

Estudio del comportamiento en la población de *Radopholus similis* en una finca comercial de Banano en la Zona Atlántica de Costa Rica

H. Vilchez.

Departamento de Investigaciones. Corporación Bananera Nacional S.A.
San José, Costa Rica. 1991.

Resumen

Se analizó el efecto de las aplicaciones de nematocidas y los factores ambientales sobre las poblaciones de *Radopholus sp.*, el peso y el porcentaje de raíz funcional; para ello se llevaron a cabo muestreos mensuales de raíces durante cuatro años, en una finca comercial ubicada en la zona Atlántica de Costa Rica. Dentro de la finca se escogieron cuatro secciones sembradas con el clon "Valery". El número de *Radopholus sp.* presentes en 100 gramos de raíz se determinó utilizando el método de extracción macerado y cernido. Se obtuvieron correlaciones significativas entre el porcentaje y los gramos de raíz funcional ($r=+0.71$); entre gramos ($r=-0.53$) y porcentaje de raíz funcional ($r=-0.38$) con respecto a la población de *Radopholus sp.* del mes anterior. De las variables de clima analizadas únicamente se obtuvo correlación de la precipitación ($r=+0.61$) y el brillo solar ($r=-0.52$) con los gramos de raíz funcional para dos de los años. Las menores poblaciones de *Radopholus sp.* se presentaron en mayo-junio y las mayores en enero-febrero y agosto-setiembre; producto de las aplicaciones y la precipitación. Un cambio en magnitud de las variables evaluadas se dio a partir de setiembre de 1988, aumentando el peso y porcentaje de raíz funcional y disminuyendo las poblaciones de *Radopholus sp.*; debido posiblemente a condiciones de clima favorables para el cultivo, principalmente la distribución de lluvias, la cantidad de horas de brillo solar, e influenciado además por la introducción de terbufos a nivel comercial.

Summary

Behavioural study in the Population of *Radopholus similis* in a Commercial Banana Plantation

The effect of the applications of nematocides and environmental factors in the population of *Radopholus*, the weight and the percentage of functional root was analyzed. Monthly root samplings were carried out during four years in a commercial plantation. Four sections were chosen with the Valery clone. The number of *Radopholus* presented in 100 g. of root was determined by using the macerated and sifted extraction methods. Correlations between the percentage and the grams of functional root ($r=+0.71$); between grams ($r=-0.53$) and percentage of functional root ($r=-0.38$) in respect to the population of *Radopholus* of the preceding month. From the weather variables taken, correlation of the precipitation ($r=+0.61$) and the sunshine ($r=0.52$) were obtained with the grams of functional root for two years. The smallest population of *Radopholus* were present in

May-June and the highest one in August-September; produced by the applications and precipitations. A change in the magnitude of the variables evaluated was present from September, 1988, increasing the weight and the functional root percentage, and decreasing the populations of *Radopholus*: possibly due to the weather conditions for the cultivar principally, the rain distribution, quantity of sunshine hours and also influenced by the introduction of the terbufos to a commercial level.

Resumé

Etude du comportement de la population de *Radopholus similis* dans une plantation commerciale de bananiers dans la zone Atlantique du Costa Rica

On a analysé l'effet de l'application de nématicides et les facteurs ambiants sur les populations de *Radopholus*, le poids et pourcentage de racine fonctionnelle; pour cela, on a fait des échantillons mensuels de racines pendant 4 ans, dans une plantation commerciale située dans la zone Atlantique du Costa Rica. On a choisi 4 sections ensemencées avec le clon Valery. Le nombre de *Radopholus* présents dans 100 g de racine fut déterminé en utilisant la méthode d'extraction macérée et cernée. On a obtenu des corrélations entre le pourcentage et les grammes de racine fonctionnelle ($r=+0.71$); entre les grammes ($r=-0.53$) et pourcentage de racine fonctionnelle ($r=-0.38$), en ce qui concerne la population de *Radopholus* du mois antérieur. A partir des différentes variétés de climat prises uniquement, on a obtenu une corrélation de la précipitation ($r=+0.61$) et la lumière solaire ($r=-0.52$) avec les grammes de racine fonctionnelle pour 2 années. Les plus petites populations de *Radopholus* se présentèrent en mai-juin et les plus grandes en août-septembre; produit des applications et la précipitation. Un changement dans la magnitude des variants évaluées, s'est présenté à partir de septembre 1988, augmentant le poids et pourcentage de racine fonctionnelle, et diminuant les populations de *Radopholus*; ceci dû certainement aux conditions de climat favorables pour la culture, principalement la distribution de pluie, quantité d'heures de lumière solaire, et de plus par l'influence de l'introduction de Terbufos à niveau commercial.

Introducción

Uno de los principales problemas en el cultivo del banano lo constituyen los nematodos fitoparásitos; siendo *Radopholus similis* el de mayor distribución e importancia económica en la zona Atlántica de Costa Rica (Jiménez, 1972; Jaramillo y Figueroa, 1974; Marcelino *et al.*, 1978). Su daño no sólo se limita al que produce en el parénquima cortical de las raíces cuando se alimenta; sino que además causa una disminución en la capacidad de la planta para tomar y aprovechar los nutrientes y el agua disponible en el suelo; afectando el anclaje de la planta y favoreciendo a que otros organismos principalmente hongos dañen la raíz.

Lo anterior representa una disminución en la producción y un aumento en los costos de combate, al tener que recurrir a nematocidas químicos para disminuir las poblaciones. Esta situación se agrava en aquellas fincas comerciales en las cuales los problemas por *Radopholus sp.* se mantienen a través de los años; producto de una distribución homogénea de las poblaciones del nematodo, debido posiblemente a la calidad de la semilla utilizada, al manejo de ésta a la siembra y a la diseminación del nematodo en el suelo.

La dependencia de nematicidas químicos para mantener las poblaciones de nematodos en niveles tolerables que aseguren una buena producción, refuerzan la necesidad de racionalizar y desarrollar estrategias de aplicación.

Una forma de evaluar las aplicaciones y el efecto del clima sobre el cultivo y el combate de *Radopholus sp.* es mediante el seguimiento de la dinámica poblacional (Marcelino, *et al.*, 1978).

Varios trabajos se han llevado a cabo para estudiar la influencia de la precipitación sobre las poblaciones de *Radopholus sp.* y el cultivo del banano (Jiménez, 1972; Jaramillo y Figueroa, 1974; Jaramillo y Figueroa, 1976; Vilardebo, 1976).

El estudio tiene como objetivo caracterizar el movimiento poblacional de *Radopholus sp.* en una finca comercial, con el propósito de conocer la influencia de las aplicaciones de nematicidas y los factores ambientales prevaletentes en determinados periodos del año.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la finca comercial San Pablo, ubicada en el cantón de Siquirres en la zona Atlántica de Costa Rica a 14 m. s. n. m. La zona presenta una precipitación anual de 3610 mm, una temperatura y humedad ambiental promedio de 25°C y 87% respectivamente y un promedio anual de 4.38 horas de brillo solar diario.

El muestreo se llevó a cabo como parte del servicio de pronóstico y advertencia en el combate de nematodos (Figueroa, 1985) que realiza la Corporación Bananera Nacional para los productores de la zona. Se escogieron cuatro diferentes sitios sembrados por más de 15 años con el clon "Valery"; denominados estaciones de muestreo y que corresponden a unidades administrativas dentro de la finca.

Se obtuvieron tres muestras de cada estación de muestreo, cada una compuesta de cinco plantas próximas a la floración. De cada planta se obtuvo un volumen de muestra de 5000 cm³ de suelo en los primeros 15 cm de la base del pseudotallo a una profundidad de 30 cm, tomando únicamente las raíces.

Se determinó el número de *Radopholus sp.* presentes por 100 gramos de raíz utilizando el método de extracción macerado y cernido; además el peso fresco y el porcentaje de raíz funcional.

Se realizaron correlaciones lineales entre las variables gramos y porcentaje de raíz funcional contra la población de *Radopholus* y las variables climáticas de precipitación, humedad y temperatura ambiental, brillo solar y radiación evaluadas en el tiempo hasta cuatro meses atrás.

Resultados

En febrero de 1987 se realizó la aplicación de fenamiphos que produjo un aumento en el peso de raíz durante dos meses (Figura 1A) y una disminución en la población del nematodo de tres meses (Figura 1C).

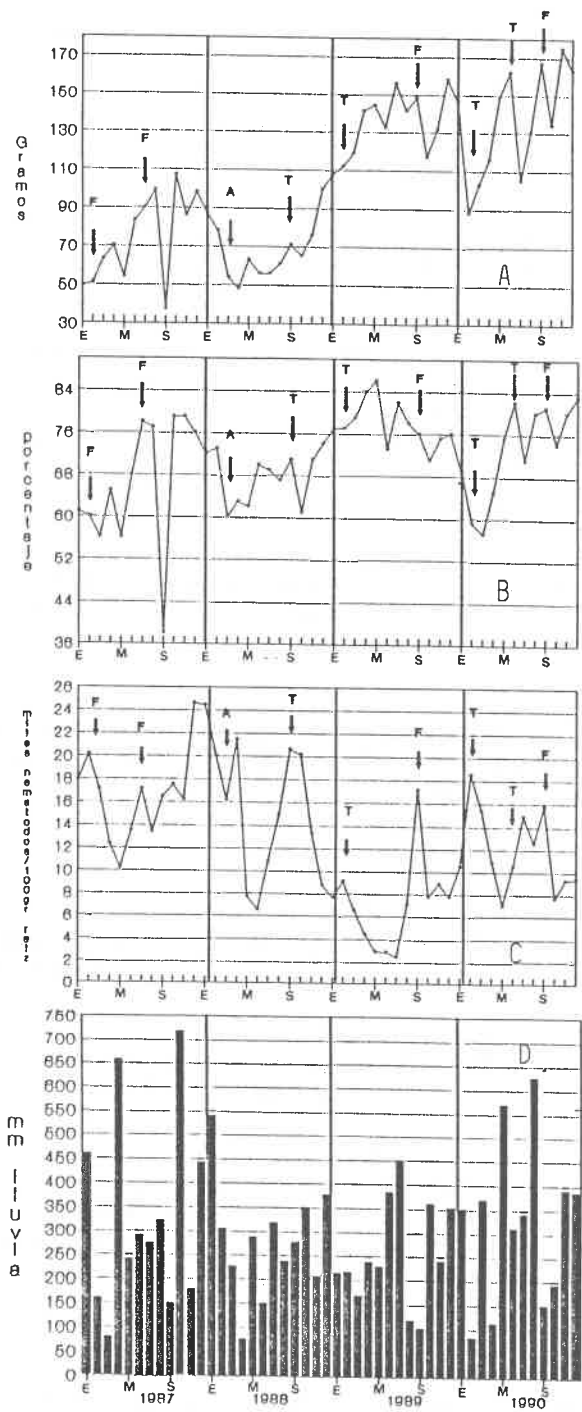


Figura 1. Gramos de raíz funcional (A), porcentaje de raíz funcional (B), población de *Radopholus similis* (C) y precipitación (D) determinados durante cuatro años en una finca comercial de banana.

El porcentaje de raíz se recuperó un mes después de la aplicación y luego disminuyó, al igual que el peso de la raíz como resultado de una precipitación excesiva que se dio de marzo a abril (Figura 1D). Continúa un período de buena distribución de lluvias y aumenta el porcentaje y el peso de la raíz junto con las poblaciones del nematodo, hasta julio donde se realizó otra aplicación de fenamiphos (Figuras 1A, 1B y 1C).

Las poblaciones disminuyen un mes y aumentan nuevamente hasta diciembre, donde alcanzan los mayores poblaciones registradas en los cuatro años de estudio (Figura 1C), disminuyendo en noviembre levemente por efecto de la alta precipitación que se dio en octubre (Figura 1D). El porcentaje y los gramos de raíz disminuyen de agosto a setiembre hasta alcanzar los mínimos valores registrados para los cuatro años (Figura 1A y 1B), recuperándose nuevamente y disminuyendo de octubre a diciembre por efecto del incremento en las poblaciones del nematodo (Figura 1C).

Comienza el año 1988 con una disminución en la precipitación de cuatro meses, disminuyendo así el porcentaje, los gramos y las poblaciones de nematodos (Figuras 1A, 1B, 1C y 1D). Se realizó una aplicación de aldicarb en marzo; sin embargo las poblaciones aumentan de marzo a abril quizás por la poca precipitación de este período (Figura 1D) que impidió en cierta forma la liberación del nematocida que comienza a mostrar resultados hasta el siguiente mes (Figura 1C), con una disminución grande de la población de *Radopholus* hasta junio. Las variables de peso y porcentaje se incrementan levemente hasta setiembre (Figura 1A y 1B), debido posiblemente al daño acumulado y al incremento de las poblaciones de nematodos que se dio a finales del año 1987 (Figura 1C); además por la disminución en lluvia en los cuatro primeros meses de 1988 que no permitió un crecimiento radical favorable (Figura D).

Las poblaciones de *Radopholus sp.* de 1988 se incrementan en respuesta de la lluvia de junio hasta setiembre donde se realiza por primera vez la aplicación de terbufos (Figura 1C). Los gramos y porcentaje de raíz disminuyen de setiembre a octubre (Figuras 1A y 1B) como resultado del incremento poblacional que se dio desde junio hasta setiembre (Figura 1C), pero se incrementan hasta febrero de 1989 como resultado de precipitaciones bien distribuidas en cantidad durante ese período (Figura 1D). La disminución en la población de *Radopholus sp.* se prolonga hasta enero del 89 (Figura 1C).

En febrero de 1989 se realiza otra aplicación de terbufos y las poblaciones disminuyen aún más, hasta alcanzar las menores poblaciones de los cuatro años en estudio (Figura 1C); el porcentaje y los gramos aumentan hasta mayo (Figuras 1A y 1B) y disminuyen como resultado de las altas precipitaciones que se dieron de mayo a julio, después de una época de constantes lluvias (Figura 1D). Las poblaciones de *Radopholus* se incrementan a partir de julio hasta setiembre que es precisamente donde se realiza la aplicación de fenamiphos, disminuyendo las poblaciones en octubre, de igual forma los gramos y porcentaje raíz funcional como resultado del pico de población del nematodo alcanzado el mes anterior (Figuras 1A, 1B, 1C y 1D). El peso y el porcentaje de raíz funcional se recuperan hasta diciembre, disminuyendo a partir de este mes hasta febrero como resultado del aumento en la población de *Radopholus sp.* (Figuras 1A, 1B y 1C).

En febrero de 1990 donde se realizó otra aplicación con terbufos, la cual produce un aumento en el peso y el porcentaje de raíz funcional (Figuras 1A, 1B) como resultado de una disminución de la población del nematodo hasta mayo (Figura 1C) y por el incremento en la precipitación de febrero a marzo (Figura 1D). La población de *Radopholus sp.* se incrementa a partir de mayo (Figura 1C).

En junio de 1990 se realizó otra aplicación con terbufos, nuevamente el porcentaje y principalmente los gramos disminuyen (Figuras 1A y 1B) por efecto del daño causado por

Radopholus de mayo a junio (Figura 1C). La población de **Radopholus sp.** continuó subiendo un mes más (Figura 1C), lo que evidencia de que la aplicación no fue totalmente eficiente en el combate de los nematodos debido quizás a la influencia de las grandes precipitaciones que se dieron antes y durante los dos meses siguientes a la aplicación (Figura 1D).

En setiembre de 1990 se realizó una aplicación de fenamiphos y se da una disminución de la población del nematodo (Figura 1C) influenciada por la disminución en la precipitación que se da en setiembre y octubre (Figura 1D). El peso y porcentaje de la raíz funcional disminuyen (Figura 1A, 1B) como resultado del daño producido por el incremento en la población del nematodo el mes anterior a la aplicación.

Discusión

Las variables de peso fresco y porcentaje raíz funcional (Figuras 1A y 1B) están relacionadas, y se incrementan o disminuyen en respuesta a cambios en la población de **Radopholus sp.** y en la precipitación.

Se determinó una correlación significativa de ($r=+0.71$) entre el peso fresco y el porcentaje de raíz funcional. La relación de estas dos variables se ajusta a una curva de regresión logarítmica $Y=20.61 \cdot X^{0.27}$, donde "y" representa el porcentaje de raíz funcional y "x" los gramos de raíz funcional.

En la mayoría de los casos, un mes después de realizada la aplicación de los nematicidas, se inicia la respuesta en el incremento del porcentaje y en el peso de las raíces (Figuras 1A y 1B); debido a que el daño producido por **Radopholus sp.** en la raíz, se prolonga un mes después de iniciada la aplicación mientras se da el efecto del nematicida sobre la población del nematodo.

El porcentaje, y principalmente, el peso de la raíz aumenta con la precipitación, situación que se dio principalmente durante el año 1987 hasta setiembre del 1988, correlacionando significativamente los gramos de raíz funcional con la precipitación ($r=+0.61$) y negativamente con el brillo solar ($r=-0.52$).

El hecho de obtener correlaciones significativas entre los gramos de raíz y precipitación en el período inicial de dos años, sugieren que cuando se produce un combate deficiente de las poblaciones, las ganancias en el peso de la raíz son el resultado de la cantidad de agua disponible en el suelo, siempre y cuando no constituyan excesos que limiten a la raíz y a los nematodos; igualmente el peso y las poblaciones de nematodos se ven disminuidos en períodos sucesivos de poca lluvia debido al aumento de la evaporación y pérdida de agua en la planta, situación mencionada anteriormente por Jiménez (1972).

A pesar de que en los años 1989 y 1990 no se determinó correlación aparente con la lluvia, el aumento en la precipitación, siempre y cuando no produzca excesos en el suelo, viene acompañado con el incremento radical, y a la vez con el incremento de las poblaciones de nematodos, que aprovechan el sustrato alimenticio disponible para incrementar sus niveles; lo anterior ha sido mencionado por varios autores Jiménez, 1972; Vilardebo, 1976; Marcelino *et al.*, 1978; Cavenes y Badra, 1980.

No se determinó ninguna relación con los otros parámetros climáticos y coincide con lo determinado por Jiménez (1972) y Pérez *et al.* (1983) en cuanto a la temperatura y humedad ambiental.

La población de *Radopholus* del mes anterior y los gramos de raíz funcional correlacionaron negativamente ($r=-0.53$), al igual que el porcentaje de raíz funcional ($r=-0.38$). El peso de la raíz funcional fue más representativo del daño causado por *Radopholus sp* para esta serie de años, según los coeficientes de correlación entre el porcentaje de raíz funcional y las poblaciones de *Radopholus*; posiblemente se debe al hecho de que los gramos de raíz funcional no están en función de la cantidad de raíz total y que sus variaciones fueron numericamente mayores.

A partir de setiembre 1988 se produce un incremento significativo en el porcentaje, y principalmente en el peso de la raíz. Lo anterior podría deberse a la combinación de condiciones ambientales favorables para el cultivo, principalmente, la distribución de lluvias, desde agosto de 1988 hasta mayo 1989 (Cuadro 1), las que permitieron una emisión abundante de raíces de acuerdo a lo mencionado por Jiménez (1972) y Vilardebo (1976); y a la cantidad de horas de brillo solar (Cuadro 2), que dieron lugar a una mayor tasa fotosintética (Jiménez, 1972). La introducción del terbufos a nivel comercial durante esta época permitió un buen combate de *Radopholus similis* y un incremento en el sistema radical, que concuerda con pruebas iniciales de este producto realizadas por Behm (1988). De esta manera el terbufos evitó que aumentaran las poblaciones de nematodos bajo esas condiciones óptimas de respuesta en la planta como lo ha mencionado anteriormente Jiménez (1972).

Las poblaciones de *Radopholus sp.* se incrementaron en 1990, debido posiblemente, a las condiciones desfavorables de precipitación durante las aplicaciones, a un ajuste del sistema suelo-planta-nematodo para con el efecto de terbufos, o a la ganancia en el peso radical lo que constituye más sustrato alimenticio para que el nematodo incremente sus poblaciones, influenciado quizás por los factores antes mencionados.

La mayor producción se obtuvo en 1989 (Cuadro 3) con un promedio de 2689 cajas/ha/año; esto podría ser el resultado de condiciones ambientales muy favorables para la respuesta del cultivo y al manejo de la finca; que permitieron una mejor respuesta en las aplicaciones de nematicidas obteniéndose una mejoría en la condición radical y disminución en las poblaciones de *Radopholus*.

El incremento en el peso y porcentaje de raíz funcional, y la disminución en la población de *Radopholus sp.* va a depender del nematicida utilizado y la época de aplicación, influenciado principalmente por la precipitación y la respuesta del cultivo. Sin embargo, las fincas comerciales representan un sistema complejo donde interaccionan además otros factores que afectan directa o indirectamente las poblaciones del nematodo a través del hospedero.

Entre estos factores podrían mencionarse el tipo de suelo, su textura, porosidad, difusión de oxígeno, retención de humedad, organismos del suelo, los nematicidas utilizados, la solubilidad y residualidad de éstos y el manejo de la finca.

Agradecimientos

Especial agradecimiento para el personal de campo y del laboratorio de nematología de CORBANA por su valiosa ayuda en la realización de este trabajo.

Cuadro 1. Precipitación mensual (mm) determinada durante cuatro años en una finca comercial de banano en la zona Atlántica de Costa Rica.

	1987	1988	1989	1990
Enero	459,50	539,80	213,70	348,90
Febrero	159,50	305,20	215,60	182,20
Marzo	79,90	225,40	168,40	368,90
Abril	656,60	76,70	236,80	112,60
Mayo	239,90	287,80	227,80	278,55
Junio	290,10	147,20	383,60	310,30
Julio	274,40	317,80	444,20	340,30
Agosto	320,80	236,30	116,80	624,70
Setiembre	147,80	275,90	100,60	148,40
Octubre	717,10	349,60	360,90	193,20
Noviembre	179,30	205,50	239,50	389,70
Diciembre	442,60	377,20	352,80	385,30
Total	3967,50	3344,40	3060,70	3874,20

Cuadro 2. Brillo solar (horas) determinado durante cuatro años en una finca comercial de banano ubicada en la zona Atlántica de Costa Rica.

	1987	1988	1989	1990
Enero	138,90	162,90	148,50	131,80
Febrero	106,00	94,00	135,50	152,90
Marzo	147,30	143,30	183,50	115,70
Abril	72,10	189,00	124,30	144,53
Mayo	158,40	136,30	122,30	94,90
Junio	99,30	151,30	95,60	75,70
Julio	89,70	106,50	93,50	102,20
Agosto	87,10	160,50	158,10	102,90
Setiembre	138,90	124,40	131,20	164,80
Octubre	96,00	133,40	156,50	173,20
Noviembre	142,80	139,70	140,70	136,80
Diciembre	116,20	98,20	140,00	138,70
Total	1392,70	1639,70	1629,70	1552,10

Cuadro 3. Producción estimada en cajas/ha/año para la finca comercial San Pablo durante los años 1987-1990.

1987	1988	1989	1990
1712	2007	2689	2432

Fuente: estudios económicos CORBANA.

Literatura Citada

- BEHM, J.A.; CORDERO, C.A. 1988. Efectos de terbufos (Counter) en el control del nematodo *Radopholus similis* en banano. In Memorias Reunión VIII ACORBAT. Santa Marta, Colombia. 263-271.
- CAVENESS, E. y BADRA, T. 1980. Control of *Helicotylenchus multicinctus* and *Meloidogyne javanica* in established plantain and nematode survival as influenced by rainfall. Nematropica. 10(1):10-14.
- FIGUEROA, A. 1985. Sistemas de pronóstico y advertencia en el control de nematodos en el banano. ASBANA (C.R.) 9(23):10-13.
- JARAMILLO, R.; FIGUEROA, A. 1974. Análisis armónico de la densidad de población de *Radopholus similis* (Cobb) Thorne en la zona bananera de Guápiles, Costa Rica. Turrialba, 24(4):402-407.
- JARAMILLO, R.; FIGUEROA, A. 1976. Relación entre el balance hídrico y la población de *Radopholus similis* (Cobb) Thorne en la zona bananera de Guápiles, Costa Rica. Turrialba. 26(2):187-192.
- JIMENEZ, M.F. 1972. Fluctuaciones anuales de la población de *Radopholus similis* en la zona bananera de Pococí, Costa Rica. Nematropica. 2(2):33-40.
- MARCELINO, L., VIQUEZ, M. y TARTE, R. 1978. Fluctuaciones estacionales de las densidades de población de *Radopholus similis* en raíces de banano "Valery" (*Musa acuminata* AAA) en la zona bananera pacífica de Panamá. Nematropica. 8(2):52-55.
- PEREZ, J.A.; HERNANDEZ, H.; SCHESTEPEROV, A. 1983. Fluctuaciones estacionales de las poblaciones de nematodos asociados al plátano en Madruga, La Habana. Ciencia y técnica en la Agricultura. Protección de plantas. 6(4):12-99.
- VILARDEBO, A. 1976. Population dynamics of *Radopholus similis* in relation to climatic factors and the physiology of the plant. Nematropica. 6(2):54-55.