meloidogyne* spp. ($P = 0,7384$) fueron similares para la criba de 0,045 y 0,025 mm, mientras la población de *R. similis* ($P < 0,0001$), *Helicotylenchus* spp. ($P < 0,0040$) y nemátodos totales ($P < 0,0001$) fue mayor en la criba de 0,045 mm. Los conteos de *Pratylenchus* spp. ($P = 0,5560$), *Helicotylenchus* spp. ($P = 0,6038$) y *Meloidogyne* spp. ($P = 0,2717$) fueron similares para la criba de 0,045 y 0,020 mm. El número de *Radopholus similis* ($P < 0,0001$) y nemátodos totales ($P < 0,0001$) fue mayor en la criba de 0,045 mm comparado con la de 0,020 mm. Laboratorios que usen la criba de 0,045 mm para separar restos radicales y partículas de suelo afectarían severamente la estimación de la población de nemátodos, ya que dicha criba retiene 59-80 % de *Pratylenchus* spp., 40-89 % de *Meloidogyne*, 52-72 % de *Helicotylenchus* spp. y más de un 61 % de *R. similis* y de los nemátodos totales potencialmente recuperables. Igualmente, laboratorios que usen la criba no. 0,045 mm para recuperar nemátodos también estarían afectando la estimación de la población de nemátodos, dado que el uso de la criba no. 0,038, no. 0,025 o no. 0,020 mm debajo de la no. 0,045 mm reveló que todos los nemátodos pasan la criba no. 0,045 mm. La toma de decisiones para la aplicación de medidas de control, en base a reportes donde la recuperación de nemátodos se realice con la criba no. 325 o en la criba no. 400 o no. 500, pero que en su arreglo de cribas utilicen la no. 325 para coleccionar residuos, encontrarán poblaciones muy bajas de nemátodos, que subestiman la población real y podrían estar considerando ausencia de daño en el cultivo, cuando podría realmente existir, conllevando a pérdidas económicas.

Palabras claves: eficiencia de extracción, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Radopholus similis*, recuperación de nemátodos.

ABSTRACT

Three experiments with 15 replicates each, were conducted to evaluate the effect of the sieve No. 325 (0,045 mm) on nematode recovery. Each experiment was repeated twice. Nematodes were extracted by the root maceration method with three different sieve arrangements for nematode recovery. In the first experiment the sieve arrangement was 0.25/0.106/0.045/0.038 mm, in the second was 0.25/0, 106/0, 045/0, 025 mm, and in the third was 0.25/0, 106/0, 045/0, 020 mm. Nematodes retained on sieves 0.045/0, 038 exp I, sieves 0.045/0.025 mm exp II, and sieves 0.045/0.020 mm exp III were collected and counted and the sum in both sieves was considered the potential nematode recovery. The number of *Pratylenchus* spp. ($P = 0.1927$) was similar between the 0.045 and 0.038 mm sieves while the number of *R. similis* ($P < 0.0001$), *Helicotylenchus* spp. ($P = 0.0010$), and total nematodes ($P < 0.0001$) was higher in the sieve of 0.045 mm. *Pratylenchus* spp. ($P = 0.2040$) and *Meloidogyne* spp. ($P = 0.7384$) counts were similar for the 0.045 and 0.025 mm sieves, with *R. similis* ($P < 0.0001$), *Helicotylenchus* spp. ($P < 0.0040$) and total nematodes ($P < 0.0001$) numbers were higher in the sieve of 0.045 mm. Counts of *Pratylenchus* spp. ($P = 0.5560$), *Helicotylenchus* spp. ($P = 0.6038$) and *Meloidogyne* spp. ($P = 0.2717$) were similar for the sieve of 0.045 and 0.020 mm. *Radopholus similis* ($P < 0.0001$) and total nematodes ($P < 0.0001$) numbers were higher in the sieve of 0.045 mm compared to the 0.020 mm sieve. Laboratories that use the sieve of 0.045 mm openings to separate root debris and soil particles would affect severely nematode population estimation since that sieve retained 59-80 % of *Pratylenchus* spp., 40-89 % of *Meloidogyne*, 52-72 % of *Helicotylenchus* spp. and more than 61 % of the *R. similis* and total nematodes that potentially could be recovered in the 0.038, 0.025 and 0.020 mm sieves. Similarly, laboratories that use the sieve of 0.045 mm at the end to recover nematodes, also would affect nematode population estimations, since the use of sieve openings of 0.038, 0.025 and 0.020 mm under the sieve of 0.045 mm showed that all nematode genus evaluated passed it. Taken decisions for nematode management base on counts recovered from the sieve No. 325 or No. 400 and No. 500 that includes the sieve No. 325 in their arrangement to separate root debris and soil particles, would report very low nematode populations resulting in underestimation of the real population assuming absence of crop damage, when it really can exist, ending in economic losses.

Key words: extraction efficiency, *Helicotylenchus*, nematode recovery, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Radopholus similis*.

INTRODUCCIÓN

Los fitonemátodos son el principal problema del sistema radical del banano y muchos otros cultivos (Luc *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2004; Román, 1978). Los géneros más comunes y frecuentes en banano son *Radopholus similis*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*. En otros cultivos, *Meloidogyne* y *Pratylenchus* son los más concurrentes. Los cuatro géneros de nemátodos son muy pequeños, invisibles a simple vista. Raíces infectadas por *Radopholus* o *Pratylenchus* presentan coloraciones café-rojizas. En raíces con daño severo por *Pratylenchus* también puede observarse que su epidermis o corteza se desprende con facilidad. Raíces infectadas por *Meloidogyne* generalmente presentan deformaciones, abultamientos irregulares y en algunas ocasiones agallas o nódulos en los terminales de las raíces. *Helicotylenchus* spp. invade las capas superficiales de la epidermis de la raíz, induciendo pintas cafés o moteados cafés que se asocian con la ovoposición de huevos en el tejido cortical.

Para estimar las poblaciones de nemátodos en raíces se dispone de métodos de extracción (Hooper *et al.*, 2005; Ayoub, 1980). De los métodos disponibles, el de Taylor y Loegering (1953) es el más usado en banano (Araya *et al.*, 2011; Araya, 2002; Araya *et al.*, 1998; Araya *et al.*, 1995). La mayoría de métodos utilizan cribas con diferente tamaño de orificios para la separación de residuos y la recuperación de nemátodos. Sin embargo, no todos los laboratorios usan el mismo número de criba para separar los residuos ni para recuperar los nemátodos, lo que afecta la estimación de la población y la toma de decisiones para prevenir el deterioro del sistema radical. En la literatura se encuentran estimaciones de poblaciones de nemátodos con el uso de la criba no. 325 (Quimí y Villacis, 1977; Paneque *et al.*, 1988), no. 400 (Escobar y Rodríguez-Kábana, 1980; Chávez y Araya, 1998; Araya *et al.*, 1999) y no. 500 (Chávez *et al.*, 2009; Vargas y Araya, 2010).

Araya y Vargas (1996), usando la criba de 0,025 mm (no. 500) debajo de la de 0,038 mm (no. 400) encontraron que un 33 % de *R. similis*, 96 % de *Helicotylenchus*, 74 % de *Meloidogyne* y un 9 % de *Pratylenchus* pasaron la criba de 0,038 mm. Cuando la criba no. 635 se usó debajo de la no. 500, se encontró que un 38 % de *R. similis*, un 51 % de *Helicotylenchus*, un 81 % de *Meloidogyne* y un 29 % de *Pratylenchus* pasaron la criba no. 500 (Araya *et al.*, 1998). Algunos laboratorios, para obtener muestras mas limpias,

con pocos residuos de raíces y partículas de suelo que faciliten su lectura, utilizan la criba no. 325 para recolectar residuos, sin considerar su posible retención de nemátodos.

El objetivo del presente estudio fue determinar en qué proporción los nemátodos son retenidos y pasan la criba no. 325 respecto a la no. 400, 500 y 635 mesh. El fin es obtener datos que permitan una equiparación aproximada de las estimaciones de nemátodos reportadas con relación a los umbrales económicos establecidos que facilite la toma de decisiones en la aplicación de medidas de control.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una plantación comercial de banano (*Musa* AAA) infestada de nemátodos por varios años, se tomaron 90 muestras de raíces para los experimentos. Cada muestra de raíces se conformó de 10 submuestras. Con un palín se excavó un hoyo de 30 cm de ancho x 30 cm de largo x 30 cm de profundidad (volumen aproximado de 27 L) en el intermedio entre la planta florecida y su respectivo hijo de sucesión recolectando todas las raíces presentes.

Cada muestra de raíces se lavó, se separaron en funcionales y no funcionales (necrosadas), se picaron las raíces funcionales en trozos de 2-3 cm de longitud, se homogeneizaron y se tomaron al azar 25 g de raíces. La extracción de nemátodos se hizo por el método de licuado y tamizado de Taylor y Loegering (1953) modificado por Araya (2002). Las raíces fueron maceradas en una licuadora de cocina por 10 sec en baja velocidad seguido de 10 sec en alta velocidad. Las suspensiones de nemátodos se pasaron por tres arreglos de cribas que conformaron los tres experimentos: 1) recuperación de nemátodos con juego de cribas sobrepuesto de arriba hacia abajo de 60/140/325/400 (0,25/0; 106/0; 045/0; 038 mm) mesh; 2) recolección de nemátodos con juego de cribas sobrepuesto de arriba hacia abajo de 60/140/325/500 (0,25/0; 106/0; 045/0; 025 mm) mesh; 3) recuperación de nemátodos con juego de cribas sobrepuesto de arriba hacia abajo de 60/140/325/635 (0,25/0; 106/0; 045/0; 020 mm) mesh. Cada experimento incluyó 15 muestras y se repitió dos veces. Todas las cribas usadas fueron de 20,3 cm (8 pulgadas) de diámetro por 5,1 cm (2 pulgadas) de alto. En todos los casos se recuperó los nemátodos retenidos en la criba no. 325 y luego en la no. 400, 500 y 635.

Los nemátodos se identificaron a nivel de género y especie cuando fue posible, con base a las características morfológicas, siguiendo la clave de Siddiqi (2000) bajo un microscopio Olympus BH40F-3 a 4x de magnificación, usando alicuotas de 2 mL procedentes de 200 mL de suspensión. Los datos se expresan en nemátodos por 100 g de raíces. El total de nemátodos corresponde a la suma de los diferentes géneros detectados. Como en todos los experimentos el número de nemátodos fue una variable binomial negativa, los datos se analizaron utilizando un modelo lineal generalizado con distribución probabilística binolineal negativa de los residuos. El modelo correspondió a un factorial de 2 experimentos x 2 números de criba.

RESULTADOS

Cuatro géneros de nemátodos: *Radopholus similis*, *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. fueron detectados en todos los experimentos. *Radopholus similis* siempre fue predominante, representando más del 66 % del total de la población. Con excepción del género *Meloidogyne* spp. ($P = 0,0204$), no se encontró interacción entre experimentos para *R. similis* ($P = 0,2779$), *Helicotylenchus* spp. ($P = 0,9027$), *Pratylenchus* spp. ($P = 0,1927$) y nemátodos totales ($P = 0,2874$).

Al compararse el número de nemátodos de la criba no. 325 con la no. 400, el número de *Pratylenchus* spp. ($P = 0,1927$) no difirió entre cribas. Sin embargo, la criba no. 325 retuvo un 80 % de los individuos recuperables (suma de los presentes en la criba no. 325 + criba no. 400) en cada experimento (Fig. 1A). La poca cantidad de *Meloidogyne* spp. presente se recuperó en su totalidad en la criba no. 400 en el experimento 1, y un 62 % en la criba no. 325 en la réplica de dicho experimento (Fig. 1B). Se encontró un mayor número de *Helicotylenchus* spp. ($P = 0,0010$) en la criba no. 325, lo que representó un 72 y 71 % de la población recuperable (Fig. 1C). La mayor cantidad de *R. similis* ($P < 0,0001$) y nemátodos totales ($P < 0,0001$) se encontró en la criba no. 325 con un 74 % y 67 % de los *R. similis*, y el mismo porcentaje de nemátodos totales, en el experimentos 1 y su réplica, respectivamente (Fig. 1D-E).

Al comparar el número de nemátodos en las cribas no. 325 y no. 500, se observó que el número de *Pratylenchus* spp. ($P = 0,2040$) y *Meloidogyne* spp. ($P = 0,7384$) no difirió entre cribas. Sin embargo, la criba no.

325 retuvo un 66 y 71 %, y un 65 y 70 % de los *Pratylenchus* spp. y *Meloidogyne* spp. recuperables (suma de los presentes en la criba no. 325 + criba no. 500) en cada experimento (Fig. 2A-B). Mayor cantidad de *Helicotylenchus* spp. ($P < 0,0040$), *R. similis* ($P < 0,0001$) y nemátodos totales ($P < 0,0001$) fueron retenidos en la criba no. 325 con valores de 61 y 64 %, 66 y 71 %, y 65 y 70 % de su población recuperable en el experimento 2 y su réplica, respectivamente (Fig. 2C-E).

Cuando se comparó el número de nemátodos de la criba no. 325 con la no. 635, se encontró igual número de *Pratylenchus* spp. ($P = 0,5560$), *Meloidogyne* spp. ($P < 0,2717$) y *Helicotylenchus* spp. ($P = 0,6038$) en dichas cribas, siendo que la población en la criba no. 325 representó un 59 y 70 %, 89 y 47 % y un 53 y 52 % de la población recuperable (suma de los presentes en la criba no. 325 + criba no. 635) en el experimento 3 y su réplica, respectivamente (Fig. 3A-C). Mayor cantidad de *R. similis* ($P < 0,0001$) y nemátodos totales ($P < 0,0001$) se detectaron en la criba no. 325 con un 63 y 72 % y un 61 y 67 % de la población recuperable en dichos experimentos (Fig. 3D-E).

DISCUSIÓN

Las suspensiones de nemátodos procedentes de la criba no. 325 (0,045 mm) contenían muchos residuos finos de raíces y partículas de suelo que dificultó la identificación y conteo de los nemátodos. Por el contrario, las suspensiones de nemátodos obtenidas de las cribas que se encontraban debajo de la criba no. 325 estaban limpias, libres de residuos, lo que facilitó la identificación y conteo.

Existen laboratorios y trabajos publicados (Quimí y Villacis, 1977; Paneque *et al.*, 1988) donde la recuperación de nemátodos para su lectura la realizaron con la criba no. 325. Para esos casos, el uso de la criba no. 400 (0,038 mm) debajo de la no. 325 reveló que un 20 % de *Pratylenchus* spp., más de un 38 % de *Meloidogyne* spp., 28 % de *Helicotylenchus* spp., y de un 26-33 % de *R. similis* y de los nemátodos totales, pasan dicha criba. Cuando se usó la no. 500 (0,025 mm) debajo de la no. 325, la cantidad de nemátodos presentes en la criba no. 500 mostró que un 29-34 % de *Pratylenchus* spp., 30-35 % de *Meloidogyne* spp., 36-39 % de *Helicotylenchus* spp. y un 29-34 % de los *R. similis* y de los nemátodos totales recuperables pasaron la criba no. 325. El uso de la criba no. 635 (0,020 mm) debajo

de la criba no. 325 mostró que un 30-41 % de *Pratylenchus* spp., un 11-53 % de *Meloidogyne* spp., un 47 % de *Helicotylenchus* spp. y un 28-39 % de *R. similis* y de los nemátodos totales, pasaron la criba no. 325.

El uso de una criba de tamaño de orificio más fino (0,038; 0,025 y 0,020 mm; no. 400, 500 y 635) debajo de la no. 325 (0,045 mm), permitió demostrar que muchos nemátodos pasan dicha criba. Aun una criba como la no. 400 es pasada por dichos nemátodos como lo mostró Araya y Vargas (1996), quienes con la criba de 0,025 mm (no. 500) recuperaron 33,5 %; 96,4; 73,6 y un 9,1 % de los *R. similis*, *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. detectados en la criba de 0,038 mm (no. 400), respectivamente.

Aquellos laboratorios que recuperan los nemátodos en la criba no. 400 o no. 500, pero que en su arreglo de cribas usan la no. 325 para coleccionar residuos finos de raíces y partículas de suelo, también estarían afectando gravemente la estimación de la población. En los arreglos de cribas aquí evaluados se observó que la criba no. 325 retiene de un 59-80 % de los *Pratylenchus* spp., 47-89 % de los *Meloidogyne* spp., 52-72 % de los *Helicotylenchus* spp., y más de un 61 % de los *R. similis* y nemátodos totales que potencialmente serían recuperados en la criba no. 400, 500 y 635, los cuales son desechados o votados por considerarse residuos. Aun con el uso de cribas de mayor orificio como la de 0,063 mm (no. 230) para recolectar residuos, Araya y Vargas (1996) encontraron que se retiene un 18 % de *R. similis*, 38 % de *Helicotylenchus* spp. y un 6 % de los *Meloidogyne* spp. de los recuperados en la criba no. 400 (0,038 mm).

Las cribas de 0,038 mm (no. 400), 0,025 mm (no. 500) y 0,020 mm (no. 635) revelaron que los cuatro géneros de nemátodos presentes pasaron la criba de 0,045 mm (no. 325). Las dimensiones, especialmente el ancho de los cuatro géneros evaluados que fluctúa de 0,022 a 0,058 mm en hembras y de 0,017 a 0,055 mm en machos (Orton y Siddiqi, 1973; Siddiqi, 1972; 1973; Orton, 1972; 1973), les permite pasar la criba de 0,045 mm (no. 325). El paso de la criba se favorece cuando en la suspensión los nemátodos toman una posición perpendicular o vertical con relación a la apertura de los orificios, en lugar de una oblicua u horizontal que favorece la retención de los nemátodos. Los resultados están en paralelo con lo reportado por McSorley y Parrado (1981), quienes también demostraron que en la extracción de nemátodos la selección del tamaño de criba es crítica para la obtención de datos cuantitativos de nemátodos pequeños parásitos de plantas.

Probablemente, técnicos que tomen decisiones para la aplicación de medidas de control, en base a reportes donde la recuperación de nemátodos se realice con la criba no. 325, se encuentren con poblaciones muy bajas de nemátodos que subestiman la población real, y podrían estar considerando ausencia de daño en el cultivo, cuando podría realmente existir. Igualmente, reportes de nemátodos de laboratorios que recuperen los nemátodos en la criba no. 400 o no. 500, pero que en su arreglo de cribas utilicen la no. 325 para coleccionar residuos, las estimaciones de las poblaciones serían muy bajas, por cuanto la mayor parte de la población de nemátodos presentes en las raíces o suelo las estarían votando al desechar los residuos en la criba no. 325.

Los métodos de extracción se usan indistintamente, lo que hace indispensable que para la toma de decisiones en el manejo de poblaciones de nemátodos se conozca cuál es el método de extracción empleado y en cuál arreglo de cribas se recuperaron los nemátodos. Los umbrales económicos establecidos se obtuvieron con procedimientos de extracción específicos y no generalizados o estandarizados que permita aplicarlos con cualquier método de extracción. De manera que para que las recomendaciones emanadas sean objetivas, el método de extracción usado debe ser estándar al del umbral económico usado de referencia. En caso contrario, se requiere equiparar la estimación de población de manera que se prevenga subestimaciones que conlleven a insuficiente control con las consecuentes pérdidas en rendimiento, o sobreestimaciones que conlleven pérdidas económicas por un control innecesario.

CONCLUSIONES

- El uso de la criba de 0,045 mm (no. 325), tanto para la separación de residuos como para la recuperación de nemátodos, es inapropiada.
- La criba no. 325 retiene un 66 y 71 % de los *Pratylenchus*, un 65 y 70 % de los *Meloidogyne* spp., un 61 y 64 % de los *Helicotylenchus* spp., un 66 y 71 % de los *R. similis* y un 65 y 70 % de los nemátodos totales de la población recuperable de la criba no. 325 + criba no. 500.
- El uso de la criba no. 500 (0,025 mm) debajo de la no. 325 demostró que un 29-34 % de *Pratylenchus* spp., 30-35 % de *Meloidogyne* spp., 36-39 % de *Helicotylenchus* spp. y un 29-34 % de los *R. similis* y de los nemátodos totales recuperables pasaron la criba no. 325.

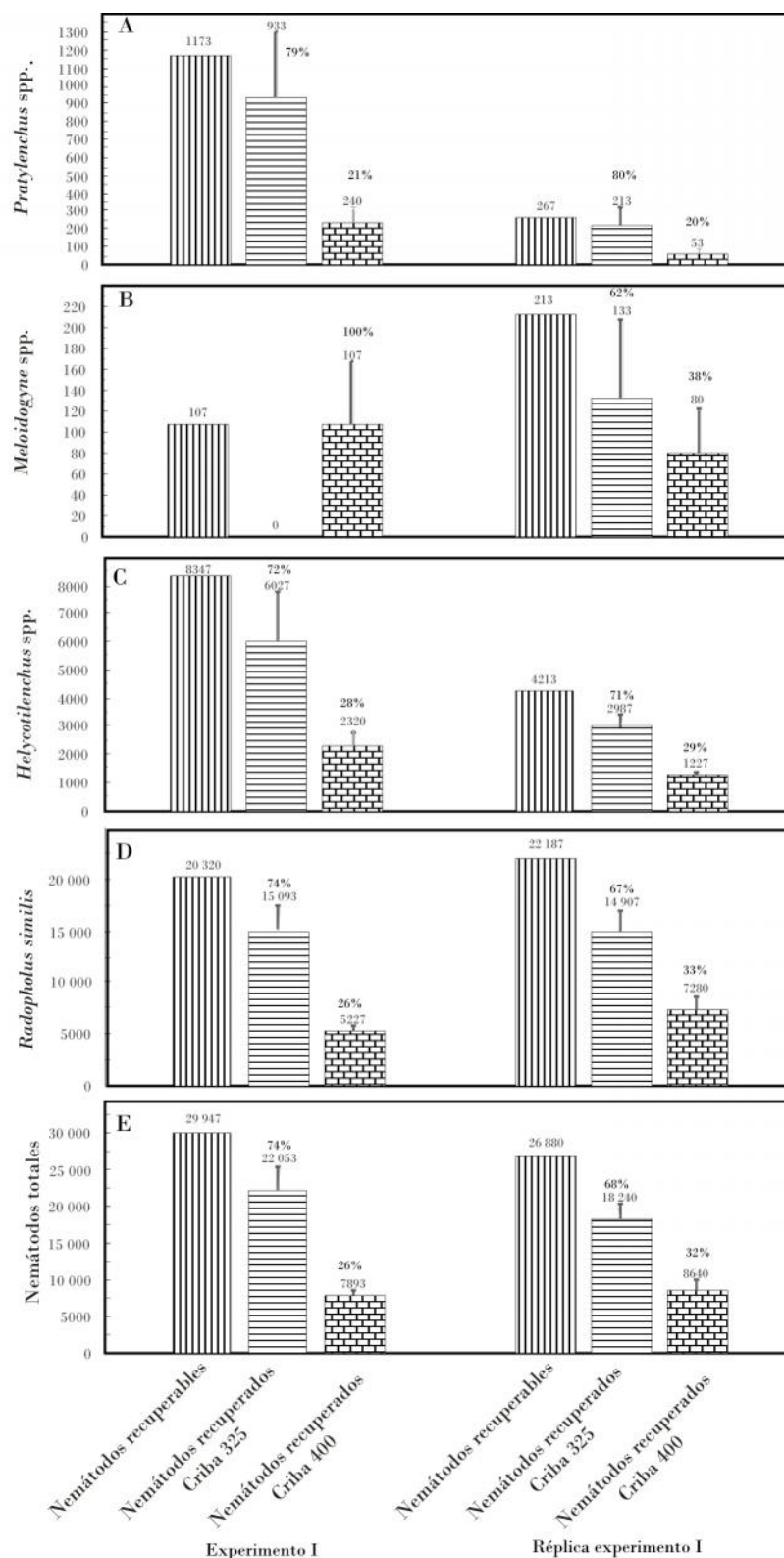


Figura 1. Número de nemátodos recuperados por 100 g de raíces de banano (*Musa* AAA) en la criba no. 325 y 400. Cada barra es la medias $\pm$ error estándar de 15 repeticiones en cada experimento.

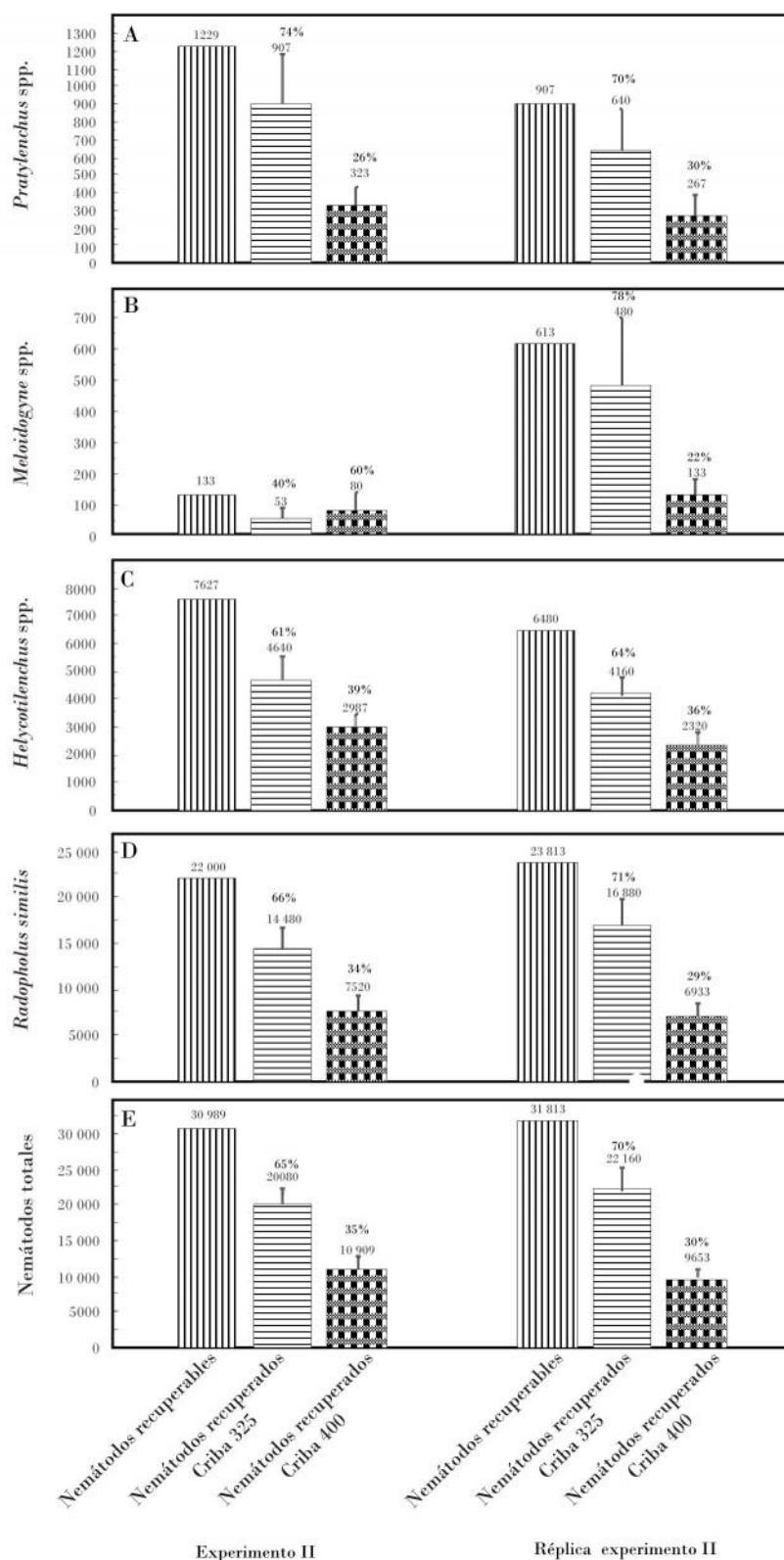


Figura 2. Número de nemátodos recuperados por 100 g de raíces de banano (*Musa* AAA) en la criba no. 325 y 500. Cada barra es la medias $\pm$ error estándar de 15 repeticiones en cada experimento.

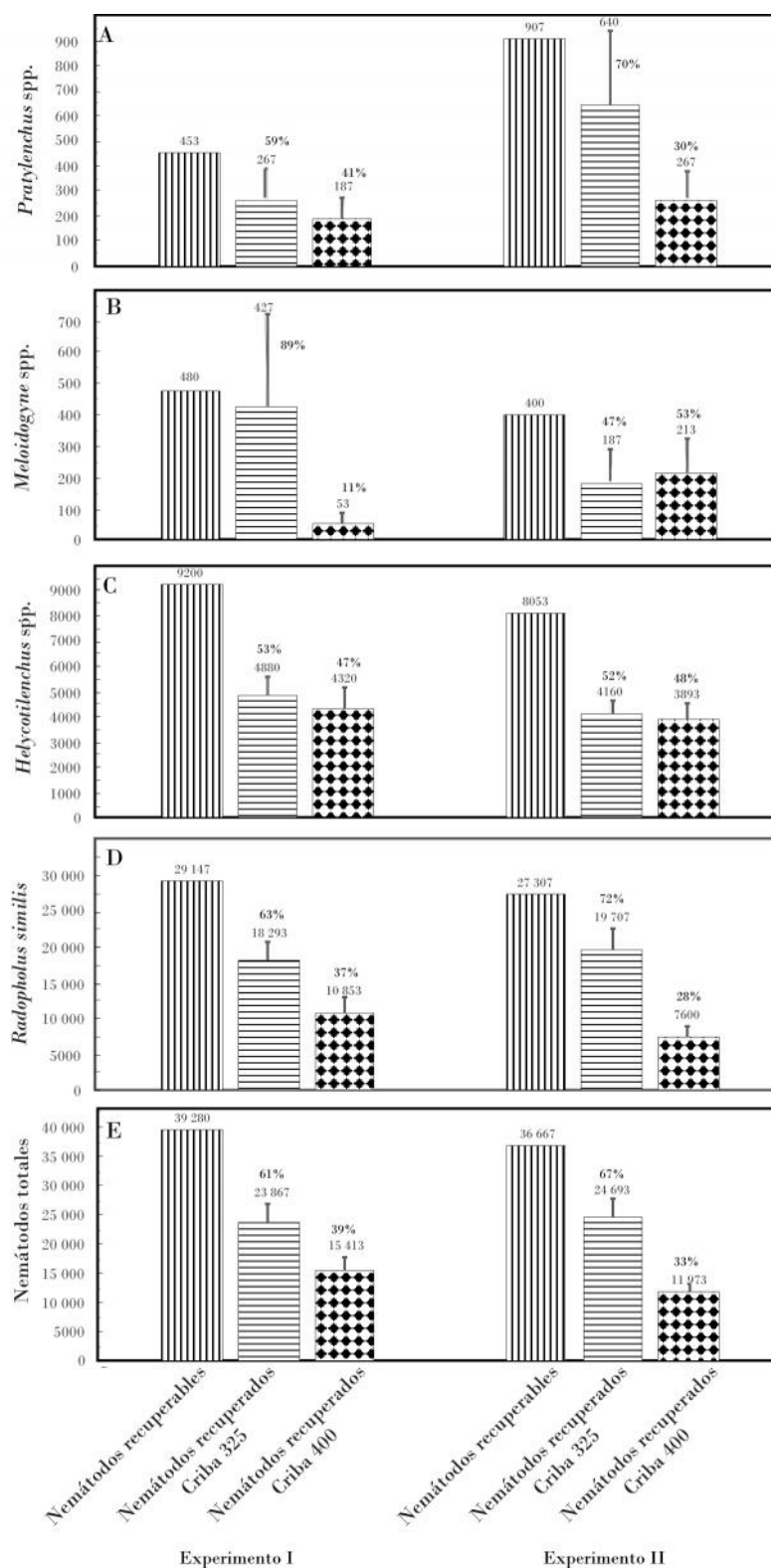


Figura 3. Número de nemátodos recuperados por 100 g de raíces de banana (*Musa AAA*) en la criba no. 325 y 635. Cada barra es la medias ± error estándar de 15 repeticiones en cada experimento.

REFERENCIAS

- Araya M, Carrillo W, Ramírez W. A. Comparación de tres métodos de recuperación de nemátodos en raíces de banano (*Musa AAA*), *CORBANA* 20(43): 11-17, Costa Rica, 1995.
- Araya M, Vargas H. Evaluación de alternativas para reducir impurezas de las suspensiones de nemátodos extraídas de raíces de banano (*Musa AAA*), *CORBANA* 21(46): 99-106, Costa Rica, 1996.
- Araya M, Jaen R., Cheves A., Centeno M. Efecto del tiempo de lavado de las cribas, su tamaño de orificio y posición, sobre la recuperación de nemátodos extraídos de raíces de banano, *Agronomía Costarricense* 22(2): 205-210, Costa Rica, 1998.
- Araya M, Vargas A., Cheves A. Nematode distribution in roots of banana (*Musa AAA* cv. Valery) in relation to plant height, distance from the pseudostem and soil depth, *Nematology* 1(7-8):711-716, UK, 1999.
- Araya M. Metodología utilizada en el laboratorio de nematología de CORBANA S.A. para la extracción de nemátodos de las raíces de banano (*Musa AAA*) y plátano (*Musa AAB*), *CORBANA* 28(55): 97-110, Costa Rica, 2002.
- Araya M., Serrano E., Vargas C. A. Relación entre el contenido de nutrientes en suelo y raíces de banano (*Musa AAA*) con el peso de raíces y número de nemátodos, *Fitosanidad* 15(3): 163-177, Cuba, 2011.
- Ayoub S. M. Plant nematology an agricultural training AID. *NemaAid Publication*, California, USA, 1980.
- Chávez C., Araya M. Correlación lineal de la población total de nemátodos con el porcentaje de raíces funcionales en muestreos nematológicos de banano (*Musa AAA*) en el Ecuador, en XIII Reunión ACORBAT, nov. 23-29:556-564, Guayaquil, Ecuador, 1998.
- Chávez V. C., Solórzano F. F., Araya M. Relación entre nemátodos y la productividad del banano (*Musa AAA*) en Ecuador, *Agronomía Mesoamericana* 20(2): 351-360, Costa Rica, 2009.
- Chen Z. X., Chen S. Y., Dickson D. W. Nematology-Advances and perspectives", Vol. 2, "Nematode Management and utilization, CABI Publishing, China, 2004.
- Escobar J., Rodríguez-Kábana R. Comparación de un método de flotación con uno de tamizado para la determinación de *Radopholus similis* en raíces de banano, *NEMATROPICA* 10(2): 86-88. USA, 1980.
- Gómez J. Determinación de las infestaciones de fitonemátodos en plantaciones bananeras de Uraba, Colombia, en IV Reunión ACORBAT, Panamá, 1979.
- Hooper D. J., Hallmann J., Subbotin S.A. Methods for extraction, processing and detection of plant and soil nematodes, en: Luc M., Sikora R. A., Bridge J. (eds). *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical, agriculture*, CABI Publishing, UK, 2005.
- Luc M., Sikora R. A., Bridge J. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, CABI Publishing, UK, 2005.
- McSorley R., Parrado J. L. Effect of sieve size on nematode extraction efficiency, *NEMATROPICA* 11(2): 165-174, USA, 1981.
- Orton W. K. J. *Meloidogyne javanica*, C.I.H. descriptions of plant-parasitic nematodes, Commonwealth Institute of Helminthology, *CAB International*, No. 3, UK, 1972.
- Orton W. K. J. *Meloidogyne incognita*, C.I.H. descriptions of plant-parasitic nematodes, Commonwealth Institute of Helminthology. *CAB International*, No. 18, UK, 1973.
- Orton W. K. J., Siddiqi M. R. *Radopholus similis*, C.I.H. descriptions of plant-parasitic nematodes, Commonwealth Institute of Helminthology, *CAB International*, No. 27, UK, 1973.
- Paneque M., Sampedro J., Santo E. Comparación de métodos de extracción de nemátodos en raíces de plátano, *Ciencia Técnica Agrícola Producción de Plantas* 11(4): 95-103, Cuba, 1988.
- Quimí V. H., Villacis J. Estudio comparativo de dos métodos de extracción del nemátodo *Radopholus similis* de las raíces de banano, *NEMATROPICA* 7(2): 44-47, USA, 1977.
- Román J. Fitonematología Tropical, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas, Estación Experimental Agrícola Río Piedras, Puerto Rico, 1978.
- Siddiqi M. R. *Helicotylenchus multicinctus*, C.I.H. descriptions of plant-parasitic nematodes. Commonwealth Institute of Helminthology, *CAB International*, No. 23, U.K., 1973.
- Siddiqi M. R. *Pratylenchus coffeae*, C.I.H. descriptions of plant-parasitic nematodes. Commonwealth Institute of Helminthology, *CAB International*, No. 6, U.K., 1972.
- Siddiqi M. R. *Tylenchida: parasites of plants and insects*, 2nd ed., CABI Bioscience, St Albans, U.K., 2000.
- Taylor A. L., Loegering W. Q. Nematodes associated with root lesion in Abacá, *Turrialba* 3(1-2): 8-13, Costa Rica, 1953.
- Vargas A., Araya M. Effect of banana (*Musa AAA* cv. Williams, Cavendish Subgroup) planting material on plant growth and yield over eight crop cycles, *Tree and Forestry Science and Biotechnology Banana, plantain and enset II*, Vol. 4 (Special Issue 2): 17-25, Japón, 2010.