

NEMATODOS ASOCIADOS AL ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN COSTA RICA. II VARIACIONES
INTRAESPECIFICAS EN *Tylenchorhynchus annulatus* (Cassidy, 1930) Golden, 1971¹ /

R. LOPEZ CH.*
L. SALAZAR F.**

Summary

The relationship between the variability of 12 morphometric characters and ratios of Tylenchorhynchus annulatus and its geographical origin was studied in 12 populations collected from the four main rice producing zones of Costa Rica. Vulva position and the b and c ratios were the most stable characters, followed by an intermediate group of variable characters formed by esophagus length, tail length, stylet, maximum body diameter, number of tail annules and the c' ratio. Total body length, anal body diameter and the a ratio were the most variable characters among populations. No specific morphological variants within the species were detected in the different localities sampled since high variation was found among populations from the same locality as well as among populations from different areas.

Introducción

En un reciente reconocimiento de la nematofauna asociada al cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en las cuatro principales zonas productoras de Costa Rica, se encontró que una de las especies más frecuentes era *Tylenchorhynchus annulatus* (Cassidy, 1930) Golden, 1971 (*T. martini* Fielding, 1956), una de la especies de este género que sólo presenta hembras, la cual estaba presente en el 59% de los suelos analizados durante 1985 (R. López, L. Salazar, datos sin publicar). Esta especie tiene una amplia distribución geográfica, encontrándose asociada al cultivo del arroz en varios países de América, Asia y África (4)

En el transcurso del reconocimiento efectuado en Costa Rica se observó especímenes que variaban en tamaño según su origen geográfico, por lo que se con-

sideró de interés realizar esta investigación, con los objetivos de caracterizar varias poblaciones costarricenses de *T. annulatus* y determinar si esta especie posee variantes morfológicas específicas, v.g., que todas las poblaciones provenientes de un área geográfica determinada presenta una o más características morfológicas similares entre ellas pero que las diferencian de poblaciones provenientes de otras áreas, o si se trataba de dos o más especies del mismo género *Tylenchorhynchus* que predominan en las diferentes localidades agrícolas donde se cultiva arroz en Costa Rica

Materiales y métodos

Se colectó 12 poblaciones de *T. annulatus* en las cuatro principales zonas productoras de arroz en Costa Rica (Fig. 1). Algunas características ecológicas de los sitios en donde se colectó las poblaciones se presentan en el Cuadro 1. El suelo que contenía cada población fue trasladado al laboratorio donde fue homogeneizado para posteriormente obtener submuestras de 100 ml, las que fueron procesadas por el método de cernido y centrifugación en solución azucarada (5). Los nematodos recuperados fueron montados sobre una gota de agua destilada en un portaobjetos, relajados con calor y cubiertos con un cubreobjetos, el que fue posteriormente sellado con glyceel. Los nematodos fueron medidos con la ayuda de un dispositivo especial a 1 500X de magnificación, excepto la longitud total, la que fue medida a 150X. También se preparó ilustraciones de las regiones anterior y posterior del nematodo.

1 Recibido para su publicación el 16 de julio de 1986

Parte del proyecto 312-85-028 de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. Los autores agradecen la financiación de la Vicerrectoría de Investigación de la UCR, así como la ayuda técnica del Sr. Justo Azofeifa, la Sra. Cecilia Jinesta, el M.Sc. Freddy Sancho y la Srita. Carmen Gutiérrez.

* Beneficiario del CONICIT de Costa Rica

** Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica



Fig. 1. Mapa de Costa Rica mostrando la localización aproximada de los sitios de colección de 12 poblaciones de *Tylenchorhynchus annulatus*

En cada población se midió la longitud total (L), el esófago, la cola, el estilete, el diámetro máximo del cuerpo, el diámetro anal, la posición de la vulva (expresada como porcentaje en relación a L), el número de anillos en la cola y se calculó las proporciones de la fórmula de De Mann: $a = (L/\text{diámetro máximo})$, $b = (L/\text{esófago})$, $c = (L/\text{cola})$, así como la proporción $c' = (\text{cola}/\text{diámetro anal})$ en 10 hembras de cada pobla-

ción. Una vez obtenidos los datos se calculó el valor promedio de cada característica y sus límites de confiabilidad a $P = 0.05$. Se calculó el coeficiente de variación (CV) de cada característica en cada población, para obtener un estimado de la variabilidad de las mismas dentro de cada población. Es de interés señalar que Bajaj y Bhatti (1), y Tarjan y Frederick (7), han considerado como estables a aquellas características que tienen un CV menor de 10%, mientras que CV mayores de 10% hacen que la característica sea considerada como variable.

Resultados

La forma general del cuerpo de las hembras es muy similar en todas las poblaciones sin detectarse diferencias apreciables entre ellas. La parte anterior (Fig. 2) tiene aproximadamente el mismo diámetro desde el nivel medio del procorpus hasta la base del esófago, pero se agudiza un poco entre el nivel medio del procorpus y la región cefálica, la que se caracteriza por tener tres anillos y por ser levemente arqueada o relativamente plana en su extremo anterior. El vestíbulo del estoma y su extensión son fácilmente visibles. El estilete tiene un cono punteagudo, una columna generalmente más gruesa que el cono y unos nódulos basales con los bordes anteriores inclinados hacia adelante. El procorpus es relativamente alargado y angosto. El bulbo medial es ovalado y tiene en el centro un aparato valvular desarrollado. El istmo es largo y angosto y está circundado por el anillo nervioso en su nivel medio o levemente anterior a éste. La porción basal del esófago delimita con el intestino y

Cuadro 1. Designación y algunas características ecológicas de los sitios de colección de 12 poblaciones de *Tylenchorhynchus annulatus* en Costa Rica.

Pob	Zona	Localidad	Clasificación ecológica	Elevación msnm	Tipo de suelo
1	Pacífico Sureste	La Cuesta	Bosque muy húmedo, premontano	22	Dystropept
2	Pacífico Sureste	4 km N.E. Ciudad Neilly	Bosque muy húmedo, tropical	20	Tropaquept
3	Pacífico Sureste	1 km S.O. Ciudad Neilly	Bosque muy húmedo, tropical	40	Ustropept
4	Pacífico Central	3 km N.E. Quepos	Bosque muy húmedo, premontano	8	Aquic Eutropept
5	Pacífico Central	Esterillos Oeste	Bosque muy húmedo, premontano	5	Aquic Tropaquept
6	Pacífico Central	El Silencio	Bosque muy húmedo, tropical	30	Typic Tropaquept
7	Pacífico Central	Punta Agujas	Bosque muy húmedo, premontano	10	Typic Dystropept
8	Guanacaste	Pelón de la Bajura	Bosque seco tropical,	10	Fluventic Ustropept
9	Guanacaste	5 km O. Liberia	Bosque seco tropical, transición a húmedo	90	Typic Pellustert
10	Guanacaste	La Palma, Abangares	Bosque seco tropical, transición de húmedo	40	Typic Pellustert
11	Atlántica	Maryland	Bosque muy húmedo, premontano transición a basal	10	Typic Tropaquept
12	Atlántica	Zent	Bosque húmedo tropical, transición a perhúmedo	18	Typic Tropaquept

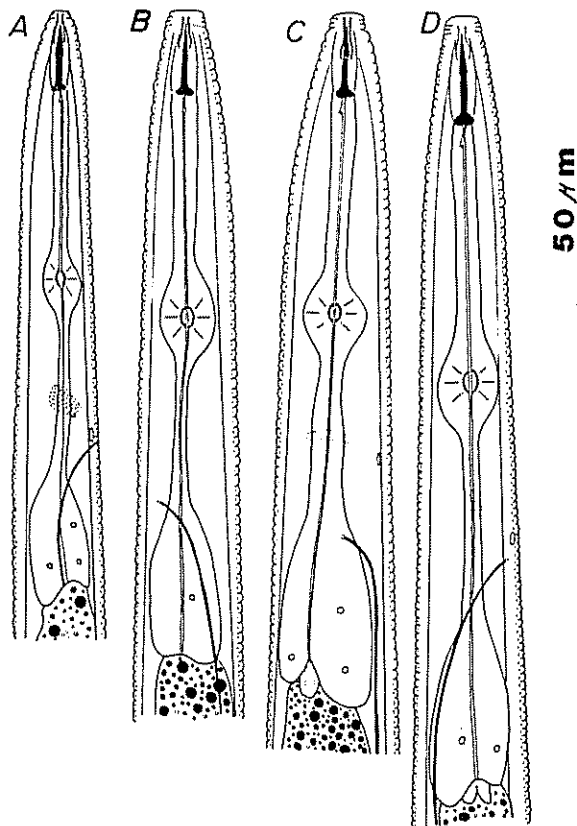


Fig 2 Parte anterior de especímenes de *Tylenchorhynchus annulatus* colectados en Maryland (A), La Palma de Abangares (B), El Silencio (C) y a 4 km N.E. de Ciudad Neilly (D).

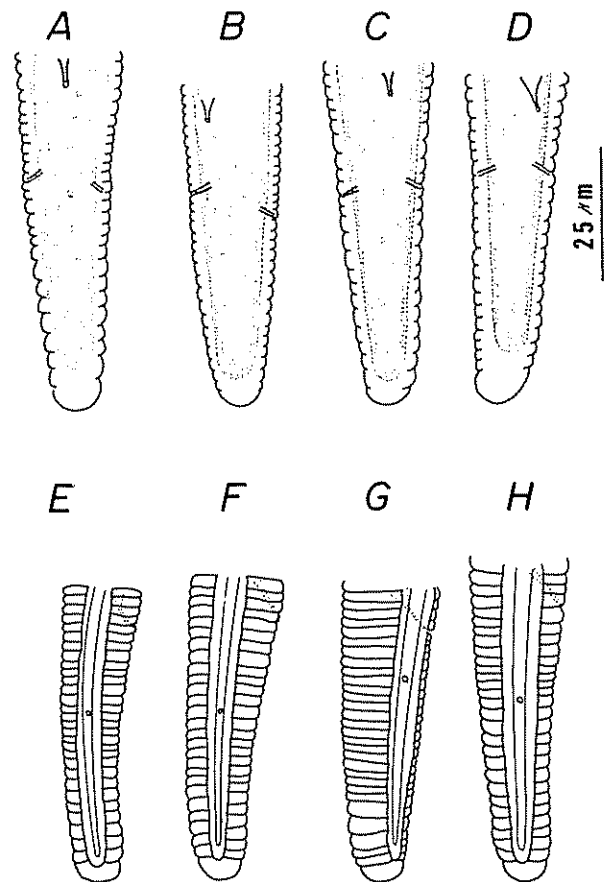


Fig 3. Vista central y lateral de colas de *Tylenchorhynchus annulatus* colectados en Zent (A), La Palma de Abangares (B), El Silencio (C), a 4 km N.E. de Ciudad Neilly (D), Maryland (E), La Palma de Abangares (F), Punta Agujas (G) y La Cuesta (H).

tiene forma de un bulbo, en el cual a veces se distinguen los tres núcleos de las glándulas esofágicas, uno dorsal y dos subventrales. El cardia es visible en algunos especímenes y a veces da la impresión de constar de dos cortos lóbulos. El poro excretor se localiza generalmente a un nivel levemente superior a la parte anterior del bulbo basal del esófago. El ducto excretor es arqueado y no era discernible una vez que alcanza el nivel del intestino. El hemizonidio está localizado entre 2 a 8 anillos sobre el poro excretor y tiene una longitud de 1-2 anillos.

La cola (Fig. 3) es subcilíndrica, con un término liso y redondeado. Los fasmidios generalmente se localizan a la mitad de la cola, en la banda central de los campos laterales; éstos últimos constaban de tres bandas dos laterales y una central, y están delimitados por 4 incisuras, siendo las dos externas levemente crenadas. Tanto las incisuras externas como las internas se fusionan cerca del término

Los valores promedio y los límites de confiabilidad de cada una de las características evaluadas son ilustradas en las Figs. 4 a 6, mientras que en el Cuadro 2 se presentan los coeficientes de variación de cada característica en cada población. Basados en la coincidencia o no de los límites de confiabilidad de cada característica entre las 12 poblaciones estudiadas, se encontró que la posición de la vulva y las proporciones b y c fueron las características en que hubo mayor traslape. En contraposición con esto, la longitud total, la proporción a y el diámetro anal fueron las características en que la frecuencia en la coincidencia de sus límites de confiabilidad fue menor mostrando mayor variabilidad. La longitud del esófago, la cola, el diámetro máximo del cuerpo, el número de anillos en la cola, el estilete y la proporción c' constituyeron un grupo intermedio en cuanto a su variabilidad, ya que sólo en unas pocas ocasiones no hubo traslape de los valores de los límites de confiabilidad de cada característica entre las 12 poblaciones estudiadas.

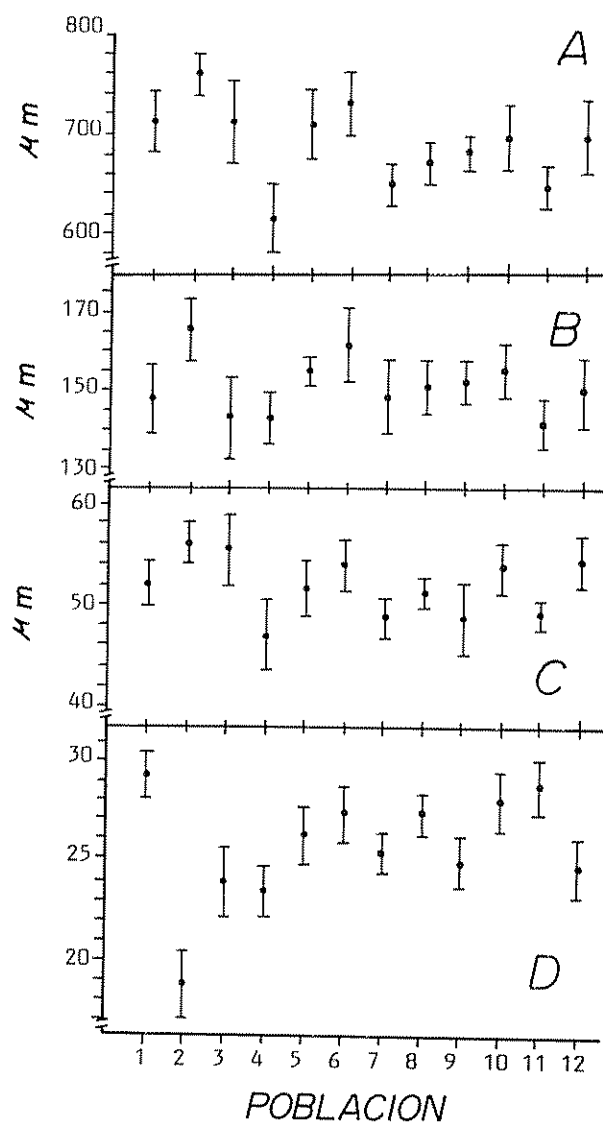


Fig 4 Valores promedio y límites de confiabilidad ($P = 0.05$) de la longitud total (A), el esófago (B), la cola (C) y la proporción a (D) en 12 poblaciones de *Tylenchorhynchus annulatus*.

Por otra parte, L, la posición de la vulva y el estilete tuvieron CV menores del 10% en todas las poblaciones, mientras que el CV del número de anillos en la cola sólo fue superior al 10% en la población 3. El CV del esófago fue de 10% en la población 7 y superior al 10% en la población 3; en las demás fue inferior al 10%. En el caso de la proporción a, los CV fueron superiores al 10% sólo en las poblaciones 2 y 3, mientras que en lo concerniente a la proporción c, los valores fueron superiores al 10% sólo en las poblaciones 1 y 9. Los CV de la cola fueron mayores al 10% en las poblaciones 3, 4 y 9, y los de la proporción b en el caso de las poblaciones 1, 6 y 7. En lo

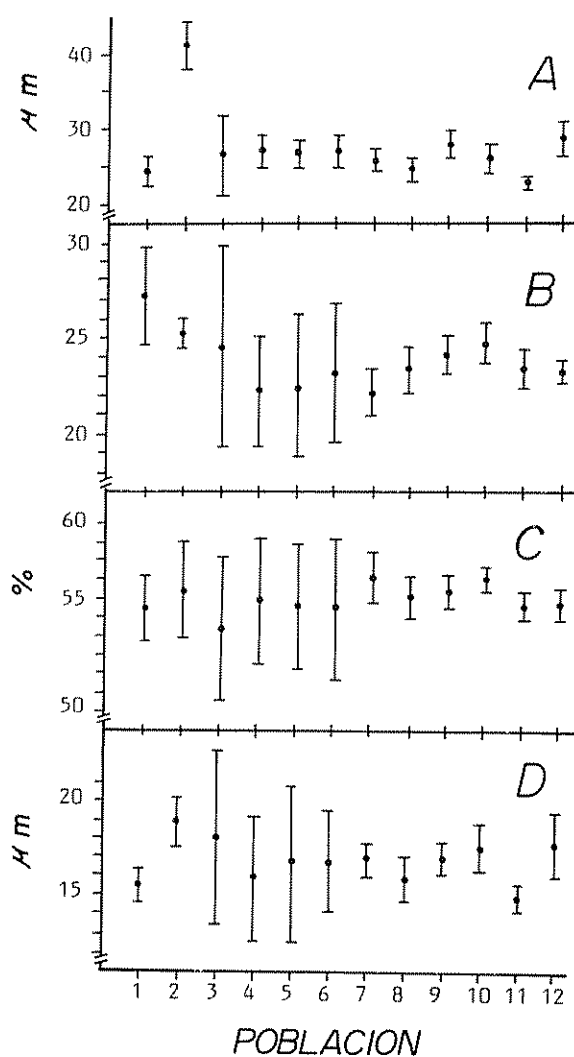


Fig 5 Valores promedio y límites de confiabilidad ($P = 0.05$) del diámetro máximo del cuerpo (A), el número de anillos en la cola (B), la posición de la vulva (C) y el diámetro anal (D) en 12 poblaciones de *Tylenchorhynchus annulatus*.

concerniente al diámetro máximo del cuerpo, el CV fue inferior al 10% sólo en las poblaciones 7, 8 y 11, mientras que en el caso del diámetro anal, este valor fue menor del 10% sólo en las poblaciones 1, 6, 7, 9 y 11. Finalmente, en el caso de la proporción c, el CV fue menor al 10% en las poblaciones 4, 5, 7, 8, 10, 11 y 12.

Discusión

La posición de la vulva y las proporciones b y c fueron las características más estables, mientras que L, el diámetro anal y la proporción a fueron las más variables. Por otra parte, la longitud del esófago, la cola, el diámetro máximo del cuerpo, el número de

Cuadro 2. Coeficientes de variación de 12 características morfológicas y proporciones en especímenes de 12 poblaciones de *Tylenchorhynchus annulatus* en Costa Rica.

Caracter	Población											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Medidas lineales												
Longitud total	7.0	4.4	9.4	9.2	8.0	6.7	5.2	5.1	4.1	7.5	5.6	8.4
Esófago	9.8	8.0	11.6	7.5	3.8	9.3	10.0	7.5	5.9	7.0	7.5	9.6
Cola	6.6	6.0	10.2	12.3	8.6	7.7	6.8	4.7	11.7	7.2	4.4	7.7
Estilete	3.6	5.0	4.4	6.1	3.7	4.0	5.3	7.2	9.6	3.7	4.9	4.6
Diámetro máximo	12.0	11.9	32.9	13.8	11.4	13.7	8.8	8.6	10.2	12.1	6.2	14.0
Diámetro anal	8.6	10.7	12.9	10.4	12.7	7.9	8.7	11.0	7.9	11.3	7.4	15.6
Proporciones												
a	6.6	14.4	11.2	8.4	8.4	8.7	6.4	6.0	8.0	8.8	7.1	9.7
b	15.3	8.6	8.0	7.4	6.7	11.4	11.4	6.7	6.8	7.2	7.3	9.8
c	12.5	4.7	7.6	8.7	4.8	6.6	5.6	4.6	11.9	4.1	5.2	4.2
c'	11.7	10.0	16.3	7.7	7.9	12.3	9.2	9.4	12.0	7.7	9.2	8.9
Porcentaje												
Posición de la vulva	4.9	1.3	3.5	2.9	3.0	3.4	6.2	2.9	2.3	1.7	2.1	2.1
Otro												
Número anillos en cola	7.6	4.8	11.0	6.6	8.4	8.0	8.8	8.7	7.4	6.8	6.6	7.4

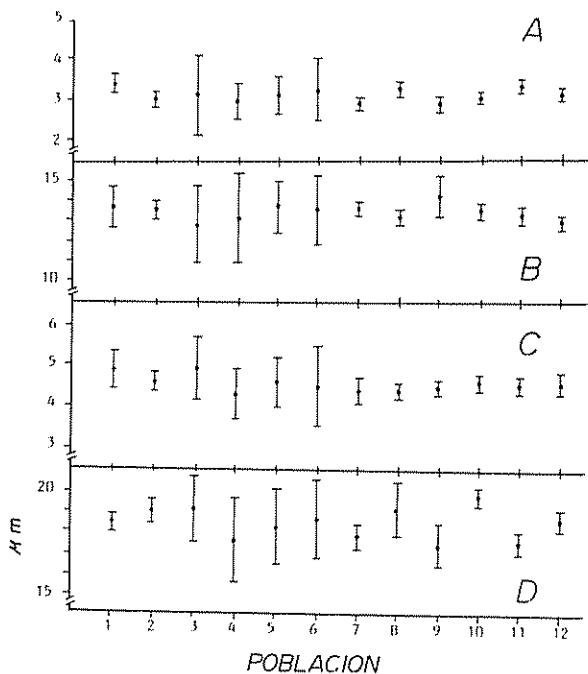


Fig 6 Límites de confiabilidad (P = 0.05) y valores promedio de las proporciones c' (A), c (B), b (C) y el estilete (D) de 12 poblaciones de *Tylenchorhynchus annulatus*

anillos en la cola, el estilete y la proporción c' fueron características intermedias en cuanto a su variabilidad. Al utilizar el CV como criterio calificador de la variabilidad y el valor de 10% usado por otros autores (1, 7) para diferenciar entre características estables y variables, se podría decir que L, la posición de la vulva, el estilete y el número de anillos en la cola fueron características estables, mientras que el diámetro máximo del cuerpo, el diámetro anal y la proporción c' fueron las características más variables. Las demás características podrían ser consideradas también como variables, aunque no en el mismo grado que las últimas tres. Como puede notarse, no siempre hubo coincidencia en los calificativos que recibieron algunas características según fuera el criterio calificador seguido; sin embargo, conviene aclarar que la coincidencia o no de los límites de confiabilidad fue un criterio que sirvió para estimar la variabilidad de las características entre las diversas poblaciones estudiadas, mientras que el CV sirvió para evaluar la variabilidad dentro de cada población.

Uno de los objetivos más importantes de este estudio fue determinar si las poblaciones colectadas en una zona podrían ser diferenciadas de las colectadas en otra u otras zonas mediante una o varias características, así como si existía variación en estas características entre poblaciones provenientes de una misma

zona. Al respecto se podría decir que, prácticamente en todas las variables no hubo coincidencia en los valores promedio pertenecientes a poblaciones colectadas en una misma zona, e incluso en algunas oportunidades ni siquiera coincidieron sus límites de confiabilidad. A manera de ejemplos de una situación frecuente, se pueden citar dos casos. En primer lugar, las poblaciones 4, 5, 6 y 7, colectadas todas en el Pacífico Central, tuvieron valores promedio de L que fueron diferentes entre sí; la diferencia entre el promedio de la población 4 y el de la 6 fue mayor que la existente entre este último y los correspondientes a las poblaciones 3 y 10, colectadas estas últimas en el Pacífico Sureste y Guanacaste, respectivamente. Los límites de confiabilidad de esta variable tampoco coincidieron entre las poblaciones 4 y 6, pero sí lo hicieron en el caso de las poblaciones 3, 6 y 10. El otro ejemplo es el de los valores de la proporción a. Los promedios de a fueron muy diferentes en las poblaciones 1, 2 y 3, colectadas todas en el Pacífico Sureste, y sus límites de confiabilidad tampoco coincidieron entre sí. Por otra parte, el promedio de la población 3 fue similar al de la población 4, colectada en el Pacífico Central, y sus límites de confiabilidad casi coincidieron completamente. También hubo casos en que los valores promedio de algunas variables e incluso sus límites de confiabilidad fueron totalmente diferentes entre poblaciones provenientes de diferentes zonas, v.g., L en la población 2 (Pacífico Sureste) y en la 7 (Pacífico Central) o la proporción a en la población 1 (Pacífico Sureste) y en la población 12 (Atlántica). Los resultados anteriores dan evidencia entonces de que hubo variación tanto al comparar entre sí poblaciones provenientes de una misma como de diferentes zonas. La posibilidad de que la localidad geográfica de una población hubiera originado variantes morfológicas específicas, que pudieran ser diferenciadas fácilmente de poblaciones provenientes de otras zonas, debe entonces ser descartada.

Los resultados aquí obtenidos concuerdan con lo indicado por Ferris (2), de que poblaciones de nematodos aislados geográficamente y que pertenecen a una sola especie nominal, a menudo difieren solo en su morfometría, frecuentemente con un traslape en sus medidas pero con diferentes valores promedios. Esta variabilidad de las poblaciones estudiadas podría ser causada por factores tales como: el cultivar de arroz, estado fenológico del cultivo, condiciones de microclima, factores pedológicos y por la composición genética de los organismos, ya fuera que actuaran independientemente uno de otro o que interaccionaran entre sí. Con base en este estudio sería muy difícil señalar aquellos factores que podrían haber ejercido su efecto en este caso.

Por otra parte, se comparó los valores aquí obtenidos para varias características con los informados previamente por varios autores para *T. annulatus* (2, 5, 7). En general, estos investigadores han encontrado también variaciones en los valores de L, el número de anillos en la cola y las proporciones a, b, c y c', tanto entre poblaciones como dentro de ellas.

El único caso en que hubo discrepancias fue con la proporción a, que tuvo valores promedio en las poblaciones costarricenses que variaron entre 18.7 y 28.8, mientras que Fielding (3) y Timm (8) encontraron valores de 31 en poblaciones de Louisiana, USA y Siddiqui (6) informó sobre valores de 34-35 en los paralelotipos de esta especie.

A pesar de que existe una gran variabilidad intraespecífica en poblaciones costarricenses de *T. annulatus*, ésta todavía no es de una magnitud suficiente como para considerar que existen variantes morfológicas u otras especies adicionales de este género en arrozales de Costa Rica. Además, la variabilidad de casi todas las características morfológicas evaluadas en este estudio, están dentro del ámbito encontrado en poblaciones de otras regiones geográficas.

Resumen

Se investigó si la procedencia geográfica había originado variantes morfológicas específicas en 12 poblaciones de *Tylenchorhynchus annulatus* colectadas en las cuatro principales zonas productoras de arroz en Costa Rica. La posición de la vulva y las proporciones b y c fueron los caracteres más estables entre poblaciones y fueron seguidos por un grupo intermedio en variabilidad, constituido por la longitud del esófago, la cola, el estilete, el diámetro máximo del cuerpo, el número de anillos en la cola y la proporción c'. La longitud total, el diámetro anal y la proporción a fueron las características más variables entre poblaciones. No se detectaron variantes morfológicas en las diferentes localidades en que se tomaron muestras, ya que hubo tanta variación entre poblaciones de una misma como entre poblaciones provenientes de diferentes zonas.

Literatura citada

1. BAJAJ, H.K.; D.S. BHATTI 1984. New and known species of *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Pratylenchidae) from Haryana, India, with remarks on intraspecific variations. *Journal of Nematology* (EE UU) 16(4):360-367.

- 2 FERRIS, V R. 1983. Phylogeny, historical biogeography and the species concept in soil nematodes. In Concepts in nematode systematics. Ed by A.R. Stone, H.M. Platt, L.F. Khalil. New York. Academic Press. p. 143-161.
- 3 FIELDING, M J. 1956. *Tylenchorhynchus martini*, a new nematode species found in the sugarcane and rice fields of Louisiana and Texas. Proceedings of the Helminthological Society of Washington (EE UU) 56(1):47-48.
- 4 FORTUNER, R.; MERNY, G. 1979. Root-parasitic nematodes of rice. Revue de Nematologie (Francia) 2(1):79-102.
- 5 JENKINS, W R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. Plant Disease Reporter (EE UU) 48:692.
- 6 SIDDIQUI, M R. 1976. *Tylenchorhynchus annulatus* (= *T. martini*). Commonwealth Institute of Helminthology. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes. Set. 6, No. 85. 4 p.
- 7 TARJAN, A C.; FREDERICK, J J. 1978. Intra-specific morphological variation among populations of *Pratylenchus brachyurus* and *P. coffeae*. Journal of Nematology (USA) 10(2):152-160.
- 8 TIMM, R W. 1963. *Tylenchorhynchus trilineatus* n. sp. from West Pakistan with notes on *T. nudus* and *T. martini*. Nematológica (Holanda) 9:262-266.

Reseña de libros

HOBHOUSE, H. Seeds of change: five plants that transformed the world. London, Sedgwick and Jackson, 1984. 245 p.

¿Recuerdan los avisos de los libreros grandilocuentes sobre suntuosas ediciones de Libros que Cambiaron la Manera de Pensar de los Hombres? Yo los recuerdo, así como también haber reflexionado si el pensamiento de alguien había sido verdaderamente cambiado por, digamos *La Utopía* o *El Príncipe*. Ciertamente, el tenerlos en sus estantes podría cambiar lo que la gente piensa de ustedes. Pero esos libros no cambiarían lo que ustedes pensaban, ¿o no?

Seeds of Change ha cambiado la manera como pienso yo. Hobhouse ha contado con destreza la historia de las plantas que el subtítulo de su libro abarca, cinco plantas que transformaron la humanidad, y al hacerlo ha señalado toda una suerte de avenidas por las que se puede vagar a voluntad. No sería justo con él el tratar de parafrasear sus argumentos, porque es debido a su detallada preparación y excelente exposi-

ción que hace su tesis tan irresistible. A pesar de todo, y con el interés de persuadir a la gente a leer el libro, desearía ofrecer algunos bocadillos como aperitivo.

Sin la quinina, mucho del mundo hubiera permanecido imposible de trabajar y de gobernar por gente que llegase a esas partes. Si esto no fuera bastante, fue la búsqueda de alternativas sintéticas lo que condujo a la preeminencia de la industria química alemana y todo lo que ello significó.

Durante el cenit del comercio triangular, cuando los esclavos eran embarcados desde África hasta el Caribe para producir azúcar para exportar a Europa, una sola cucharadita de azúcar costaba seis minutos de la vida de un hombre el producirla. "En promedio, para dar azúcar a 250 hombres, mujeres y niños ingleses, un negro moría cada año".

El comercio del té con la China figura como uno de los más grandes casos de explotación lucrativa de todos los tiempos. El opio de la India compraba 40 veces su "valor" de té en la China. La porcelana china venía a Europa como lastre en los barcos del té. Y cuando los europeos consiguieron el secreto de la China, y el estado chino se desintegró bajo el peso de las

importaciones de opio, nosotros simplemente movimos la producción del té a la India y a Ceilán.

El algodón, al igual que el azúcar, "demandó" esclavitud. La guerra civil de los Estados Unidos fue peleada más por el algodón que por la esclavitud, y sin embargo, después de la guerra, sin esclavos y sin gran cambio en los procesos industriales, el algodón fue más barato que nunca.

Las papas salvaron a los irlandeses y también causaron su caída. Entre las naciones europeas, solo los irlandeses llegaron rápidamente a depender casi exclusivamente de la papa. Hobhouse señala al respecto la manera como los ingleses sacaron a los irlandeses de la poca tierra que era apropiada para los cereales. Las papas podían crecer donde ningún otro cultivo podía, pero cuando las papas fallaron, los irlandeses se morían de hambre.

Sin quinina, Gandhi no hubiera comenzado a trabajar como abogado al lado de los obreros hindúes conscriptos para las minas de Africa del Sur. Sin el té,

la civilización china hubiese perdurado hasta ahora. Sin azúcar y el comercio de esclavos, los europeos no sufrirían las enfermedades de la afluencia, que ahora les aquejan. Sin el algodón, ni Mohamed Ali ni Martin Luther King habrían sido norteamericanos distinguidos, lo mismo que el clan Kennedy podría haber permanecido en las ciénagas irlandesas si sus miembros no hubiesen dependido absolutamente de las papas.

Estas son algunas de las pepitas excavadas de **Seeds of Change**, y apenas puedo esperar la secuela, que examine los productos del viejo mundo: el trigo, el vino y el aceite.

Los profesionales podrían no aprobar la secuela de historia que se pregunta "¿qué tal si...?", pero no me importa. Hobhouse, como dije, cambió mi manera de pensar: dejemos que haga lo mismo con ustedes.

JEREMY CHERFAS
ASESOR CIENTIFICO
HOLBORN PUBLISHING GROUP
LONDRES, INGLATERRA