

EVALUACION DE PRACTICAS SELECTAS PARA EL COMBATE INTEGRADO DE *MELOIDOGYNE INCOGNITA* EN APIO [EVALUATION OF SELECTED PRACTICES FOR THE INTEGRATED CONTROL OF *MELOIDOGYNE INCOGNITA* IN CELERY]. Augusto Incer A. y Róger López Ch., Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

*Aceptado:*

5.IX.1979

*Accepted:*

## RESUMEN

Se plantó un ensayo en Ujarrás, Costa Rica, para evaluar el efecto de la aplicación de materia orgánica (estiercol de gallinas con aserrín, 3000 kg/ha), del nematocida aldicarb (5 kg i.a./ha) y de la eliminación de los residuos de una cosecha previa, sobre las poblaciones de nematodos, la severidad de su ataque, el rendimiento y otras variables del apio, cv. Golden Self Blanching. El aldicarb redujo significativamente el índice de nódulos radicales causados por *Meloidogyne incognita*, 46 y 94 días, y el vigor de las plantas 46 días después del trasplante. La materia orgánica redujo significativamente la densidad de larvas de *M. incognita* 46 días después del trasplante, así como el rendimiento del apio; también causó un aumento significativo de las densidades de nematodos de vida libre y del valor del índice de nódulos radicales 46 y 94 días después del trasplante, y de la densidad de larvas de *M. incognita* al momento de la cosecha. La eliminación de las raíces de la cosecha anterior redujo significativamente el índice de nódulos radicales 94 días después del trasplante.

*Claves: Apium graveolens, manejo de plagas, nematodo nodulador.*

## INTRODUCCION

El apio (*Apium graveolens* L.) es una de las principales hortalizas que se cultivan en varias localidades de las provincias de Cartago y Alajuela, Costa Rica. En estas zonas este cultivo es la principal fuente de ingresos de muchos agricultores, algunos de los cuales lo siembran tanto en la época lluviosa como en la seca, sin utilizar ninguna rotación de cultivos. Observaciones de campo y muestreos de suelo y raíces (R. López, datos sin publicar) han inducido a concluir que uno de los más importantes nematodos que atacan este cultivo en estas áreas es *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949, el que causa la enfermedad de los nódulos radicales. Esta especie aparentemente puede causar pérdidas considerables, aunque todavía no se ha demostrado su patogenicidad en este cultivo bajo condiciones locales.

Por otra parte, la tendencia moderna en el combate de plagas y enfermedades se ha dirigido hacia el uso concomitante de varias prácticas, lo que usualmente trae como consecuencia un mejor combate de las mismas, y una mayor y mejor producción de los cultivos (5, 12).

El objetivo de esta investigación fue el de evaluar el efecto de tres prácticas selectas, vg., la aplicación de un nematocida, la eliminación de los residuos de una cosecha previa de apio y la incorporación al suelo de materia orgánica, sobre el rendimiento y otras variables de apio, así como sobre las poblaciones de nematodos de vida libre y fitoparásitos en el suelo, y la severidad del ataque de estos últimos.

## MATERIALES Y METODOS

Durante la época lluviosa de 1978 se plantó un ensayo en un suelo aluvial de topografía plana, textura franca, pH 4,5 y 8,24% de materia orgánica, localizado en el Valle de Ujarrás, provincia de Cartago; en esta área la altitud es de 1000 m.s.n.m., la precipitación promedio anual es de 1989 mm y la temperatura promedio es de 20,5 C. El área experimental estaba infestada con *M. incognita*.

### *Procedimiento experimental*

Para la evaluación de los tratamientos se utilizó un arreglo factorial 2<sup>3</sup> colocado en un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones; cada parcela tenía 3 m de largo y 1,25 m de ancho, y en cada una se trasplantaron 36 plantas de apio, cv. Golden Self Blanching, colocadas en cuatro hileras distanciadas 30 cm entre sí; la distancia entre plantas también fue de 30 cm; la parcela útil estuvo formada por las 14 plantas centrales de cada parcela total.

Dos semanas antes del tranplante se procedió a remover todas las raíces de una cosecha anterior de apio en las parcelas donde correspondía la eliminación de los residuos; de igual manera, en las parcelas correspondientes se incorporó materia orgánica en los primeros 10 cm de profundidad, en dosis de 3000 kg/ha; esta estuvo constituida por una mezcla de aserrín y estiercol de gallinas en que predominaba el aserrín. Finalmente, en las parcelas que así lo requerían, se aplicó el nematicida aldicarb (Temik 5% G, 5 kg i.a./ha) sobre toda la superficie, y luego fue incorporado a 10 cm de profundidad, inmediatamente antes del transplante.

### *Variables evaluadas*

Se hicieron tres muestreos para determinar las densidades poblacionales de los nematodos en el suelo y su variación cronológica; el primero se hizo inmediatamente antes de la aplicación de los tratamientos, mientras que el segundo y el tercero se hicieron 46 y 94 días después del trasplante. En cada parcela y muestreo se tomó suelo de cinco puntos, cuatro de ellos colocados a 30 cm de los vértices, y el último en el centro; las muestras fueron homogenizadas y cuarteadas hasta obtener submuestras de 100 cm<sup>3</sup>, las que fueron procesadas por el método de cernido y centrifugación (2). Cuarenta y seis y 94 días después del transplante se hizo una evaluación del índice de nódulos radicales, utilizando en el primer caso cuatro plantas/parcela y seis plantas parcela en el segundo; a cada planta se le asignó un valor, de acuerdo con la siguiente escala: 1 = sin nódulos; 2 = 1-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%, y 5 = 76-100% de raíces con nódulos. También se hizo dos evaluaciones subjetivas del vigor de las plantas en cada parcela 46 y 75 días después del trasplante, para lo que se utilizó una escala donde 1 = malo; 2 = regular; 3 = bueno; 4 = muy bueno, y 5 = excelente vigor. Ochenta y tres días después del trasplante se midió la altura de seis plantas escogidas al azar en cada parcela total; el peso de las 14 plantas constituyentes de cada parcela útil fue determinado 93 días después del transplante.

Se hizo una estimación del número de huevos/g de raíz presentes en los residuos de la cosecha anterior, para lo cual se tomaron muestras en varios puntos del área experimental; posteriormente se tomaron cinco submuestras de 50 g de raíces, las que fueron procesadas por el método descrito por Hussey y Barker (7); luego se determinó el número promedio de huevos/g de raíz.

Finalmente, se hizo un análisis de varianza para cada variable evaluada; en el caso de las densidades poblacionales de nematodos, los valores obtenidos se transformaron sistemáticamente en  $\sqrt{X + \frac{1}{2}}$  para su análisis estadístico.

## RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedios del vigor, la altura y el rendimiento obtenidos con los diversos tratamientos. Se encontró que la aplicación del aldicarb redujo significativamente el vigor de las plantas 46 días después del trasplante, mientras que la aplicación de materia orgánica redujo significativamente el rendimiento; las diferencias existentes entre los tratamientos en las otras variables evaluadas no fueron estadísticamente significativas.

Las densidades promedio de larvas de *M. incognita*, de nematodos de vida libre, y los valores del índice de nódulos radicales se presentan en el Cuadro 2. En referencia a la densidad de *M. incognita*, no hubo diferencias significativas entre tratamientos en el primer recuento; en el segundo, la aplicación de materia orgánica, en comparación con su correspondiente contraparte, redujo significativamente su densidad; en el tercer recuento la materia orgánica incrementó significativamente la densidad de *M. incognita*. En cuanto a los nematodos de vida libre, no hubo diferencias significativas entre tratamientos en el primer recuento; en el segundo, tanto la aplicación del aldicarb

Cuadro 1. Efecto de la eliminación de los residuos de la cosecha anterior, la aplicación de materia orgánica y la aplicación de un nematocida sobre el vigor, la altura y el rendimiento de apio, cv. Golden Self Blanching, en Ujarrás, Costa Rica.

Tratamiento	Vigor de las plantas <sup>z</sup>		Altura de planta (cm)	Producción (kg/ha)
	46	75	83	93
Con residuos	2,6	3,5	51,3	98000
Sin residuos	3,0	3,5	53,4	101142
Con materia orgánica	2,7	3,4	51,3	93428 <sup>y</sup>
Sin materia orgánica	2,9	3,6	53,5	105714
Con nematocida	2,5 <sup>x</sup>	3,4	51,5	99047
Sin nematocida	3,1	3,6	53,6	100095

<sup>x</sup> Diferencia significativa al 5%

<sup>y</sup> Diferencia significativa al 1%

<sup>z</sup> Basado en una escala subjetiva donde 1 = malo; 2 = regular; 3 = bueno;

4 = muy bueno y 5 = excelente vigor.

Cuadro 2. Valores promedios de la densidad poblacional de nemátodos en el suelo y del índice de nódulos radicales, en la evaluación de prácticas selectas para el combate de *Meloidogyne incognita* en apio, cv. Golden Self Blanching, en Ujarrás, Costa Rica.

Tratamiento	Nemátodos de vida libre N°/100 cc suelo			Larvas de <i>M. incognita</i> N°/100 cm <sup>3</sup> suelo			Índice de nódulos radicales <sup>z</sup>	
	0	46	93	0	46	93	46	94
Con residuos	36,9	24,2	68,3	4,4	1,8	10,7	2,3	3,2 <sup>x</sup>
Sin residuos	24,5	28,5	68,0	6,6	1,4	9,6	2,2	2,9
Con materia orgánica	36,3	31,0 <sup>x</sup>	87,6 <sup>x</sup>	5,2	1,3 <sup>x</sup>	14,7 <sup>y</sup>	2,6 <sup>y</sup>	3,8 <sup>y</sup>
Sin materia orgánica	35,0	22,0	51,1	5,8	2,0	6,5	1,9	2,2
Con nematicida	33,9	30,9 <sup>x</sup>	63,8	5,3	1,6	8,3	2,1 <sup>x</sup>	2,8 <sup>y</sup>
Sin nematicida	37,4	22,0	72,7	5,7	1,6	12,2	2,4	3,3

<sup>x</sup> Diferencia significativa al 5%.

<sup>y</sup> Diferencia significativa al 1%.

<sup>z</sup> Basado en una escala donde 1 = 0% del sistema radical dañado; 2 = 1-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% y 5 = 76-100% del sistema radical con nódulos.

como la de materia orgánica aumentaron significativamente sus densidades; en el tercer recuento sólo la aplicación de materia orgánica incrementó significativamente la densidad de estos nemátodos. También se logró identificar unos pocos especímenes de los géneros *Tylenchus* Bastian, 1865, *Trichodorus* Cobb, 1913 y *Helicotylenchus* Steiner, 1945; sin embargo, por estar presentes en pocas parcelas y en densidades muy bajas, no fueron incluidos en los análisis estadísticos.

Se encontró que la aplicación de materia orgánica aumentó significativamente el índice de nódulos radicales, mientras que el aldicarb lo redujo significativamente en la primera evaluación; en la segunda evaluación, tanto la eliminación de los residuos de la cosecha previa como el nematicida aldicarb, redujeron en forma significativa y altamente significativa, respectivamente, el valor promedio de esta variable; la materia orgánica aumentó significativamente este índice.

Finalmente, se encontró que la densidad promedio de huevos de *M. incognita*/g de raíz en los residuos de la cosecha previa de apio fue de 288, y que en cada parcela total (3,75 m<sup>2</sup>) el peso de estos residuos era de 5 kg.

## DISCUSION

El rendimiento del apio fue 13% menor cuando se aplicó materia orgánica que cuando ésta no fue aplicada, lo que podría atribuirse a que la materia orgánica aumentó significativamente la severidad del ataque de *M. incognita* (mayor índice de nódulos radicales); ésto, a su vez, se reflejó en un aumento significativo, aunque leve en magnitud, en la densidad de larvas en el suelo. Debido a la práctica de irrigar por aspersión el área experimental tres veces por semana, aún cuando el cultivo se plantó durante la época lluviosa, es posible que el suelo se mantuviera con un contenido de humedad superior a su capacidad de campo durante todo el tiempo que el ensayo estuvo en el terreno; ésto, aunque posiblemente no afectara al apio, que es una planta que requiere alta humedad (1) y que, aún bajo condiciones de exceso de agua en el suelo, no se ve afectada en su crecimiento (3), sí pudo haber afectado a *M. incognita*; se sabe que tanto los huevos como las larvas de esta especie son muy susceptibles a la escasez de oxígeno ocasionada por bajas tensiones de humedad (16), y que en suelos saturados la baja concentración y difusión de oxígeno inhiben la eclosión de huevos (17). Por otra parte, la aplicación de materia orgánica, constituida principalmente por aserrín, posiblemente provocó cambios en el ambiente físico del suelo que resultaron en un balance adecuado entre la humedad, el oxígeno y el CO<sub>2</sub>, con lo que se presentaron condiciones favorables para el desarrollo y reproducción de *M. incognita*, lo que causó un incremento de la severidad de su ataque, y consecuentemente una disminución significativa del rendimiento del apio; eso podría explicar el que, en las parcelas donde no se aplicó materia orgánica, el ataque de *M. incognita* fuera menos severo. Este razonamiento ha sido utilizado también por otros autores para explicar los resultados obtenidos con la aplicación de materia orgánica en cítricos (13) y soja (4).

Los otros tratamientos no afectaron significativamente el rendimiento, aunque se pudo observar que tanto la aplicación del aldicarb como la no eliminación de los residuos de la cosecha anterior produjeron rendimientos menores que sus respectivas contrapartes.

En cuanto a la altura de las plantas, se encontró que tanto la aplicación del aldicarb como la de materia orgánica y la no eliminación de los residuos de la cosecha previa produjeron valores promedios menores que sus contrapartes; aunque no significativas desde el punto de vista estadístico, estas diferencias sugieren, por ejemplo, que el aldicarb pudo haber causado un leve efecto fitotóxico en las plantas de apio, mientras que la aplicación de materia orgánica, al incrementar la severidad del ataque de *M. incognita*, redujo levemente la altura de las plantas; algo similar a lo anterior pudo ocurrir con la no eliminación de los residuos de la cosecha previa, ya que en este caso el inóculo inicial, en forma de huevos, fue ostensiblemente mayor que en las parcelas en que se eliminó estos residuos.

En cuanto al vigor, se presentó una situación prácticamente idéntica a la de la altura, aunque en este caso sí se obtuvo una disminución estadísticamente significativa del vigor con la aplicación de aldicarb, en la evaluación hecha 46 días después del trasplante. Este último resultado pareciera confirmar la suposición de que este nematocida pudo haber causado un leve efecto tóxico en las plantas de apio. Las razones que sirvieron para dar una posible explicación a los resultados obtenidos con los diversos tratamientos en el caso de la altura, parecen ser también valederos y aplicables al caso del vigor.

Con respecto a la población de larvas de *M. incognita* en el suelo, en el primer recuento, efectuado previo a la aplicación de los tratamientos, no se detectó diferencia estadística alguna entre parcelas, lo que podría interpretarse como un indicio de que su

distribución horizontal era homogénea, observación esta que contrasta con lo informado por otros autores (6,15). En general, la densidad presente en el suelo en este momento podría considerarse baja, aunque cabe destacar que en los tratamientos en que no se eliminó los residuos de la cosecha anterior, la mayor parte del inóculo inicial de esta especie estaba constituida por huevos, los que no fueron detectados con el método que se utilizó para extraer las larvas del suelo. En el segundo recuento, efectuado 46 días después del trasplante, en todos los tratamientos las densidades de larvas fueron aún menores que en el primero, lo que prodría deberse a que las larvas penetraron en las raíces, se desarrollaron y apenas estaban comenzando a reproducirse, por lo que sólo unos pocos especímenes se encontraban en la rizosfera de las plantas en este momento. En el caso específico de la materia orgánica se encontró que, en parcelas donde se aplicó, hubo una densidad significativamente menor que en las que no se aplicó; sin embargo, esta diferencia fue de poca magnitud, y posiblemente "no significativa desde el punto de vista biológico". En el tercer recuento, hecho al momento de la cosecha, el incremento significativo causado por la aplicación de materia orgánica podría atribuirse a que éste favoreció el desarrollo y reproducción de *M. incognita*, lo que se reflejó no sólo en un aumento en la densidad de larvas en el suelo, sino también en un incremento significativo del índice de nódulos radicales y en una disminución significativa del rendimiento.

El índice de nódulos radicales fue reducido significativamente por la aplicación de aldicarb, tanto 46 como 94 días después del trasplante, lo que sugiere que este nematocida fue eficaz en reducir la severidad del ataque de *M. incognita*; estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores (14,15), aunque conviene mencionar que esta eficacia no se tradujo en un aumento del rendimiento; es posible que, como ya fue mencionado anteriormente, el aldicarb causara un leve efecto tóxico, que fue el responsable de que en las parcelas tratadas el rendimiento fuera levemente menor que en las no tratadas.

La eliminación de los residuos de cosecha anterior redujo considerablemente el inóculo inicial en forma de huevos, lo que podría ser el factor responsable de la reducción de los valores del índice de nódulos radicales en las dos fechas en que se evaluó esta variable; esta disminución en la severidad del ataque de *M. incognita* aparentemente incrementó el rendimiento del apio en comparación con la no eliminación, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa. A pesar de este último resultado, podría decirse que la eliminación de los residuos de la cosecha anterior es una práctica que reduce el ataque de nematodos e incrementa los rendimientos, lo que favorece al agricultor.

La aplicación de materia orgánica incrementó significativamente el valor del índice de nódulos radicales en ambas evaluaciones, lo que, como ya se ha mencionado anteriormente, puede atribuirse a un cambio en el ambiente físico del suelo que creó condiciones adecuadas para el desarrollo de los nematodos. La densidad poblacional de las nematodos de vida libre aumentó significativamente con la aplicación de materia orgánica, tanto en el segundo como en el tercer recuento, lo que concuerda con los resultados obtenidos por numerosos autores (8,9,10,11), y podría atribuirse a que este grupo de nematodos, al disponer de una fuente abundante de alimento suplida por la materia orgánica, pudo multiplicarse rápidamente.

#### ABSTRACT

In a field study at Ujarras, Costa Rica, the effects of the application of organic matter (chicken manure plus sawdust, 3,000 kg/ha), the nematocide aldicarb (5 kg a.i./ha) and elimination of the previous crop residues, on nematode populations in the

soil, the severity of their attack, yield, and other variables of celery, cv. Golden Self Blanching, were evaluated. Aldicarb significantly reduced the root-knot index caused by *Meloidogyne incognita* 46 and 94 days after transplanting, and plant vigor 46 days after transplanting. Organic matter significantly reduced the yield of celery, and *M. incognita* density 46 days after transplanting; it also caused a significant increase on free-living nematode densities and root-knot index 46 and 94 days after transplanting, and the numbers of root-knot larvae on the soil at harvest time. The elimination of the previous crop residues significantly reduced the root-knot index 94 days after transplanting.

*Key words:* *Apium graveolens*, southern root-knot nematode, free-living nematodes, integrated control.

#### LITERATURA CITADA

1. Casseres, G. 1970. Producción de hortalizas, Herrera Hnos., México, 310 pp.;
2. Caveness, F.E. y H.J. Jensen. 1955. Proc. Helm. Soc. Wash. 22: 87-89;
3. Christie, J.R. 1959. Plant nematodes, their bionomics and control, Agricultural Experiment Station, University of Florida, Gainesville, Fla., 256 pp.;
4. Elmiligy, I.A. y D.C. Norton. 1973. Nematol. 5: 50-54;
5. Geraldson, C.M., A.J. Overman y J.P. Jones. 1965. Soil and Crop Sci. Soc. of Fla. Proc. 25: 18-23;
6. González, L. 1978. Turrialba 28: 67-69;
7. Hussey, R.S. y K.R. Barker. Plant Dis. Repr. 57: 1025-1028;
8. Linford, M.B., F. Yap y J.M. Oliveria. 1938. Soil Sci. 45: 127-140;
9. Mankau, R. 1962. Nematologica 7: 65-73;
10. Mankau, R. 1968. Plant Dis. Repr. 52: 315-319;
11. Mankau, R. y D. Sitanath. 1968. J. Nematol. 1: 15-16 (Abstr.);
12. Miller, P.M. 1977. J. Nematol. 9: 350-351;
13. O'Bannon, J.H. 1968. Phytopathology 58: 597-601;
14. Padilla, C. y R. López. 1979. Agron. Costarr. 3: (en prensa);
15. Perlaza, F., R. López y E. Vargas. 1978. Fitopatología 13: 90-96;
16. Vrain, T.C. 1978. J. Nematol. 10: 177-180;
17. Wallace, H.R., 1968. Nematologica 14: 223-230.