

## RESPUESTA DE LA PIÑA (Ananas comosus L. Merr ) c.v.

Cayena Lisa, clon Champaka F-153, A DENSIDADES  
CRECIENTES DE INOCULO DE *Pratylenchus brachyurus*

## INTRODUCCION

El cultivo de la piña ( *Ananas comosus* L. Merr ) es importante en la economía de muchos países tropicales, los mayores productores son Hawaii, Brasil, Malasia, Formosa, Filipinas, Costa de Marfil y las islas francesas del Caribe.

En Costa Rica el cultivo ha aumentado considerablemente durante los últimos años, sobre todo en la región Norte, donde hay cerca de 3500 hectáreas sembradas, principalmente del cultivar Monte Lirio, su producción es en mayor porcentaje para consumo nacional, dependiendo la exportación, de la demanda y el precio de la fruta en el mercado internacional. En el sureste del país, propiamente en Buenos Aires de Puntarenas, la compañía PINDECO ha expandido sus siembras de 80 hectáreas en 1981 a 2000 hectáreas en 1987, para una exportación aproximada a 3.000.000 de cajas de fruta.

Por otra parte se ha informado que los nemátodos fitoparásitos causan daño a las raíces de esa fruta tropical. Estos organismos son capaces de destruir el sistema radical y son frecuentemente el principal factor limitante para obtener una buena producción. Se ha informado de daños en Loma Bonita, México así como en muchos otros países productores del cultivo; de ahí la importancia del combate de estos organismos.

Como el auge del cultivo de la piña ha aumentado considerablemente en los últimos años en Costa Rica, se hace necesario un estudio detallado sobre aquellos aspectos que intervienen en el buen desarrollo tanto en la planta como en el fruto de la piña.

Por las razones antes citadas y debido a la carencia de información local sobre estos aspectos, que inciden en la producción y el desarrollo del cultivo; se realizó esta investigación, con el fin de cuantificar la respuesta de plantas de de piña cv. Cayena Lisa, clon Champaka F-153, a densidades crecientes de inóculo de *PHATYLENCHUS BRACHYURUS*, ( Godfréy, 1929 ) (Filipjev y S. Chuurmans Stekhove, 1941 ).

## METODOLOGIA

El ensayo se llevó a cabo en las plantaciones de la Compañía PINDECO en Buenos Aires de Puntarenas, sito a una altitud de 380 m.s.n.m., con una precipitación promedio anual de 3565 mm. y una temperatura promedio anual de 32,7° C. Para esto se utilizó la técnica de Microparcels y un suelo característico de la zona ( Ultisol ).

En el terreno utilizado para montar el ensayo, se hicieron 60 hoyos y en cada hoyo se introdujo un cilindro de plástico negro resistente de 0,5 cm de grosor, 0,47 de diámetro y 0,65 de altura. Estos cilindros sobresalían 0,10 m de la superficie del suelo, con el fin de reducir las posibilidades de contaminación por salpique. Cada cilindro de estos constituyó una microparcels. ( Ver fig. 1 ).

En el fondo de cada microparcels se colocó una capa de granza de arroz de 0,10 de espesor. Sobre esta granza se colocó una capa de suelo de 0,45 m de grosor, tratado previamente con Bromuro de Metilo a razón de 444 Kg/ha. El volumen de suelo en cada microparcels fue de 0,074 m<sup>3</sup>. La función de la capa de granza colocada inicialmente fue de drenaje y para reducir la contaminación del suelo no tratado al suelo tratado con Bromuro de Metilo.

En cada microparcels se sembró un hijo de piña sin enraizar proveniente del clon comercial Champanka F-153 del cultivar Cayena Lisa.

Mes y medio después de la siembra se procedió a realizar la inoculación con *P.brachyurus*, en densidades crecientes de 0-1000-2000-4000-8000 y 16000 nematodos por microparcels; estas densidades constituyeron los seis tratamientos y cada uno se repitió 10 veces.

El inóculo de *P. brachyurus* fue obtenido de raíces de piña del cultivar Monte Lirio existentes en la zona. Los nematodos fueron extraídos por el método de maceración de raíces y tamizado en cribas de 100 a 400 mallas. Posteriormente estos fueron colocados en sendos recipientes de vidrio y mantenidos con oxígeno para evitar su muerte, esto hasta el momento de la inoculación.

### PRACTICAS CULTURALES

**FERTILIZACION:** Al momento de la siembra se aplicó 16 g/planta de la fórmula 8-8-23-5. Dos y cuatro meses después de la siembra se aplicó la fórmula 6-5-5-23-7 a razón de 8 g/planta.

Al inicio del segundo mes de crecimiento se inició la aplicación de fertilizante foliar, a razón de tres aplicaciones mensuales. Estas se realizaron hasta el momento del forzamiento de las plantas, con lo que se completó 21 ciclos de fertilizaciones foliares. Los elementos y fuentes que se usaron fueron NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, KCL, FeSO<sub>4</sub> y ZnSO<sub>4</sub> en diferentes dosis por hectárea, ya

que las necesidades de las plantas variaron conforme crecieron. Ver cuadro 1.

#### FORZAMIENTO

Aproximadamente 10 meses después de la siembra del ensayo se aplicó Ethephon a razón de 1,4 Kg i.a./Ha a todos los meristemas apicales de las plantas, esto con el fin de inducir la floración de ellas. 170 días después que se realizó esta aplicación, se aplicó Ethephon para maduración del fruto, a razón de 1,12 Kg i.a./Ha. Cuatro días después, dependiendo color de la fruta se cosecharon las parcelas que estaban en el punto de corta, terminando la recolección siete días después.

#### DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al azar en que cada tratamiento fue repetido diez veces.

#### VARIABLES EVALUADAS

Inmediatamente después de la recolección del fruto en el campo, se evaluó el peso de follaje de la planta (g), peso del fruto (g), peso de la corona (g), largo y ancho de hoja "D" (cm, obtenido también a la hora del forzamiento, color y madurez del fruto (escala de 0 a 5, la cual consiste en lo siguiente: 0= cáscara sin ninguna coloración amarilla; 1= 0-12% de la cáscara está amarilla; 2= 13-37% de la cáscara está amarilla; 3= 38-62% de la cáscara esta amarilla; 4=63-87% de la cáscara esta amarilla; 5= 88-100% de la cáscara esta amarilla y los ojos con un moteado pardo ), número y peso de hijos por planta (g) % de Grados Brix, % Acido ascórbico, % acides (Acido cítrico) y tamaño del fruto (diámetro y longitud en cm. ).

Se extrajo también todo el sistema radical de cada micro-parcela y se pesó; de cada sistema radical se obtuvo una sub-muestra de 10 g de raíz, con la cual se realizó la extracción de nematodos por el método de Maceración - Incubación en peróxido de hidrógeno y extracción en solución azucarada.

La población de nematodos en el suelo fue extraída de una muestra de 50 ml de suelo, por el método de tamizado y centrifugación en solución azucarada. La tasa de Reproducción del nematodo fue obtenida por la fórmula  $T.R. = \text{Población Final} / \text{Inicial}$ . Los nematodos recuperados fueron identificados y contados bajo un esteroscopio a 40X.

## ANALISIS ESTADISTICO:

Los valores de las variables fueron analizados estadísticamente por medio de un análisis de variación y de regresión los promedios de los diferentes tratamientos fueron comparados entre sí mediante la prueba de amplitud Múltiple de Duncan.

## RESULTADOS:

La mayoría de las variables evaluadas no presentó diferencias significativas, siendo el comportamiento general que los valores obtenidos para las diferentes variables, disminuyeran conforme las densidades aumentaron, más allá de los 2000 nematodos por microparcela. ( Ver cuadros 4, 5, 6 y 7 ).

Con relación a la variable Peso radical, al final del ensayo, se encontró que esta tuvo valores que disminuyeron conforme aumentó la densidad de inóculo, según un modelo de Raíz cuadrada definido por la ecuación:

$$Y = 786,30 + 0,0308X - 5,774x0,5$$

Ver figura 2.

La figura 3 ilustra la densidad de inóculo de P.brachyurus recuperadas en 10 g de raíz al momento de la cosecha; el comportamiento de esta variable fue explicado mediante un modelo potencial representado por la ecuación.

$$Y = 0,076X0,773$$

La variable Tasa de reproducción de P.Brachyurus con relación a la densidad de inóculo, presentó un efecto Potencial representado por la ecuación:

$$Y = 0,009X0,567$$

La mayor Tasa de reproducción fue obtenida en microparcelas inoculadas con 2000 . brachyurus. ( Ver fig. 4 ).

## ESQUEMA DE MICROPARCELA

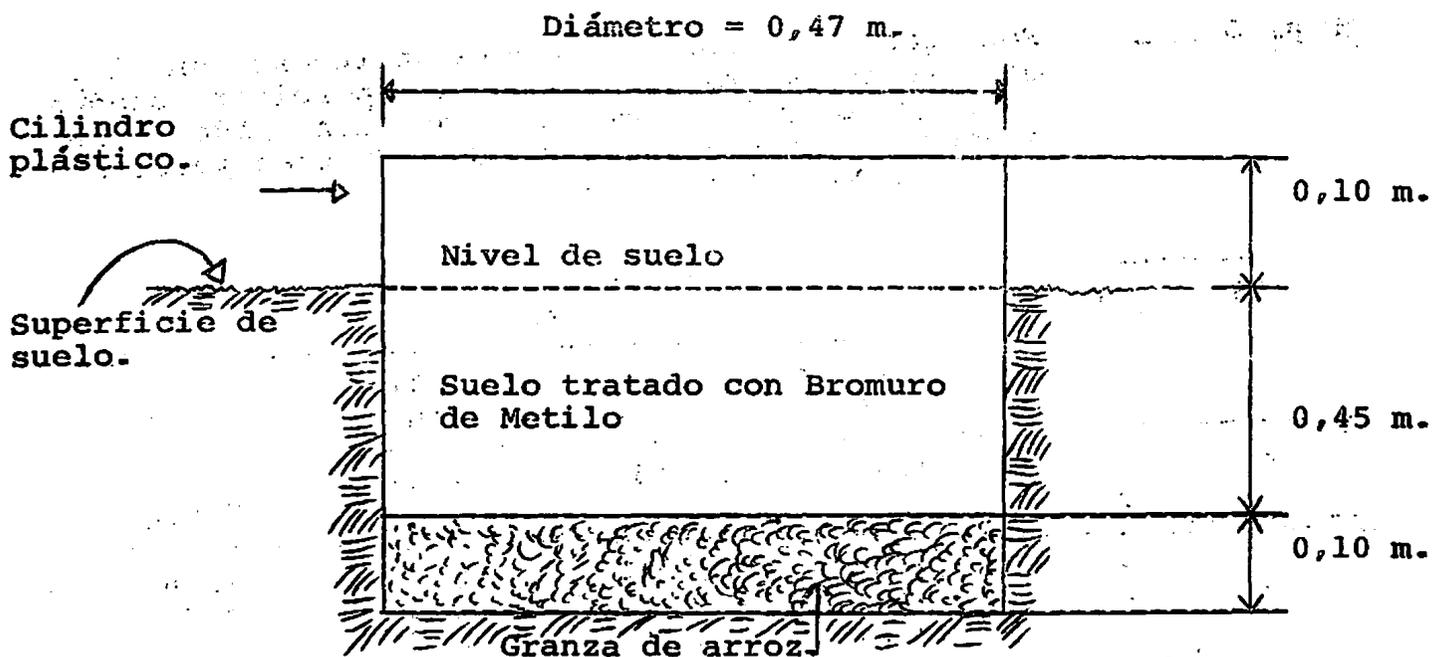


Figura 1: Diagrama de una microparcela utilizada en la evaluación del efecto de densidades crecientes de inóculo de *Prhathlenchus brachyurus* en piña, cv. Cayena Lisa, Clon Champanka F-153.

CUADRO # 4 Valores promedios del peso de frutos, coronas y follaje de plantas de piña, inoculadas con densidades crecientes de *PRATYLENCHUS BRACHYRUS* en microparcels.

Tratamiento Nem/microparcels	Peso (g)		
	Fruto	Coronas	Follaje
0	1922 a 1/	285 a	4427 a
1000	2050 a	312 a	4810 a
2000	1752 a	222 a	3915 a
4000	1720 a	205 a	3457 a
8000	1965 a	267 a	4487 a
16000	1660 a	282 a	4397 a

1/ promedio de 10 repeticiones. Promedios en una misma columna seguidos por la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan,  $p = 0,05$ ).

CUADRO # 1 Fórmulas fertilizantes y dosis aplicadas en los diferentes ciclos de fertilización foliar usados en la evaluación del efecto de densidades crecientes de inóculo de PRATYLENCHUS brachyurus sobre el c.v. de piña Cayena Lisa.

MES	CICLO	KG/HA			
		Nitrato Amonio	Sulfato Hierro	Sulfato Zinc.	Cloruro Potasio
2	1	31,50	2,25	0,42	7,86
	2	31,50	2,25	0,42	7,86
3	3	32,57	3,36	0,42	7,86
	4	32,57	3,36	0,42	7,86
	5	42,21	3,36	0,42	7,86
4	6	42,21	6,73	0,50	7,86
	7	42,21	6,73	0,50	7,86
	8	42,21	6,73	0,50	7,86
5	9	70,13	8,98	1,12	7,86
	10	70,13	8,98	1,12	7,86
	11	70,13	8,98	1,12	7,86
6	12	70,13	8,98	1,12	7,86
	13	70,13	8,98	1,12	7,86
	14	70,13	8,98	1,12	7,86
7	15	70,13	8,98	1,12	7,86
	16	70,13	8,98	1,12	7,86
	17	70,13	8,98	1,12	7,86
8	18	70,13	8,98	1,12	7,86
	19	70,13	8,98	1,12	7,86
	20	70,13	8,98	1,12	7,86
9	21	70,13	8,98	1,12	7,86

CUADRO # 5 Valores promedio de largo y ancho de la hoja "D" al momento del forzamiento y de la cosecha; grado de color o madurez del fruto y número de hijos/planta de piña, sembrada en microparcelas e inoculadas con densidades crecientes de PRATYLENCHUS brachyurus.

tratamientos Nem/micro- parcelas	Largo y ancho ancho de hoja hoja "D" <sup>2</sup> Forzamiento		Largo y ancho ancho de hoja hoja "D" <sup>2</sup> Cosecha		Grado color o madurez fruto (3)	N° hijos/ planta
	Largo	Ancho	Largo	Ancho		
	1)					
0	75,6 a	6,7 a	69,2 a	5,8 a	1,2 a	0,8 a
1000	75,6 a	6,8 a	66,2 a	5,3 a	2,0 a	0,7 a
2000	68,4 a	6,1 a	63,4 a	5,0 a	1,8 a	0,2 a
4000	65,7 a	6,1 a	58,4 a	5,0 a	1,6 a	0,5 a
8000	74,0 a	6,6 a	64,8 a	5,4 a	1,5 a	0,5 a
16000	74,1 a	6,4 a	66,1 a	5,4 a	1,5 a	0,3 a

1) Promedio de 10 repeticiones. Promedios en una misma columna seguidos de una misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan,  $p = 0,05$ ),

2) Hoja "D": Hojas más larga de la planta, usada para realizar análisis foliares.

3) Escala de 0 a 5:

0 = Cáscara sin ningún color amarillo

1 = 0-12% de la superficie de la cáscara está amarilla.

2 = 13-37% de la superficie de la cáscara está amarilla.

3 = 38-62% de la superficie de la cáscara está amarilla.

4 = 63-87% de la superficie de la cáscara está amarilla.

5 = 88-100% de la superficie de la cáscara está amarilla

y los ojos con un moteado pardo.

CUADRO # 6 Valores del peso de hijos/ planta; % grados brix, % de ácido ascórbico y % de ácido cítrico de plantas de piña, cv. Cayena Lisa, inoculadas con densidades crecientes de *Pratylenchus brachyurus* en microparcels.

tratamientos Nem/micro- parcela.	peso hijos/ g	2/ % grados Brix	2a/ % Ac.Ascorbico meq/100 ml de jugo.	2b/ % Ac.Citrico g/100 ml de jugo.
0	100,0 ab	13,3 a	8,6 a	0,5 a
1000	152,0 b	13,9 a	8,6 a	0,5 a
2000	40,0 ab	12,4 a	6,7 a	0,4 a
4000	87,5 ab	12,3 a	7,6 a	0,4 a
8000	137,5 ab	13,3 a	8,0 a	0,4 a
16000	10,0 a	13,6 a	7,5 a	0,4 a

1) Promedio de 10 repeticiones. Promedios en una misma columna seguidos de una misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan,  $p = 0,05$  ),

2) Los valores óptimos del % de grados brix, % de ácido ascórbico y % de ácido cítrico son 11,5-13,5; 8-10 y 0,4-0,7, respectivamente.

CUADRO # 7 Valores promedio del diámetro y la longitud del fruto sin corona y el número de PRATYLENCHUS brachyurus en 50 ml de suelo, obtenidos de plantas de piña inoculadas con densidades crecientes del mismo nematodo en microparcels.

Tratamientos Nem/micropar- cela.	FRUTO SIN CORONAS		N° de p.brachyurus en 50 ml de suelo
	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	
0	12,9 a	20,6 a	0,0 a
1000	13,1 a	20,7 a	0,7 a
2000	11,8 a	18,3 a	0,6 a
4000	11,8 a	18,9 a	1,4 a
8000	12,8 a	19,9 a	1,4 a
16000	12,3 a	18,9 a	0,7 a

1) Promedio de 10 repeticiones. Promedios en una misma columna seguidos de una misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan,  $p = 0,05$  ).

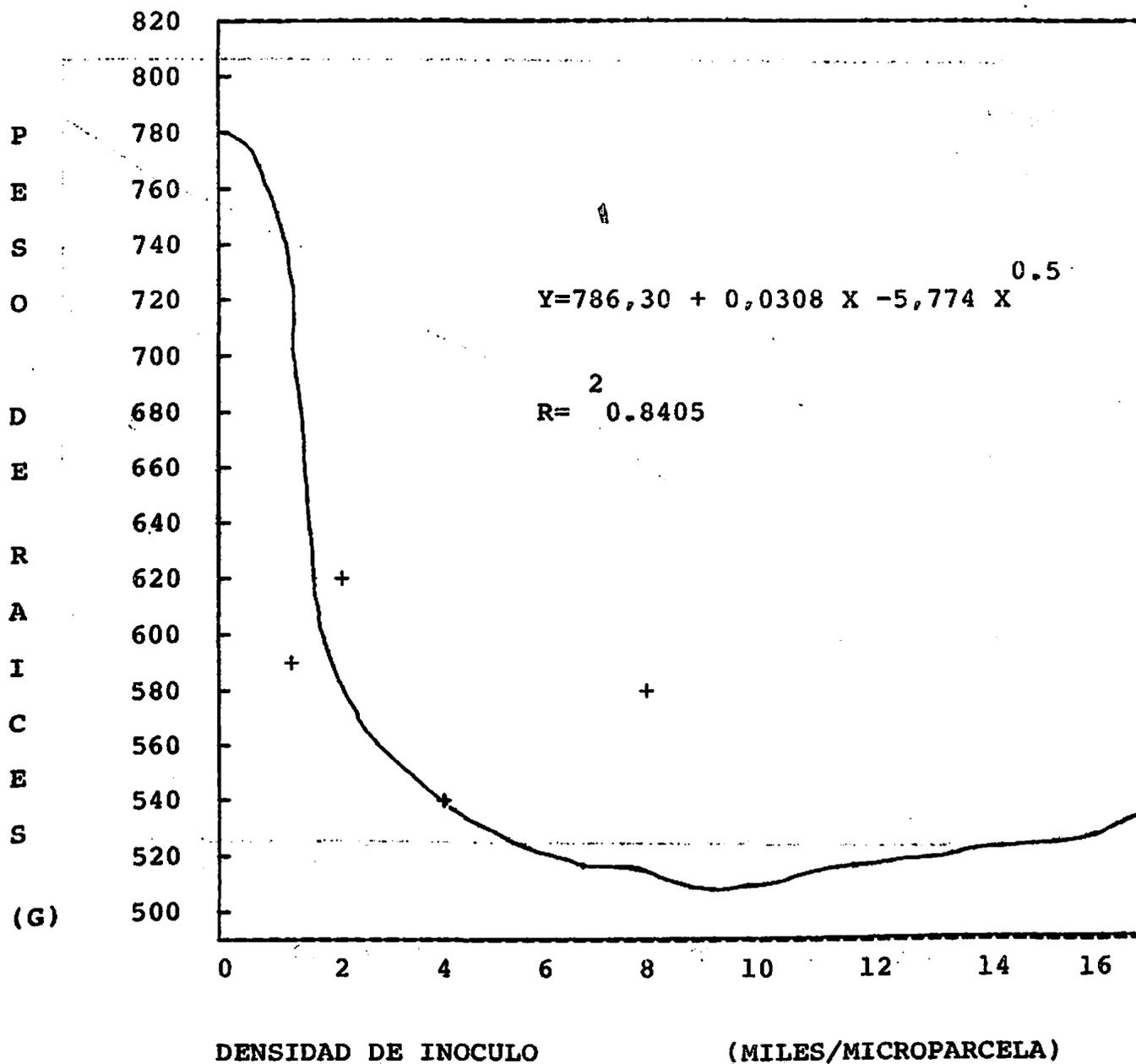


Figura 2: Efecto de la densidad de inóculo de PRATYLENCHUS brachyurus sobre el peso de las raíces de piña, cv. Cayena Lisa, clon Champanka F-153., en Microparcelas.

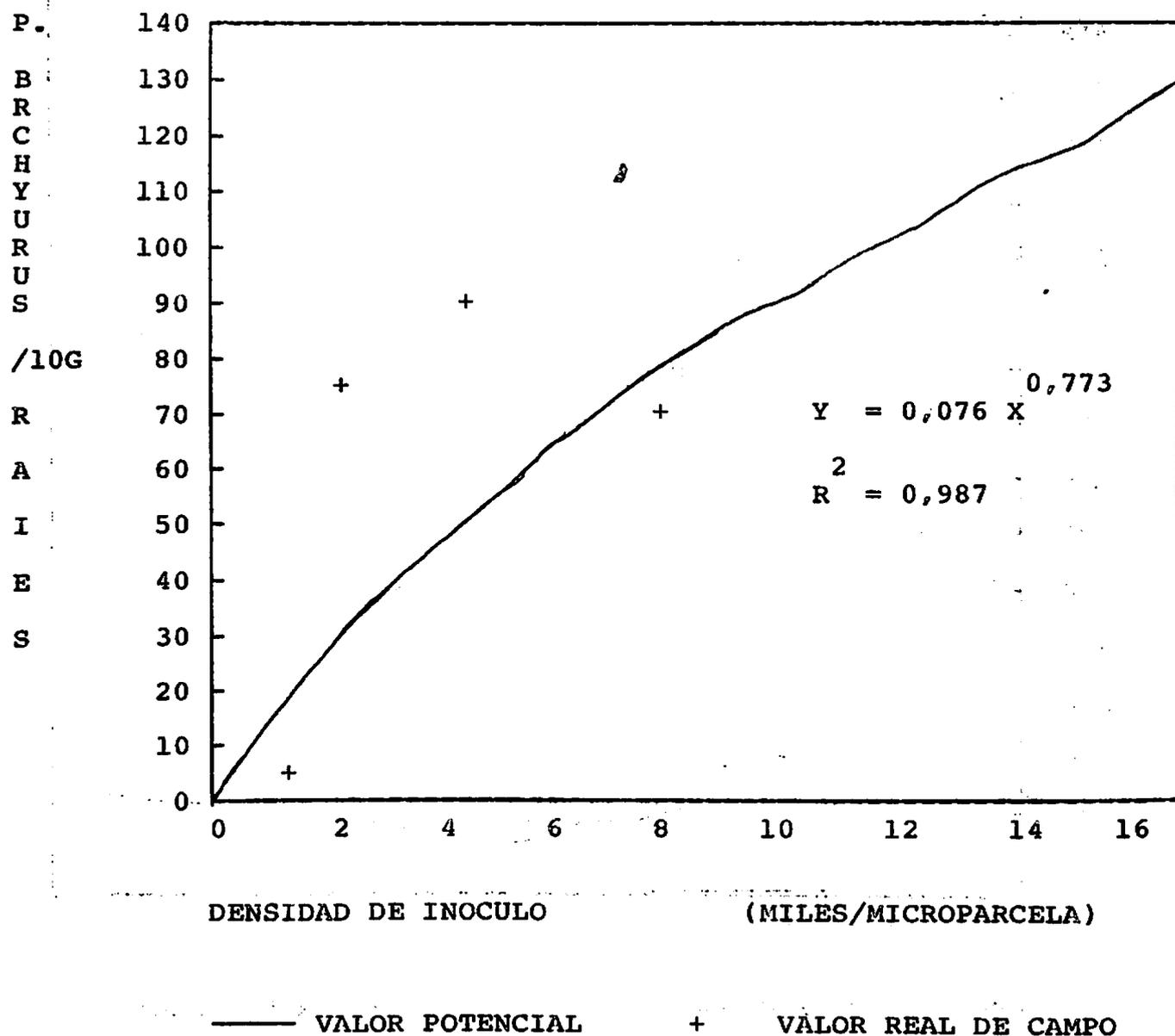


Figura 3: Efecto de la densidad de inóculo de PRATYLENCHUS brachyurus sobre su densidad en raíces al momento de la cosecha de piña, c.v. Cayena Lisa clon Champanka F-153., en microparcelas.

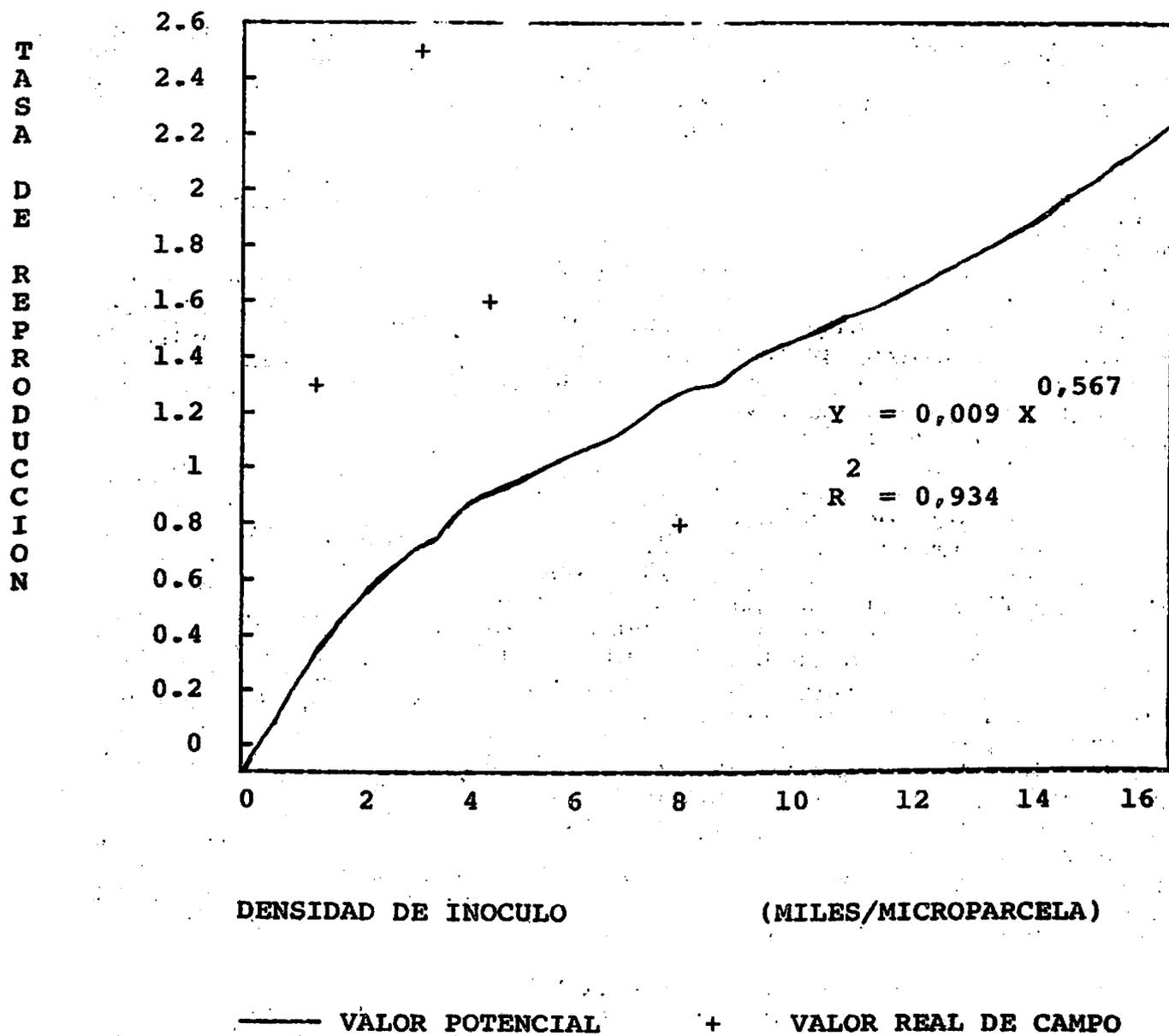


Figura 4: Efecto de la densidad sobre la tasa de reproducción de PRATYLENCHUS brachyurus en pifia c.v. Cayena Lisa clon Champanka F-153., en microparcelas.

## DISCUSION Y RECOMENDACIONES

En la mayoría de las variables evaluadas no hubo diferencias significativas, comparando plantas inoculadas entre si y con el testigo. Esto pudo deberse a varios factores individuales o combinados o a su posible interacción. Por ejemplo las variables % de grados brix, % ácido ascórbico, % ácido cítrico y madurez del fruto, dependen mucho del punto de maduración en que el fruto sea cortado, así como de la temperatura y precipitación imperantes en el campo y del manejo del fruto. Por lo tanto, es probable que en este caso los nematodos no sean un factor que influya grandemente en estas variables, por lo que no sería necesario su evaluación en futuros trabajos. Sin embargo, conviene cerciorarse previamente de que esta es la condición real, evaluando estas mismas variables en una situación en que se compruebe que *P. brachyurus* está afectando el crecimiento y el rendimiento de la piña.

Con respecto a las variables de producción, otras pudieron ser las razones que produjeron los resultados no significativos. En primera instancia, la evidencia obtenida sugiere que el clon "Champanka f 153", podría tener uno o varios factores que le confieren cierto grado de tolerancia ante el ataque de *P. brachyurus*. En todos los lugares del mundo productores de piña, se ha informado sobre la infestación del susodicho nematodo en las raíces del cultivar de piña "Cayena Lisa", sin embargo en las plantaciones comerciales de la compañía PINDECO en nuestro país, la frecuencia y sobre todo las densidades poblacionales de este nematodo no son altas. Esta aparente contradicción podría ser explicada también en base a la baja agresividad de la población costarricense de *P. brachyurus*; o sea que haya diferenciación en la reproducción y agresividad que diversas poblaciones de nematodo puedan causar en piña. Esto puede reafirmarse con los bajos valores obtenidos en la variable Tasa de Reproducción, que en el mejor de los casos fue de 2,5.

Por otra parte, algunos autores opinan que una buena nutrición en las plantas afecta directamente el desarrollo de los nematodos al provocar un mayor crecimiento radical. Además Bergeson y Spiegel (7,23), han postulado que fertilizaciones altas en Potasio protegen al cultivo del daño de los nematodos debido a que este elemento promueve el engrosamiento de las paredes epidermales de la raíz. Al haber utilizado en este ensayo fórmulas fertilizantes altas en Potasio, lógico es pensar que estas pudieron causar algún efecto sobre las poblaciones del nematodo y que este no pudiera causar el daño esperado.

Otro aspecto a considerar relacionado con la falta de diferencias significativas en el ensayo, es la manera en que *P. brachyurus* fue manejado previo a la inoculación en las micro-

parcelas, es decir, es posible que la maceración y extracción de los nematodos y su estancia durante un día en un medio no adecuado, pudiera haber afectado el comportamiento del nematodo a tal punto, que su sobrevivencia y poder de infestación disminuyeran grandemente. Es posible también, que las plantas de piña no tuvieran la suficiente cantidad de raíces al momento de la inoculación, de modo que esto pudo haber afectado las poblaciones de *P.brachyurus* a tal punto, que se haya producido una competencia por espacio y alimento disponible con lo que parte del inóculo hubiera perecido. Estos aspectos, junto con lo concerniente a la época de siembra, merecen ser investigados en forma exhaustiva antes de proceder a realizar investigaciones similares, con el fin de reducir a un mínimo aquellos factores que afecten negativamente la penetración y el establecimiento de *P.brachyurus* en este cultivo.

Los aspectos dilucidados anteriormente, así como los resultados obtenidos en esta investigación, pueden servir de base para planear y ejecutar nuevas investigaciones en esa área.

Esto es base fundamental para dejar en claro y en una forma adecuada el verdadero papel que desempeña *P.brachyurus* en la producción de piña en nuestro país.

#### LITERATURA CITADA

=====

1. ALVARADO, M.; LOPEZ, R. 1981 a. Extracción de nematodos fitoparásitos asociados al arroz, cv. C.R. 1113, mediante modificaciones de las técnicas de centrifugación-flotación y embudo de Baerman modificado. *Agronomía Costarricense* 5 (1/2): 7-13.
2. ALVARADO, M.; LOPEZ, R. 1981 b. Eficacia de dos métodos y sus modificaciones en la extracción de nematodos endoparásitos migratorios de raíces de piña y plátano. *Nematropica* 11 (2): 129-136.
3. BAFOKUZARA, N. 1982. Nematodos associated with pineapples in Uganda. *Nematropica* 12 (1): 45-50.
4. BARKER, K. 1985. The application of microplot techniques in nematological research. In. An advanced treatise on Meloidogyen, vol. II Methodology. Ed. K.R. Barker, C. C. Carte and J.N. Sasser. North Carolina State University Graphycs, p. 127-133.

5. BARKER, K.R.; NUSBAUM, C.J. 1971. Diagnostic and advisory programs, In: Plant parasitic nematodes. Vol. 1, E. by B.M., Zuckerman, W. F. Mai and R. A. Rhode. Academic Press, New York, p. 281-301.
6. BARKER, K.R.; OLTHOF, T. 1976. Relationships between nematodes population densities and crop responses. Annual Review of Phytopathology 14: 327-353.
7. BERGESON, G.P. 1966. Mobilization of minerals to the infection site, of root-knot nematodes. Phytopathology 58: 49-53.
8. CASTRO, J.A.; LOPEZ, R. 1981. Respuesta de dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) a densidades crecientes de inóculo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood. Agronomía Costarricense 5 (1/2): 65-73.
9. FONSECA, H. 1987. Respuesta del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) cv. Speight G-28 a densidades crecientes de inóculo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White), 1919 Chitwood, 1949. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía Universidad de Costa Rica. 63 p.
10. GAVANDE, S. 1976. Física de suelos, principios y aplicaciones. 2 Ed. México, D.F. Limusa S.A., 351 p.
11. GANDOY, P.; ORTEGA, J. 1980. Nematodos parásitos del cultivo de la piña en Cuba y posibilidades de su control. Ciencias de la Agricultura 7 (2): 19-28.
12. GUEROUT, R. 1975. Nematodes of pineapple: A review. PANS 21 (2): 123-140.
13. HANOUNIK, S.; OSBORNE, W.W.; PIRIE, W.R. 1975. Relationships between the population density of *Meloidogyne incognita* and growth of tobacco, Journal of Nematology 7 (4): 352-356.
14. HARE, W.W. 1965. The inheritance of resistance of plants to nematodes. Phytopathology 55: 1159-1162.
15. HUTTON, D. 1975. Pineapple nematodes in Jamaica and relationship between their population and rainfall in two areas. nematropica 5 (2): 23-24 (Abstr).
16. JENKINS, W. R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separation of nematodes from soil. Plant Disease Reporter 48: 692.

17. KIRBY, E.A.; MENGEL, K. 1982 Principles of Nutrition. 3 Ed. Bern: International Potash Institute, pp 411-435
18. LOPEZ, R.; SALAZAR, L. 1981. Evaluación preliminar de algunos nematocidas para el combate químico de nematodos fitoparásitos en piña. Agronomía Costarricense. 5 (1/2): 81-87.
19. LUCAS, G.B. 1975. Diseases of tobacco. 3 Ed. New York, Parker, H.E. 621 p.
20. NIBLACK, T.L.; HUSSEY, R.S. 1985. Extracting nematodes from soil and plant tissue. In. Plant nematology Laboratory Manual. Ed. por B. M. Zuckerman, W.F. y M. B. Harrison. University of Massachusetts, Agricultural Experiment Station. pp 201-206.
21. PY, C. 1969. La piña tropical. Barcelona, España, Blume 278 p.
22. RASKY, D.J.; KRUSBERG, L. R. 1984. Nematodes parasites of of grapes and other small fruits. In plant and insect nematodes, Ed. por W.R. Nickle. New York, Marcel Dekker, Inc. pp 457-506.
23. SPIEGEL, Y; COHN, E.; KAFRAFI, U.; SULAMI, M. 1982. Influence of potssium fertilization on parasitism by the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. Journal of Nematology 14. (4): 530-535.
24. TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. 1978. Biología, indentificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz. Proyecto Internacional *Meloidogyne*. Raleigh, North, Caroline State University. 111 p.
25. ZEM, A; REINHARDT, D. 1978. Nematodes asociados a cultura do abacaxi no estado du Bahia. Soc. Brasil, Nemat. Public. N° 3: 17-20.
26. ZEM, A.; SANCHEZ, N.; RENHARDT, D. 1979. Niveis do infestacao do nematodes na abacaxicultura do estado do Bahia. Revista de Agricultura 5: 25-32.