

EVALUACION DE NEMATICIDAS PARA EL COMBATE DE *Meloidogyne incognita* EN DOS CULTIVARES DE *Apium graveolens*¹

RODRIGO RIVERA B.*
ROGER LOPEZ CH.*

Abstract

The effects of aldicarb, carbofuran, ethoprop, phenamiphos and fensulfotion, at rates of 4, 5, 7, 5 and 4 kg a.i./ha, respectively, on the yield and other characteristics of celery, cv. 5204 and Dwarf, were evaluated on an alluvial soil infested with a low initial population density of *Meloidogyne incognita* at the Ujarrás Valley, Costa Rica. Aldicarb, phenamiphos and carbofuran significantly increased the yield of 'Dwarf' as compared to the control. There were no significant effects of the chemicals on the plant height and appearance on both cultivars, but they significantly reduced the root-knot index caused by *M. incognita*, except fensulfotion on '5204' and ethoprop on 'Dwarf'. The root-knot index was significantly higher on the '5204' than on the 'Dwarf' cultivar. Population densities of free living nematodes and *M. incognita* larvae were low in soil 44 days after transplanting and increased a little at harvest time, but without reaching the same densities present before nematicides application.

Introducción

El apio (*Apium graveolens* L.) es afectado por diversos organismos patógenos entre los que se encuentran los nematodos formadores de nódulos radicales, en particular la especie *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, la que tiene una amplia distribución geográfica y gama de hospedantes (4, 7). Por otra parte, el combate químico de nematodos es una práctica eficaz para disminuir las pérdidas causadas por estos parásitos, aunque su asociación con la siembra de cultivares resistentes y la rotación de cultivos podría ser considerada como el sistema de combate más eficaz (9).

La zona del Valle de Ujarrás en la provincia de Cartago, Costa Rica, se caracteriza por ser un área agrícola donde la producción de apio constituye una fuente importante de ingresos y trabajo para los agricultores. En esta área el ataque de *M. incognita*

es particularmente frecuente en el cultivo, por lo que se consideró importante, dada la carencia de información local, evaluar la eficacia de cinco nematicidas granulados en el combate de esta especie en dos cultivares de apio, y sus efectos en el rendimiento y otras características de los mismos. Los resultados obtenidos son descritos a continuación.

Materiales y métodos

Se hizo un experimento para el combate químico de *M. incognita* en el Valle de Ujarrás, provincia de Cartago, Costa Rica. Esta zona tiene una altitud de 1014 msnm, una precipitación promedio anual de 2009 mm y una temperatura promedio de 20.4°C. El suelo del área experimental era de origen aluvial, topografía plana, y tenía 67.4, 8.8, 23.8 y 8.7% de arena, limo, arcilla y materia orgánica, respectivamente. El pH era de 5.4.

Se evaluaron los nematicidas aldicarb (Temik 10% G), carbofuran (Furadan 5% G), etoprop (Mocap 5% G), fenamifos (Nemacur 5% G) y fensulfotion (Terracur 5%G), en dosis de 4, 5, 7, 5 y 5 kg ia/ha, respectivamente, en dos cultivares de apio blanco, el '5204' y

¹ Recibido para su publicación el 17 agosto de 1981

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

el 'Dwarf', ambos del tipo Golden Self Blanching. Los productos fueron distribuidos sobre toda la parcela inmediatamente antes del trasplante, e incorporados a 10 cm de profundidad con un rastrillo. Cada parcela tenía 3 m de largo y 1.25 m de ancho (3.75 m²), y en cada una se trasplantaron 40 plantas, en cuatro hileras. Se utilizó distancias de siembra de 30 cm entre hileras y 24 cm entre plantas. La parcela efectiva se localizó en el centro de cada parcela total, y estuvo compuesta por 16 plantas. Existió una separación de 30 cm entre parcelas totales. Para la evaluación se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con cinco repeticiones en el que los cultivares fueron las parcelas grandes y los nematocidas las parcelas pequeñas.

Las prácticas de cultivo de fertilización, desyerbas y aspersión de fungicidas para el combate de patógenos foliares fueron las usualmente utilizadas en la zona.

Con el fin de evaluar el efecto de los nematocidas sobre los nematodos fitoparásitos y de vida libre, así como la variación cronológica de sus densidades, se tomó muestras de suelo en tres oportunidades, la primera inmediatamente antes del trasplante y las otras dos a los 44 y 116 días después del trasplante. Para esto, en cada parcela y oportunidad, se tomó suelo de cinco puntos, colocados uno al centro y los otros cuatro a 20 cm de cada vértice de la parcela. En el laboratorio las muestras fueron homogeneizadas y cuarteadas hasta obtener submuestras de 100 cc, las que fueron procesadas por el método de centrifugación en solución azucarada (1); los nematodos fueron recogidos en platillos siracusa y luego identificados y contados bajo un microscopio estereoscópico a 45X.

Se hizo evaluaciones subjetivas de la apariencia de las plantas a los 60 y 75 días después del trasplante, para lo que se utilizó una escala donde 1 = crecimiento pobre; 2 = regular; 3 = bueno; 4 = muy bueno, y 5 = crecimiento excelente. Los valores promedio de ambas evaluaciones son los que se presentan en los resultados. Al hacer esta evaluación se consideró factores tales como color y tamaño de las hojas, color del tallo y forma de las hojas, grosor de las plantas e incidencia de *Septoria apii* y *Cercospora apii*.

También se evaluó la altura de las plantas dos semanas antes de la cosecha, en 8 plantas escogidas al azar dentro del grupo de 16 que formaban la parcela efectiva, y se escogió al azar 8 sistemas radicales y se hizo una evaluación del índice de nódulos radicales, de acuerdo con la siguiente escala: 1 = 0; 2 = 1-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%, y 5 = 76-100% de las raíces

con agallas o nódulos causados por el ataque de *M. incognita*.

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente, los datos de los recuentos de nematodos de vida libre y de larvas de *M. incognita* fueron transformados sistemáticamente en $(X + 1)^{1/2}$ para su análisis. Los valores promedio de los tratamientos para cada variable evaluada fueron comparados entre sí mediante la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

Resultados

Los valores promedio del rendimiento, la altura y la evaluación subjetiva de la apariencia de las plantas se presenta en el Cuadro 1. No hubo diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de estas tres variables, o entre cultivares en el rendimiento y la altura de las plantas; se encontró que el valor promedio de la apariencia del cultivar '5204' fue significativamente mayor que el del 'Dwarf'. Al hacer el desglose de la interacción cultivares X nematocidas se encontró que el aldicarb, el fenamifos y el carbofuran incrementaron significativamente el rendimiento del cultivar 'Dwarf' en comparación con el respectivo testigo.

En cuanto a la altura, se encontró que en el cultivar '5204' el fensulfotion la redujo significativamente en comparación con el etoprop, el aldicarb y el fenamifos. Finalmente, el valor promedio de la apariencia de las plantas del cultivar '5204' en parcelas tratadas con fensulfotion fue significativamente menor que el obtenido en parcelas tratadas con carbofuran, mientras que en el 'Dwarf' el valor promedio en parcelas tratadas con etoprop fue significativamente inferior al obtenido en las tratadas con fensulfotion y en las testigo.

En el Cuadro 2 se presentan las densidades promedio de larvas de *M. incognita* en los tres recuentos efectuados. En ninguno de ellos hubo diferencia significativa alguna al comparar entre sí a los cultivares o los diversos tratamientos nematocidas. Al desglosar la interacción cultivares X nematocidas se encontró que en el segundo recuento, y en el caso del cultivar '5204', hubo significativamente menos larvas en parcelas tratadas con etoprop que en las tratadas con fensulfotion, fenamifos y en las testigos. En el tercer recuento se encontró que en el cultivar '5204' hubo significativamente menos larvas en parcelas tratadas con carbofuran que en las testigo o en las tratadas con fensulfotion.

Cuadro 1. Valores promedio del rendimiento, la altura y la apariencia de plantas de dos cultivares de apio en la evaluación de cinco nematocidas en Ujarrás de Cartago.

Nematicidas	RENDIMIENTO (kg/ha)			ALTURA (cm)			APARIENCIA*		
	Cultivares		Promedio de Nematicidas**	Cultivares		Promedio de Nematicidas**	Cultivares		Promedio de Nematicidas**
	5204	Dwarf		5204	Dwarf		5204	Dwarf	
Testigo	90 024 c***	72 320 a	81 173 A	55 8 ab	53 6 ab	54 7 A	2 79 cd	2 73 bcd	2 76 A
Aldicarb	90 880 c	85 547 bc	88 213 A	56 2 b	53 6 ab	54 9 A	2 72 bcd	2 33 ab	2 53 A
Etoprop	83 200 abc	80 213 abc	82 133 A	57 2 b	53 8 b	55 5 A	2 86 cd	2 26 a	2 56 A
Fensulfotion	88 960 c	75 307 ab	81 707 A	52 2 a	54 6 ab	53 4 A	2 46 abc	2 73 bcd	2 59 A
Fenamifos	80 640 abc	87 040 bc	83 840 A	56 4 b	54 4 b	55 4 A	2 73 bcd	2 59 abc	2 66 A
Carbofuran	89 813 c	87 680 bc	88 747 A	55 6 ab	56 6 b	56 1 A	3 12 d	2 59 abc	2 86 A
Promedio de cultivares****	87 253 a	81 280 a	55 6 a	54 4 a			2 78 a	2 54 a	

* La apariencia se basó en una escala visual donde 1 = crecimiento pobre; 2 = regular; 3 = bueno; 4 = muy bueno y 5 = excelente.

** Promedio de diez observaciones. Promedios en una misma columna seguidos por una misma letra mayúscula no difieren significativamente entre sí (Duncan, P = 0.05).

*** Promedio de cinco repeticiones. Promedios en ambas columnas, para cada variable, seguidos por una misma letra minúscula no difieren significativamente entre sí (Duncan, P = 0.05).

**** Promedio de 30 observaciones. Promedios seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan, P = 0.5).

Los valores promedio del índice de nódulos radicales se presentan en el Cuadro 3. Se encontró que el cultivar 'Dwarf' tuvo un valor significativamente menor que el del '5204'. Al evaluar los nematocidas se encontró que todos ellos, excepto el fensulfotion, redujeron significativamente este índice en comparación con el testigo. También hubo algunas diferencias al comparar entre sí a los nematocidas. Al hacer el desglose de la interacción cultivares X nematocidas se encontró que en el caso del cultivar '5204' los nematocidas, a excepción del fensulfotion, redujeron significativamente este índice en comparación con el testigo. Con el 'Dwarf', se encontró algo similar, excepto que en este caso fue el etoprop el que no redujo significativamente el valor de este índice. Con ambos cultivares, y al comparar entre sí los diferentes nematocidas, se encontró algunas diferencias significativas entre ellos.

Finalmente, en el Cuadro 4, se presentan las densidades de los nematodos de vida libre en los tres recuentos efectuados. No hubo diferencias significativas en ninguno de ellos al comparar entre sí los cultivares o los diversos tratamientos nematocidas. En el segundo recuento, y al estudiar la interacción cultivares X nematocidas, se encontró significativa-

mente más nematodos en parcelas del cultivar '5204' tratadas con fensulfotion que en las tratadas con etoprop. En parcelas del cultivar 'Dwarf' tratadas con este último producto hubo significativamente más larvas que en las tratadas con aldicarb.

En el tercer recuento, y al estudiar nuevamente la interacción cultivares X nematocidas, hubo significativamente más nematodos de vida libre en las parcelas testigo del cultivar '5204' que en las tratadas con etoprop o con carbofuran.

Discusión

La interpretación de los resultados obtenidos en esta investigación indujo a concluir que los nematocidas aldicarb, carbofuran y fenamifos aumentaron de manera ostensible y significativa el rendimiento del cultivo 'Dwarf', no así el del '5204'.

Estos resultados concuerdan, al menos en forma parcial, con los obtenidos por otros autores (3, 5, 6), quienes han encontrado que estos productos son eficaces en el combate de nematodos y promueven

Cuadro 2. Variación cronológica de la densidad de larvas de *Meloidogyne incognita* en la evaluación del efecto de cinco nematicidas en dos cultivares de apio.

Nematicidas	Larvas/100 cc de suelo								
	Primer recuento			Segundo recuento			Tercer recuento		
	Cultivares	Promedio de Nematicidas		Cultivares	Promedio de Nematicidas		Cultivares	Promedio de Nematicidas	
	5204	Dwarf		5204	Dwarf		5204	Dwarf	
Testigo	4 a**	10 ab	7 A***	3 bcd	2 abcd	2 A	10 bc	6 abc	8 A
Aldicarb	4 a	14 b	9 A	2 abcd	2 abcd	2 A	6 abc	8 abc	7 A
Etoprop	7 ab	8 ab	7 A	1 a	2 abcd	2 A	5 abc	6 abc	5 A
Fensulfotion	8 ab	10 ab	9 A	4 cd	1 ab	2 A	11 c	4 ab	7 A
Fenamifos	9 ab	13 ab	11 A	4 cd	2 abcd	3 A	7 abc	3 a	5 A
Carbofuran	12 ab	15 b	13 A	2 abc	2 abc	2 A	2 a	4 ab	3 A
Promedio de cultivares	7 a****	12 a		2 a	2 a		6 a	5 a	

* Primer recuento hecho inmediatamente antes del trasplante. El segundo y tercer recuento fueron hechos 44 y 116 días después del trasplante, respectivamente.

** Promedio de cinco repeticiones. Promedios en ambas columnas, para cada recuento, seguidos por una misma letra, no difieren significativamente entre sí (Duncan, $P = 0.05$).

*** Promedio de diez observaciones. Promedio en una misma columna, seguidos por una misma letra mayúscula, no difieren entre sí (Duncan, $P = 0.05$).

**** Promedio de treinta observaciones. Promedios seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan, $P = 0.05$).

un mayor rendimiento de los cultivos. En nuestro caso el producto que dio resultados más consistentes fue el aldicarb, ya que causó un leve incremento del rendimiento del cultivar '5204' y uno apreciable del 'Dwarf', mientras que los otros dos productos, si bien produjeron rendimientos de mayor cuantía en el 'Dwarf' tuvieron rendimientos inferiores al testigo respectivo en el '5204'. Por otra parte, y a pesar de que las diferencias no fueron estadísticamente significativas, el etoprop y el fenamifos produjeron rendimientos en el cultivar '5204' apreciablemente menores que el testigo, lo que sugiere que ambos productos causaron un efecto tóxico en este cultivar.

A comparar el rendimiento de los dos cultivares se encontró que el '5204' produjo más que el 'Dwarf', a pesar de que el valor del índice de nódulos radicales fue mayor en el primero que en el segundo. Dado que este índice, se supone, refleja la severidad del ataque de los nematodos formadores de nódulos, debería haberse obtenido resultados inversos. Sin embargo, y de acuerdo con el criterio utilizado actualmente (2), se puede decir que el cultivar '5204' fue más

susceptible que el 'Dwarf' al ataque de *M. incognita* pero que a su vez fue más tolerante que éste. Esta última aseveración concuerda con lo manifestado por Tyler (8), según lo cual el apio es un cultivo productivo pese a ser afectado por *M. incognita*. La diferencia en rendimiento entre ambos cultivares podría también no deberse al ataque de los nematodos al menos en parte, y podría ser atribuido entonces a las otras diferencias genéticas que tienen estos dos cultivares.

En cuanto a la apariencia de las plantas se encontró que el cultivar '5204' tuvo un valor promedio de este índice significativamente mayor que el del 'Dwarf', debido probablemente a su porte más alto y vigoroso; también podría ser que este cultivar fuera menos susceptible al ataque de patógenos foliares y que esto se tradujera en menor área foliar necrosada y por ende en una menor apariencia.

En todo caso parece conveniente mejorar el sistema de evaluación de la apariencia, ya que esto podría constituirse en un nuevo criterio de selección del cul-

Cuadro 3. Valores promedio del índice de nódulos radicales causados por *Meloidogyne incognita* en la evaluación del efecto de cinco nematicidas en dos cultivares de apio.

Nematicidas	Índice de nódulos radicales*			
	Cultivares		Promedio de Nematicidas	
	5204	Dwarf		
Carbofuran	2.52 bcd**	1.82 a	2.17 A***	
Aldicarb	2.30 ab	1.93 a	2.11 A	
Fenamifos	2.95 cd	2.35 abc	2.65 AB	
Fensulfotion	3.87 f	2.60 bcd	3.24 CD	
Etoprop	3.08 de	2.90 cde	2.99 BC	
Testigo	4.03 f	3.47 ef	3.75 D	
Promedio de Variedades	3.12 d****	2.51 a		

* Índice de nódulos basados en una escala donde 1 = 0, 2 = 1-25%, 3 = 26-50%, 4 = 51-75%, 5 = 76-100% de raíces con agallas.

** Promedio de cinco repeticiones. Promedios en ambas columnas, seguidos por una misma letra, son estadísticamente iguales de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P:0.05).

*** Promedio de diez observaciones. Promedios en esta columna, seguidos por una misma letra, son estadísticamente iguales de acuerdo con resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P:0.05).

**** Promedio de treinta observaciones. Promedios seguidos por una misma letra no difieren entre sí significativamente, de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan (P:0.05).

tuar a sembrar, con el fin de producir plantas con un mayor valor comercial.

En lo concerniente a la altura parece ser que esta variable no es afectada por la aplicación de nematicidas, al menos bajo las condiciones en que se realizó la prueba, por lo que aparentemente no sería necesario evaluarla en posteriores ensayos.

Los valores promedio del índice de nódulos radicales indicaron que como ya ha sido mencionado anteriormente, el cultivar '5204' fue más susceptible que el 'Dwarf' al ataque de *M. incognita*, aunque ello no implica que este último sea más tolerante sino por el contrario, tal y como lo sugieren los resultados del rendimiento, es menos tolerante que el '5204'. Los nematicidas carbofuran, aldicarb y fenamifos fueron los que, en promedio, redujeron en mayor grado el valor del índice de nódulos radicales, lo que sugiere

que estos productos fueron los más eficaces en el combate de *M. incognita*; esto se reflejó en el rendimiento, ya que los citados productos fueron los que lo aumentaron en mayor grado, en especial en el cultivar 'Dwarf'.

En cuanto a la población de larvas de *M. incognita* en el suelo, el carbofuran fue el producto que la redujo en forma más acentuada que los otros nematicidas aunque en realidad las diferencias con éstos no fueron de gran magnitud. En general, la densidad poblacional previo a la aplicación de los nematicidas se redujo al momento del segundo recuento, 44 días después del trasplante, y luego aumentó levemente al momento de la cosecha. Resultados similares a estos han sido obtenidos recientemente en Costa Rica (3, 5, 6), y han sido atribuidos en los recuentos hechos a mitad de período del crecimiento de las plantas a la invasión de larvas a las raíces así como a la acción de los nematicidas aplicados, y en los recuentos al momento de la cosecha al período relativamente prolongado que los cultivos han estado en el campo y que permite que las poblaciones permanentes en los suelos tratados, o en mayor grado en los suelos no tratados, se reproduzcan. En nuestro caso parece que estas mismas explicaciones son también aplicables a los resultados obtenidos en los recuentos. También es posible que otros factores, como la posible presencia de organismos predadores o un exceso de agua en el suelo y la consiguiente falta de oxígeno debido al riego diario que se aplicó a la plantación, pudieran ser responsables en parte de estos resultados.

En todo caso es obvio que la aplicación de los productos químicos no eliminó totalmente los nematodos del suelo, y que algunos de éstos escaparon a su acción e invadieron las raíces, con lo que su combate o eliminación se dificultó.

Un comportamiento casi idéntico al de las larvas de *M. incognita* en el suelo fue exhibido por los nematodos de vida libre por lo que pareciera que los mismos factores que afectaron a *M. incognita* los afectaron a ellos de igual manera.

Finalmente, y con base en los resultados obtenidos en esta investigación, parece que se hace necesario estudiar y definir la susceptibilidad comparativa y la tolerancia de diversos cultivares de apio ante el ataque de *M. incognita*, así como la densidad crítica de esta especie en este cultivo, y el posible efecto tóxico de algunos productos químicos en ciertos cultivares. Toda esta información servirá en un futuro cercano para orientar con mejor criterio y base científica el combate de este nematodo en el cultivo de apio.

Cuadro 4. Densidades poblacionales de nematodos de vida libre en la evaluación del efecto de cinco nematicidas en dos cultivares de apio.

Nematicidas	Nematodos/100 cc de suelo								
	Primer recuento		Segundo recuento		Tercer recuento		Cultivares	Promedio de Nematicidas	
	Cultivares	Promedio de Nematicidas	Cultivares	Promedio de Nematicidas					
5204	Dwarf	5204	Dwarf	5204	Dwarf				
Testigo	3 a**	6 a	4A***	4 abc	4 abc	4 A	17 c	13 abc	15 A
Aldicarb	5 a	4 a	5 A	5 bc	2 a	3 A	13abc	9 abc	11 A
Etoprop	5 a	5 a	5 A	2 ab	6 c	4 A	6ab	7 abc	7 A
Fensulfotion	19 a	5 a	12 A	6 c	3 abc	5 A	14 bc	9 abc	12 A
Fenamifos	6 a	7 a	6 A	4 abc	5 bc	5 A	ñ0abc	6 ab	8 A
Carbofuran	11 a	5 a	8 A	5 bc	4 abc	4 A	5a	8 abc	7 A
Promedio de cultivares	7 a****	5 a		4 a	4 a		10a	10 a	

* Primer recuento hecho inmediatamente antes del trasplante. El segundo y tercer recuento fueron hechos 44 y 116 días después del trasplante, respectivamente.

** Promedio de cinco repeticiones. Promedios en ambas columnas, para cada recuento, seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan, P = 0.05).

*** Promedio de diez observaciones. Promedio en una misma columna, seguidos por una misma letra mayúscula no difieren entre sí (Duncan, P = 0.05).

**** Promedio de treinta observaciones. Promedios seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan, P = 0.05).

Resumen

Se evaluó el efecto de los nematicidas aldicarb, carbofuran, etoprop, fenamifos y fensulfotion, en dosis de 4, 5, 7, 5 y 5 kg ia/ha, respectivamente, sobre el rendimiento y otras características del apio, cv. '5204' y 'Dwarf', en un suelo aluvial infestado con una densidad inicial baja de *Meloidogyne incognita* en el Valle de Ujarrás, Costa Rica. El aldicarb, el fenamifos y el carbofuran incrementaron significativamente el rendimiento del 'Dwarf' en comparación con el testigo. No hubo efectos significativos de los productos sobre la altura y la apariencia de las plantas de ambos cultivares, pero éstos sí redujeron significativamente el índice de nódulos radicales causados por *M. incognita*, excepto el fensulfotion en el '5204' y el etoprop en 'Dwarf'. El índice de nódulos radicales fue significativamente mayor en el cultivar '5204' que en el 'Dwarf'. Las densidades poblacionales de los nematodos de vida libre y larvas de *M. incognita* fueron bajas en el suelo 44 días después del trasplante, y aumentaron levemente al momento de la cosecha, pero sin alcanzar las densidades presentes antes de la aplicación de los nematicidas.

Literatura citada

1. CAVENESS, F. E. y JENSEN, H. J. Modification of the centrifugal-flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 22(1):87-89. 1955.
2. COOK, R. Nature and inheritance of nematode resistance in cereals. *Journal of Nematology* 6(4):165-179. 1974.
3. INCER, A. y LOPEZ, R. Evaluación de prácticas selectas para el combate integrado de *Meloidogyne incognita* en apio. *Nematropica* 9(2):140-146. 1979.
4. LOPEZ, R. y AZOFEIFA, J. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos asociados con hortalizas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 5(1):(en prensa). 1981.

5. MATTEY, J. y LOPEZ, R. Evaluación de nematocidas y de métodos de aplicación en el combate de nematodos fitoparásitos y en la producción y calidad de la lechuga. *Turrialba* 28(1):15-18. 1978.
6. PERLAZA, F., LOPEZ, R. y VARGAS, E. Combate químico de *Meloidogyne* spp. y *Alternaria* sp. en zanahoria (*Daucus carota* L.). *Turrialba* 29(4):263-267. 1979.
7. SASSER, J. N. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries. In Lamberti, F. y Taylor, C. E., eds. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Systematics, Biology and control. New York, Academic Press, 1979. pp. 359-374.
8. TYLER, J. The root-knot nematode. University of California. Circular No. 330. 1930. 34 p.
9. WILSON, J. D. Crop rotation and the control of root-knot on muck grown vegetables. *Phytopathology* 52(1):3(Abstr.). 1962.

Reseña de libros

GILLIES, M. T. ed. Potable Water from Wastewater Park Ridge, N. J. Noyes Data Corporation. 1981. 305 p. (Pollution Technology Review No. 76).

Se trata de un nuevo libro que la Noyes Data Corporation publica con el número 76, dentro de la Serie sobre Revisión de la Tecnología de la Polución. El texto, que se desarrolla en 431 páginas, se divide en nueve secciones o capítulos, con 23 ilustraciones y 73 tablas. En esta forma, se presenta un resumen actualizado del tema central, que se relaciona con el reciclaje o tratamiento de las aguas servidas para su reutilización en los sistemas municipales de agua potable. El libro se deriva de documentos recientes, publicados entre 1977 y 1979 por varias unidades de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, la Universidad del Estado de Missouri, la Fundación Nacional para la Ciencia y la Oficina de Investigaciones y Tecnología del Agua del Departamento del Interior de ese mismo país.

En el Capítulo I, que es de carácter introductorio, se plantea el problema de la relativa escasez del agua en relación con el crecimiento de la población y el desarrollo de las industrias, y se señala la necesidad de reciclar este elemento vital, advirtiendo los prejuicios del público para utilizar como agua potable, con fines domésticos, aguas previamente servidas y contaminadas. En ese capítulo, se hace una justificación sobre la necesaria participación del gobierno en los programas dirigidos hacia el uso de aguas recicladas.

El Capítulo II, se refiere al uso indirecto de las aguas servidas. Con base en la descripción de diferentes casos, se explican varios procedimientos desarrollados para el efecto. Se citan, entre otros, procedimientos de alimentación de embalses, abastecidos con aguas recuperadas y la introducción de aguas tratadas en acuíferos subterráneos.

El Capítulo III, describe varios sistemas pequeños para la purificación de aguas servidas. Los diferentes sistemas que han sido diseñados o que están en etapas de experimentación y perfeccionamiento, incluyen procesos de digestión, filtración, absorción, desmineralización, oxidación con ozono, aplicación de ondas de sonido, uso de luz ultravioleta, hipoclorinación y procedimientos mejorados de coagulación.

El Capítulo IV, hace referencia a los progresos alcanzados en varios países del mundo, en relación con la reutilización de las aguas servidas. En ese Capítulo, se describe en forma resumida, varios de los proyectos realizados por diferentes países de la OTAN, dentro del plan de trabajo acordado por el Comité de Retos de la Sociedad Moderna, en el cual participan los Estados Unidos, Francia, el Reino Unido de Inglaterra, Holanda, Suecia, España y Alemania. También se hace en este capítulo, una reseña de trabajos realizados en África del Sur, y se presenta un brevísimo resumen de un trabajo demostrativo, llevado a cabo en Singapur.

El Capítulo V presenta en forma bastante explícita, el estudio de tres casos de programas emprendidos por tres importantes entidades industriales de los Estados Unidos, con el propósito de rescatar y purificar aguas servidas, a fin de utilizarlas nuevamente para el abastecimiento doméstico. Esos programas se refieren a las ciudades de Dallas en Texas, Denver en Colorado y Washington, D. C.

El Capítulo VI, explica las técnicas ya conocidas y utilizadas para el tratamiento de aguas servidas e indica los diferentes procesos aplicables, haciendo referencia a técnicas y procesos específicos para la eliminación de los diferentes agentes de contaminación. Se describen fórmulas de tratamiento para los componentes orgánicos; el uso de la membrana compuesta de osmosis invertida; el empleo del ozono; el tratamiento de los desagues ácidos de las minas, y el tratamiento por degradación reductiva de los hidrocarburos clorinados.

El Capítulo VII, trata sobre los métodos de análisis para la determinación cualitativa y cuantitativa de los diferentes agentes contaminantes del agua. Incluye el análisis de los contaminantes biológicos, los microelementos minerales, trazas de compuestos orgánicos, y titulación de compuestos volátiles.

El Capítulo VIII, contiene un estudio de los diferentes contaminantes que pueden afectar a las aguas servidas, consideradas para su reutilización en los servicios domésticos municipales. Aquí se estudian los diferentes insumos que pueden contaminar el agua, los cuales aparecen clasificados en cuatro grandes categorías: elementos minerales, plaguicidas, compuestos orgánicos sintéticos, y organismos biológicos. Con el estudio de estos diferentes agentes contaminantes, se plantean también los distintos métodos conocidos para su eliminación total o para su reducción a niveles permisibles. Este capítulo concluye con una extensa bibliografía, que incluye 716 títulos.

Finalmente, el Capítulo IX, se refiere a los efectos nocivos que los diferentes contaminantes pueden producir sobre la salud humana. En esta forma, se estudian los diferentes elementos minerales, los agentes biológicos, los compuestos orgánicos sintéticos y los plaguicidas.

ENRIQUE BLAIR
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
SAN JOSE, COSTA RICA