

EFFECTOS DEL ACOLCHADO CON PLÁSTICO NEGRO Y ALDICARB SOBRE EL NEMÁTODO AGALLADOR *Meloidogyne incognita* EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN NAVIDAD, NUEVO LEÓN.

Melchor Cepeda Siller¹
Osmin Antonio Santos Emestica²

RESUMEN

La papa es una de las hortalizas de importancia económica en la región de Navidad, Municipio de Galeana, Nuevo León; ya que se siembran aproximadamente 3,000 ha al año, su producción se destina al mercado fresco e industrial nacional. Sin embargo, en los últimos años, los agricultores han observado disminuciones en el rendimiento y calidad de los tubérculos de papa, debido principalmente al ataque de nemátodos agalladores, entre los que se han identificado a *M. incognita*. Esta especie ha sido ampliamente estudiada en su biología, distribución, fluctuación poblacional, control químico y muy poco en relación al control integrado. Por tal razón, se planteó esta investigación con los objetivos siguientes: 1. Evaluar el efecto del acolchado con plástico negro y la aplicación del nematicida Aldicarb, solos y combinados, para el control de *M. incognita* en el cultivo de la papa; 2. Conocer el comportamiento del acolchado con plástico negro y la aplicación del Aldicarb, solos y combinados, sobre el rendimiento y calidad de los tubérculos de papa; 3. Determinar la fluctuación poblacional de *M. incognita* en los diferentes tratamientos durante el desarrollo del cultivo. Se evaluaron los tratamientos: a) Aldicarb 15 G (20 kg/ha) + acolchado con plástico negro, b) Aldicarb 15 G (20 kg/ha), c) acolchado con plástico negro y d) testigo; además, se evaluaron: índice de agallamiento de los tubérculos, poblaciones de nemátodos, rendimiento, peso y número de tubérculos comerciales y no comerciales.

El experimento se estableció en el ciclo primavera-verano de 1989, en el Campo Agrícola Experimental de Navidad, propiedad de la UAAAN, localizado en la región papera de Navidad, Nuevo León, en un lote infestado naturalmente con *M. incognita*. Se sembró papa de la variedad Alpha, que es muy susceptible a este nemátodo.

1. Ing. M.C. Maestro-Investigador del Depto. de Parasitología, Div. de Agronomía, UAAAN.
2. Tesista

El área de trabajo la constituyeron 20 parcelas experimentales de cuatro surcos de 6.30 m de longitud y 0.90 m entre surcos, la distancia entre plantas fue de 0.20 m y entre parcelas de 1.50 m; el área experimental de la parcela la formaron 28.35 m², y la parcela útil constó de dos surcos centrales de 4.30 m de longitud, con su área de 7.74 m².

Se realizaron ocho muestreos cada 25 días, el primero antes de la siembra, seis durante el desarrollo del cultivo y el último después de la cosecha para evaluar la fluctuación poblacional de *M. incognita*. Las muestras consistieron de 500 cc de suelo y se procesaron mediante la técnica de Barker (1985)¹. El índice de agallamiento de los tubérculos se evaluó según la escala propuesta por Daulton y Nusbaum (1961). Se analizó un total de 160 muestras de suelo de los ocho muestreos y se identificaron nueve géneros de fitonemátodos asociados al cultivo de la papa, sobresaliendo principalmente: *Meloidogyne incognita*, *Ditylenchus* spp. y *Pratylenchus* spp. Sin embargo, por su alta infestación, daños e identificación en la región, se estudió la especie *M. incognita*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), en la República Mexicana, comenzó a cultivarse en 1940 bajo condiciones de temporal en las sierras y valles altos (Tlaxcala, Puebla, Veracruz y el Edo. de México), principalmente en el área del eje volcánico. La variedad de climas encontrados en este país, han permitido la producción de papa, tanto para semilla como para consumo, la mayor parte del año, lo cual significa que se puede encontrar papa fresca en el mercado en cualquier época del año. El rendimiento promedio nacional es de 13.3 ton/ha (Ugent, 1968).

La región de Navidad, Nuevo León, inicia el cultivo de esta hortaliza en 1950, sin embargo, se ha reducido por problemas fitosanitarios. En la mencionada región se siembran alrededor de 3000 ha de papa de la variedad Alpha, con un rendimiento promedio de 25 ton/ha; la producción se destina al mercado fresco e industria nacional (Hernández, 1987).

El cultivo de la papa es afectado por las enfermedades que causan 46 géneros de hongos, cuatro de bacterias, seis de nemátodos, 18 virus y tres micoplasmas. Sin embargo, estos se presentan según las condiciones ambientales y áreas geográficas (Calderoni, 1978; Hooker, 1986).

La región de Navidad, Nuevo León, presenta condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de los nemátodos agalladores, los cuales son de importancia económica en papa. Aquí se tienen áreas detectadas como de alta infestación, por lo que fue necesario plantear esta investigación (Hernández, 1987 y Lara, 1988).

1. Centrifugación y flotación con azúcar, modificado.

En algunos países en donde las especies de *Meloidogyne*, causan daños de importancia económica en papa, se ha alcanzado un control económico por medio del uso de fumigantes del suelo o de los nematicidas a base de fosfatos y carbamatos (Hooker, 1986).

La plasticultura se inició en Europa en 1960, y se aplica actualmente en más de 40 países, incluyendo a México. Por sus propiedades térmicas, los plásticos en la agricultura se han convertido en una innovación tecnológica. Así tenemos que, con el acolchado con plástico, se tiene una especie de fumigación del suelo que permite incrementar el rendimiento de los cultivos (en papa hasta un 35 %, Grinstein *et al.*, 1979), elevar la eficiencia en el uso del agua y de los fertilizantes, así como el control de patógenos del suelo (un 24 % en nemátodos agalladores *Meloidogyne* spp., Sasser, (1979); en 42 %, Stapleton y DeVay, (1983), malezas, precocidad inducida en los cultivos y el control de la erosión del suelo (Robledo y Martín, 1981 y Gutiérrez, 1985).

Considerando el peligro potencial que representa el nemátodo agallador *M. incognita* en la región en estudio, se plantea el presente trabajo con los siguientes objetivos: 1. Evaluar el efecto del acolchado con plástico negro y la aplicación del nematicida Aldicarb, solos y combinados para el control de *M. incognita*, en el cultivo de la papa., 2. Conocer el comportamiento del acolchado con plástico negro y la aplicación del nematicida Aldicarb, solos y combinados sobre el rendimiento y calidad de los tubérculos de papa y 3. Determinar la fluctuación de *M. incognita* en los diferentes tratamientos, durante el desarrollo del cultivo.

REVISIÓN DE LITERATURA

El primer registro que se conoce del género *Meloidogyne* se hizo por Berkeley, en 1855, en invernaderos de Inglaterra. En 1949, Chitwood describió las cuatro especies de *Meloidogyne* más comunes y ampliamente distribuidas: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla*; con un 47, 40, 7 y 6 %, respectivamente (Taylor y Sasser, 1983; Brodie, 1984).

La especie *M. incognita* es la más ampliamente distribuida y se encuentra en zonas tropicales y subtropicales (Sasser, 1977; Sasser, 1979; Sosa-Moss, 1985). Esta característica de los nemátodos agalladores se debe a varios factores: la capacidad de soportar condiciones adversas, diferentes medios ambientales que favorecen el incremento de sus poblaciones, facilidad para transportarse en material vegetativo, implementos y maquinaria agrícola infestados y la rapidez para establecerse en áreas libres de nemátodos (Winslow y Willis, 1972; Sasser, 1977).

Los nemátodos agalladores son endoparásitos sedentarios y obligados de las plantas hospedantes. La infección sólo ocurre cuando el segundo estadio larval infectivo penetra en los tubérculos y raíces, e incita el desarrollo de célu-

las gigantes de las cuales se alimenta y desarrolla hasta convertirse en hembra adulta que produce huevos (Taylor y Sasser, 1983 y Brodie, 1984).

Dependiendo de la densidad de nemátodos agalladores en plantas hospedantes, éstas pueden mostrar grados de enanismo, follaje amarillento, producción reducida de tubérculos y una tendencia a marchitarse bajo condiciones de falta de humedad. La mayoría de especies de *M. incognita* inducen, a tubérculos y raíces de papa infectadas, a engrosarse alrededor del punto donde el nemátodo se alimenta, y forma la típica agalla radicular o el engrosamiento del tubérculo (Calderoni, 1978; Agrios, 1988).

La especie *M. incognita* causa daños y pérdidas económicas en el cultivo de la papa; en forma directa, reduce el rendimiento por ha y baja la calidad comercial de los tubérculos de esta hortaliza; y en forma indirecta, por la restricción para movilizar los tubérculos de una región a otra e incrementar los costos de producción. En países en desarrollo esta especie puede causar pérdidas económicas en papa del 25 al 50 % (Taylor y Sasser, 1983 y Agrios, 1988).

En las zonas altas de Puebla, Edo. de México, Veracruz y Tlaxcala, se reportó un 20 % de las 3000 ha dedicadas al cultivo de la papa, infestadas por *Meloidogyne* spp. (Bauer, 1984). En México, los daños causados por este nemátodo han sido evaluados en papa, frijol, tomate, cafeto y maíz. Los rendimientos son reducidos del 30 al 100 %, dependiendo del cultivo y población del patógeno usado como inóculo (Sosa-Moss, 1985).

En la región de Navidad, Nuevo León, existen áreas bien delimitadas y otras en extensión de la presencia y daño de *M. incognita*, que afectan drásticamente el rendimiento y calidad de los tubérculos de esta hortaliza (Hernández, 1987 y Lara, 1988).

En la actualidad se dispone de varios métodos y productos químicos eficaces para controlar a estos nemátodos, sin embargo, factores como: costos, tipo de cultivos, residualidad, toxicidad y fitotoxicidad de los nematicidas, etc., limitan la aplicación (Agrios, 1988; Felsot, 1989 y Meher et al., 1989). Debido a que las especies de *M. incognita*, depositan sus huevos en una matriz gelatinosa, los nematicidas han tenido más éxito que en los nemátodos enquistados (Lamberti, 1979; Elad et al., 1980).

En la práctica no es recomendable aplicar el mismo método de control de nemátodos, es necesario integrar o combinar diferentes estrategias para mantener la población de estos por abajo de los niveles perjudiciales, y prevenir su diseminación a nuevas áreas (Elad et al., 1980 y CIP, 1988).

El nematicida Aldicarb pertenece al grupo de los Carbamatos, se usa como nematicida sistémico, insecticida y acaricida; tiene una toxicidad de LD₅₀

de 6.3 g/kg. Se aplica al fondo del surco al momento de la siembra, En papa sólo se aplica una vez por ciclo y su persistencia en el suelo es mayor de 60 días (González, 1988; Hollingsworth *et al.*, 1988).

El acolchado se define como la aplicación o creación de cualquier cubierta, de manera que forme un medio eficaz para la transferencia de calor (Robledo y Martín, 1981). Los acolchados se ha aprovechado desde hace muchos años utilizando diversos materiales naturales como paja, palma, etc., sin embargo, los plásticos han venido a sustituir a dichos materiales, porque estos no proporcionan sus ventajas y usos (Ibarra *et al.*, 1984). Con el acolchado se logra que las raíces y tubérculos de las plantas sean más numerosas y largas; además, se obtienen grandes beneficios como: mejora la estructura del suelo, retiene mayor humedad del suelo, controla malezas y, en algunos casos, se logra cierta precocidad en la producción (Ibarra y Rodríguez, 1981). Cabe señalar que se han hecho ensayos combinando acolchado con plástico negro más Bromuro de Metilo y se ha logrado un control integral sobre enfermedades en papa causadas por hongos y nemátodos (Grinstein *et al.*, 1979).

Las ventajas que presentan las películas de plástico negro, empleadas en el acolchado del suelo, son: produce altos rendimientos, impide el crecimiento de malas hierbas y ayuda a la precocidad de cosecha.

Las especies de *Meloidogyne*: *incognita*, *chitwoodi* y *hapla*, causan daños severos en papa en Estados Unidos de América, ya que reducen la cantidad y calidad de los tubérculos en esta hortaliza. Por tal razón, se llevaron a cabo estudios utilizando acolchado, riego por goteo y nematicidas, con los cuales se obtuvieron buenos resultados (Miller and Waggoner, 1963). Un programa efectivo para el control de *M. incognita* en papa, es la combinación del acolchado con plástico negro, riego por goteo y nematicidas, con la finalidad de obtener plantas uniformes, eficientar el uso de las tierras y permitir la aplicación mínima de nematicidas (Miller y Waggoner, 1963; Elad *et al.*, 1980).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área de Estudio

La región de Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León, cuenta con 7000 ha; ahí se encuentra el Campo Agrícola Experimental de Navidad, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (CAEN-UAAAN), que tiene una superficie de 100 ha, principalmente de riego (bombeo de pozos profundos); se localiza al sureste de la Cd. de Saltillo, Coahuila, a 84 km por la carretera federal 57 (México-Piedras Negras), tramo Saltillo- Matehuala. Este campo está situado a 1895 msnm, el clima es semicálido, y se registra una precipitación anual de 400 mm y una temperatura media anual de 21.7°C.

Establecimiento del Experimento

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el ciclo primavera-verano (de mayo a octubre de 1989), en un lote del CAEN-UAAAN infestado naturalmente con el nemátodo agallador *M. incognita*. Se sembró papa de la variedad Alpha, ya que es la mayormente cultivada en esta región papera y es muy susceptible a este nemátodo. Las labores culturales efectuadas durante el desarrollo del experimento fueron las que normalmente realizan los productores de papa de esta región a nivel comercial, excepto la técnica del acolchado con plástico negro.

El área de trabajo la constituyeron 20 parcelas experimentales formadas de cuatro surcos de 6.30 m de longitud y 0.90 m entre ellos, la distancia entre plantas fue de 0.20 m, y la distancia entre calles, entre parcelas y entre bloques, de 1.50 m; el área experimental de la parcela total fue de 28.35 m². La parcela útil consistió de dos surcos centrales de 4.30 m de longitud, por lo que el área de esta parcela fue de 7.74 m².

Tratamientos

Para el control de *M. incognita* se evaluaron el Aldicarb (nematicida-insecticida-acaricida, granulado y no fumigante) y acolchado con plástico negro, solos y combinados. Los tratamientos evaluados fueron:

1. Aldicarb 15G (20 kg/ha) + acolchado con plástico negro
2. Aldicarb 15 G (20 kg/ha)
3. Acolchado con plástico negro
4. Testigo (sin acolchar y sin nematicida)

Variables Evaluadas

El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con cinco repeticiones. Se evaluaron los siguientes parámetros:

1. Índice de agallamiento de los tubérculos.
2. Población de nemátodos de *M. incognita*
3. Rendimiento
4. Peso y número de tubérculos comerciales
5. Peso y número de tubérculos no comerciales

Trabajo de Campo

Manejo del Cultivo.

El terreno se preparó adecuadamente del 12 al 16 de mayo, los tubérculos-semilla de papa (500 kg) se trataron (20 de mayo) con los productos químicos siguientes: Agrimycín (600 g), Tiabendazol (100 g), Bionex (1000 cc) como

adherente- penetrante dispersante. La siembra se realizó el 23 de mayo en forma manual con tubérculos-semillas (enteros y brotados) de papa de la variedad Alpha. El nematocida se aplicó al momento de la siembra en el fondo del surco sobre los tubérculos-semilla de papa y el acolchado con plástico negro se colocó el 30 de junio, cuando había un 85 % de emergencia de las plantas de papa.

El primer riego de auxilio se dió el 25 de mayo y posteriormente se aplicaron siete riegos más, a intervalos de quince días, dependiendo de la humedad del suelo y de las lluvias que se presentaron. La emergencia de las plantas inició el 14 de junio y terminó el 20 del mismo mes con un 95 % de plantas emergidas.

Se realizaron un total de ocho muestreos, el primero de ellos se llevó a cabo ocho días antes de la siembra, los siguientes seis, cada veinticinco días durante el desarrollo del cultivo y el último, cinco días después de la cosecha para evaluar el comportamiento (fluctuación poblacional) de *M. incognita*. En cada muestreo se tomaron tres muestras al azar (a 15 cm de profundidad) por parcela de un kg de suelo, las cuales se homogenizaron y se procesaron 500 cc de suelo de cada parcela. Las muestras de suelo obtenidas durante el desarrollo de la investigación se colocaron en bolsas de polietileno, se etiquetaron e inmediatamente se trasladaron al Laboratorio de Nematología del Departamento de Parasitología Agrícola de la UAAAN, para su estudio respectivo. Al finalizar el ciclo vegetativo del cultivo, se tomaron los dos surcos centrales de cada parcela útil, desechando un metro de ambos extremos de cada surco para evitar efectos de orilla.

Trabajo de Laboratorio

Procesamiento de Muestras

Las muestras de suelo fueron procesadas por el método de centrifugación y flotación con azúcar modificado, porque proporciona excelentes resultados para obtener específicamente los estadíos juveniles de *M. incognita* y otros géneros de importancia en papa (Barker, 1985). Las tres submuestras obtenidas se homogenizaron, obteniendo una muestra de 500 cc de suelo por cada parcela; se aforó la muestra en un vaso de precipitado hasta 1000 ml de agua. La suspensión se homogenizó con un inyector de burbujas de aire por 30 segundos, luego se extrajo una alícuota de 10 ml y se colocó en un vidrio Si-racuse.

Conteo e Identificación de Nemátodos

El conteo e identificación de los nemátodos encontrados en las muestras procesadas se hicieron bajo el microscopio compuesto. El número y género de

nemátodos extraídos (nueve en total), se expresaron como el número de nemátodos por unidad de volumen en 500 cc de suelo. Para la identificación del nemátodo agallador *M. incognita*, se extrajeron hembras de los tubérculos de papa con agallas o nódulos y se prepararon modelos perineales siguiendo el método descrito por Franklin (1962) modificado por Taylor y Netscher (1974) y así se corroboró la identificación de dicha especie en trabajos anteriores.

Evaluación de Variables

Los tubérculos recolectados en cada parcela útil se pesaron y cuantificaron según los tratamientos, después se separaron los tubérculos sanos de los agallados por este nemátodo, los cuales se pesaron también para obtener el porcentaje de daño con relación al peso total de tubérculos de cada tratamiento y el porcentaje del número total de tubérculos dañados con relación a los sanos; una vez realizado lo anterior, se hizo una concentración de datos para efectuar el análisis estadístico correspondiente.

El índice de agallamiento en los tubérculos de papa, se evaluó al finalizar la cosecha de acuerdo a la escala propuesta por Daulton y Nusbaum (1961) (Cuadro 1). Para el análisis estadístico de los parámetros en estudio se realizaron transformaciones de arco seno $\sqrt{x/100}$, (excepto el índice de agallamiento), debido a que los datos obtenidos se tenían que interpretar en porcentajes.

Cuadro 1. Índice de agallamiento de tubérculos de papa

Tipo de infección	Valor índice (%)	Descripción del valor índice
0	0	Sin agallas
1	1	Incipiente, menor de cinco agallas
2	5	Muy ligera, de incipiente hasta 25 agallas
3	10	Ligera, de 26 a 100 agallas
4	25	Moderada, numerosas agallas distinguibles entre sí
5	50	Moderablemente grave, numerosas agallas, muchas unidas entre sí
6	75	Graves, agallas muy numerosas, la mayoría unidas entre sí
7	90	Muy grave, invasión masiva, poco crecimiento radical
8	100	Extremadamente grave, invasión masiva sin desarrollo radical

(Daulton y Nusbaum, 1961).

Acolchado Parcial del Suelo

El tipo de acolchado que se utilizó en esta investigación fue parcial, ya que sólo se cubrió la parte superior y los costados de los surcos.

Colocación del Plástico

Se utilizó plástico negro de 0.90 m de ancho (para cubrir parcialmente el surco) y 400 micras (μ) de espesor, se colocó en forma manual sobre los surcos de las parcelas respectivas el 30 de junio, cuando hubo un 85 % de emergencia de plantas de papa, evitando con ello posibles daños por el plástico negro, tales como pudriciones del tubérculo-semilla y quemaduras de plantas aún no emergidas. Para colocar el plástico se abrió una zanja transversal de 20-25 cm de profundidad en los límites de los surcos en los cuales se enterró un extremo del plástico, lo cual facilitó que la bobina de éste se desenrollara más fácil. Al momento de colocar el plástico se le hicieron las perforaciones en forma circular (8 cm de diámetro), en donde tenían que emerger las plantas de papa (cada 20 cm), para evitar desgarres o daños por el viento. Al tiempo de cubrir parcialmente los surcos se hicieron zanjas de 10 cm de profundidad a ambos lados de los mismos para asegurar el plástico y evitar que el viento lo removiera; de esa manera, se permitió que el fondo del surco quedara libre para realizar maniobras y se dejó el área necesaria para que el agua de riego o de lluvia pudiera llegar de manera adecuada a las raíces de las plantas de papa. Para desenrollar la bobina con plástico se le introdujo un tubo en su interior y fue sostenida por dos personas que al ir caminando la hicieron girar; el plástico quedó tendido sobre el surco, y se colocó cada planta en el orificio correspondiente. Se debe tener precaución de que el acolchado con plástico, al momento de colocarse, no quede muy tenso sobre el surco para alargar su período de vida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del análisis cualitativo y cuantitativo, para un total de 160 muestras de suelo recolectadas en ocho muestreos en el cultivo de la papa (CAEN-UAAAN), presentan los siguientes géneros de fitonemátodos: *Acrobeles* sp., *Acroboloides* sp., *Aphelenchus* sp., *Ditylenchus* sp., *Dorylaimus* sp., *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus* sp., *Rhabditis* sp., y *Tylenchus* sp, de los cuales sobresalen por su mayor frecuencia, alta densidad poblacional y daño económico en el cultivo de la papa: *M. incognita*, *Ditylenchus* sp. y *Pratylenchus* sp.

En la región de Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León, los nemátodos agalladores son de importancia económica para esta hortaliza, ya que se tienen identificadas áreas con altas infestaciones de estos.

La fluctuación poblacional de *M. incognita* durante los ocho muestreos por tratamiento (Figura 1) demuestra que sí hubo diferencias significativas, ya que cada tratamiento tuvo un comportamiento diferente, para contrarrestar el número de larvas del nemátodo en estudio. Este parásito presentó una tendencia de incremento en el testigo y el plástico.

Un aspecto importante se observa en los muestreos 3 y 4 (realizados en julio y agosto), en donde los tratamientos: plástico más Aldicarb (P + A) y Aldicarb (A), a pesar de que redujeron sustancialmente el número de larvas de este nemátodo en dichos meses, mantienen un nivel poblacional relativamente alto de larvas, esto se debe a que en este período el efecto de los factores edafoclimáticos (temperatura y precipitaciones altas) favorecieron el desarrollo de este patógeno, lo cual coincide con los datos obtenidos por Manrique y Meyer, (1984).

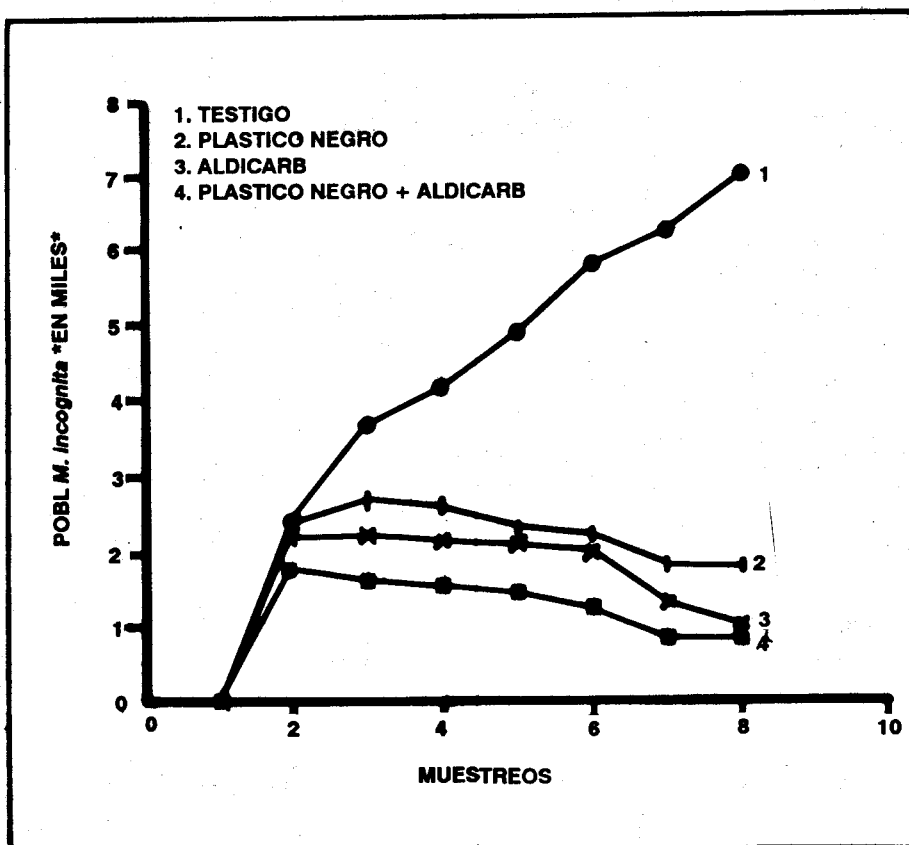


Figura 1. Fluctuación poblacional de *M. incognita* por tratamiento en papa en 500 cc de suelo, en ocho muestreos en el CAEN-UAAAN, 1989.

En el muestreo inicial (antes de la siembra) no se detectó la presencia del nemátodo agallador en estudio, debido posiblemente a los siguientes factores: la parcela a utilizar aún estaba cultivada con triticale *Triticale hexaploide*, el cual no es hospedante de *M. incognita*; esta misma parcela servía de área de pastoreo, por lo cual el suelo estaba compactado; no fue posible obtener las muestras del surco del triticale, en donde era más factible encontrar al nemátodo en estudio, ya que estos son típicos endoparásitos que completan su ciclo de vida dentro de tubérculos y raíces.

A partir del segundo muestreo hubo un incremento importante de larvas de *M. incognita* en cada uno de ellos, principalmente debido a la presencia y desarrollo del cultivo "hospedante" papa, en los tratamientos: acolchado con plástico negro (P) y el testigo (T). Sin embargo, bajo los tratamientos acolchado con plástico negro más Aldicarb (P + A) y Aldicarb (A), los muestreos demuestran una menor presencia de este nemátodo, la cual disminuyó hasta llegar a niveles bajos, los cuales son considerados de poca importancia económica para el cultivo de la papa.

La densidad poblacional de *M. incognita*, estuvo relacionada con el desarrollo del cultivo. Esta fue de mayor importancia en los tratamientos (P) y el testigo (T), respectivamente. Al finalizar el experimento, la población de esta especie, en la mayoría de los tratamientos, fue menor que cuando se utilizó plástico solo, debido a la presencia de ciertas condiciones edáficas, que favorecieron el incremento de dichas larvas, como lo reportan Duncan y Nusbaum, (1961).

Por otra parte, se ha investigado que la distribución de los nemátodos agalladores en el suelo es variable, debido a la influencia de los factores: distribución de las raíces de las plantas, hospedantes, temperatura, humedad ambiental, etc. Además, la población de este nemátodo puede variar según la época o estación del año, como lo reportan Manrique y Meyer, (1984) y Jiménez y López, (1987),

En el presente trabajo, la época de mayor actividad nematológica fue julio y agosto; ya que se observaron las poblaciones más elevadas en dichos meses. El incremento poblacional de estas larvas coincidió con el período de mayor precipitación y altas temperaturas, registradas en la región en estudio (Figura 2 y Cuadro 2).

Peso total de Tubérculos Cosechados

Para este parámetro las pruebas estadísticas demuestran que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos con respecto al testigo, con un nivel de significancia de $P = 0.05$ Duncan. El peso total de tubérculos cosechados de la parcela útil, por tratamiento se concentran en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Fluctuación poblacional de *M. incognita* en ocho muestreos, por tratamiento en el cultivo de la papa, en 500 cc de suelo en el CAEN-UAAAN, 1989.

Tratamientos	MUESTREOS							
	1 9 May	2 9 Jun	3 8 Jul	4 8 Ago	5 31 Ago	6 24 Sep	7 18 Oct	8 28 Oct
Testigo (T)	0.0	2,574	3,689	4,236	4,983	5,622	6,306	6,917
Aldicarb (A)	0.0	2,383	2,296	2,246	2,008	1,596	1,251	1,018
Plástico (P)	0.0	2,661	2,772	2,726	2,373	2,255	2,053	2,094
Plástico + Aldicarb (P + A)	0.0	2,009	1,971	1,921	1,697	1,225	811	811

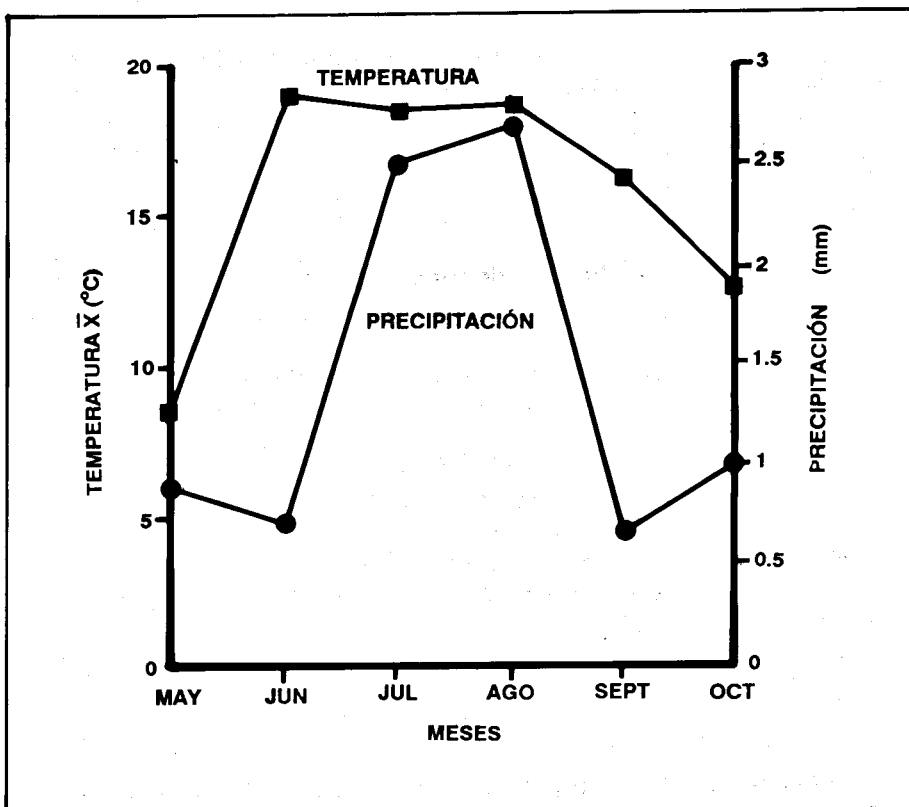


Figura 2. Precipitación media y temperatura media mensual del suelo de mayo a octubre en papa, CAEN-UAAAN, 1989.

Cuadro 3. Peso total de tubérculos cosechados (kg) por tratamiento en el CAEN-UAAAN. 1989.

Tratamientos	Peso total de tubérculos (kg)
Testigo (T)	49,900
Aldicarb (A)	71,450
Plástico (P)	78,100
Plástico + Aldicarb (P + A)	85,300

Peso de Tubérculos Comerciales

El peso de los tubérculos comerciales, de la parcela útil, se concentran en el Cuadro 4, en donde se observa a los tratamientos (P + A) y (A), como los más importantes, ya que presentan valores altos (kg) de tubérculos comerciales.

Por lo anterior, se puede mencionar que los tratamientos (P + A) y (A), son efectivos para controlar a *M. incognita*; sin embargo, el tratamiento (P), no funcionó adecuadamente para controlar a este nematodo.

Número Total de Tubérculos Cosechados

El número total de tubérculos cosechados aparecen en el Cuadro 5. Este parámetro no presenta diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo, ya que el número de dichos tubérculos (de la parcela útil), por tratamiento son muy similares entre sí.

Por tal razón, se manifiesta que los tratamientos no influyeron significativamente en el número total de tubérculos cosechados.

Cuadro 4. Peso de tubérculos comerciales de papa (kg) por tratamiento en el CAEN-UAAAN, 1989.

Tratamientos	Peso de tubérculos comerciales (kg)
Testigo (T)	10.50
Aldicarb (A)	66.10
Plástico (P)	14.00
Plástico + Aldicarb (P + A)	77.95

Cuadro 5. Número total de tubérculos de papa cosechados por tratamiento, en el CAEN-UAAAN, 1989.

Tratamientos	Número total de tubérculos
Testigo (T)	552
Aldicarb (A)	596
Plástico (P)	600
Plástico + Aldicarb (P + A)	639

Rendimiento

Todos los tratamientos evaluados en la presente investigación incrementaron relativamente el rendimiento de tubérculos comerciales de papa, con respecto al testigo.

El tratamiento (P + A), tuvo un rendimiento de 30.17 ton/ha de tubérculos comerciales de papa. Este presentó los mejores resultados, porque incrementó el rendimiento en 70.93 %, con respecto al testigo.

El tratamiento (P), aumentó el rendimiento de dichos tubérculos en 52.46 %, con relación al testigo: debido a que los tratamiento con plástico, conservan adecuadamente la temperatura del suelo por más tiempo. Esto ayuda a la formación y desarrollo de los tubérculos de papa, según lo reportan en sus investigaciones Manrique y Meyer (1984).

El tratamiento (A), mejoró dicho rendimiento en 43.17 %, con respecto al testigo, como se observa en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de tubérculos comerciales de papa en el CAEN-UAAAN, 1989.

Tratamientos	Rendimiento (ton/ha)	Incremento (%)
Testigo (T)	17.65 b	----
Aldicarb (A)	25.27 a b	43.17
Plástico (P)	26.91 a	52.46
Plástico + Aldicarb (P + A)	30.17 a	70.93

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan P = 0.05), la importancia de las medias de los tratamientos sigue el orden alfabético.

Índice de Agallamiento

En este estudio, el índice de agallamiento de los tubérculos de papa fue uno de los parámetros de mayor importancia, por el daño directo que causan a los tubérculos y por las pérdidas económicas en general, ocasionadas por *M. incognita*. En el cuadro 7, se observa que el tratamiento (P + A), redujo eficientemente el agallamiento de los tubérculos en un 98.95 % con respecto al testigo, ya que las películas de plástico conservan la humedad del suelo y vuelven más eficiente al nematocida, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Miller y Waggoner (1963).

El tratamiento (A), redujo el índice de agallamiento en los tubérculos en 97.66 % respecto al testigo, debido a que el nematocida es sistémico y su persistencia en el suelo es por más de 60 días. Estos mismos resultados fueron observados por McLeod y Khair (1975).

El tratamiento (P), sólo redujo dicho índice un 89.20 % con respecto al testigo, ya que proporcionó condiciones edáficas favorables para el desarrollo de las larvas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Salman y Gorski (1985).

Al comparar el tratamiento (P) contra el tratamiento (A), se observa que el primero tiende a incrementar el rendimiento de tubérculos comerciales de papa, pero no reduce eficientemente el índice de agallamiento de los mismos; caso contrario sucede con el tratamiento (A) contra el (P). El testigo (papa variedad Alpha), en este estudio fue muy susceptible a *M. incognita*.

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos sobre el índice de agallamiento de los tubérculos de papa causados por *M. incognita* en el CAEN-UAAAN, 1989.

Tratamientos	Índice de agallamiento (%)	Reducción del agallamiento (%)
Testigo (T)	100.00 b	00.00
Aldicarb (A)	2.34 a	97.66
Plástico (P)	10.80 a	89.20
Plástico + Aldicarb (P + A)	1.05 a	98.95

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan P = 0.05). La importancia de las medias de los tratamientos sigue el orden alfabético.

CONCLUSIONES

1. Todos los tratamientos afectaron el establecimiento y desarrollo de *M. incognita* en el cultivo de la papa.
2. Todos los tratamientos incrementaron el rendimiento de los tubérculos totales de papa; sin embargo, sólo el tratamiento plástico + Aldicarb aumentó el rendimiento de los tubérculos comerciales.
3. La mayor actividad nematológica se presentó en los meses de julio y agosto cuando se registraron las temperaturas y precipitaciones más elevadas en la región.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G.N. 1988. Plant pathology. 3 ed. Academic Press. New York, USA. p. 703-746.
- Barker, K.R. 1985. Nematode extraction and bioassays In: Barker, K.R., C.C. Carter, and J.N. Sasser (Eds.). An advanced treatise on *Meloidogyne*. Methodology. International *Meloidogyne* Project. Département Plant Pathology North Carolina State Univ. USA. Graphics. 2:19-35.
- Bauer, M.L. 1984. Fitopatología. Ed. Futura. México. 337p.
- Brodie, B.B. 1984. Nematode parasites of potato In: Nickle, W.R. (Ed.). Plant and insect nematodes. Marcel Dekker. New York, USA. pp. 167-212.
- Calderoni, A.V. 1978. Enfermedades de la papa y su control. Buenos Aires, Argentina. Ed. Hemisferio Sur. 143 p.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 1988. Manejo integrado de plagas. Informe anual 1988. Lima, Perú. pp. 101-111.
- Daulton, R.A. y C.J. Nusbaum. 1961. The effect of soil temperature on the survival of root-knot nematodes *Meloidogyne javanica* y *M. hapla*. Netherlands. Nematológica 6(1):280-289.
- Elad, Y., J. Katan, e I. Chet. 1980. Physical, biological and chemical control integrated for soilborne diseases in potatoes. USA. Phytopathology 70(5):418-422.
- Felsot, A.S. 1989. Enhanced biodegradation of insecticides in soil: Implications for agroecosystems. USA. Ann. Rev. Entomol. 34:345-476.

- Franklin, M.T. 1962. Preparation of posterior cuticular patterns of *Meloidogyne* spp. for identification. Netherlands. Nematológica 7(2):336-337.
- González, M., M.A. 1988. Diccionario de especialidades agroquímicas. 2ed., Ed. P.L.M., México. 645 p.
- Grinstein, A., Orion., A. Greenberger, and J. Katan. 1979. Solar heating of the soil for the control of *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus thornei* in potatoes. In: Schippers, B., and W. Gams (Eds). Soilborne plant pathogens. New York, USA. Academic Press. pp. 431-438.
- Gutiérrez, P., L.A. 1985. Acolchado de suelos con películas plásticas. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 90 p.
- Hernández, R., S. 1987. Identificación y distribución del nemátodo agallador *Meloidogyne* spp. en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Navidad, Nuevo León. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 71 p.
- Hollingsworth, C.S., D.N. Ferro, y R.H. Voss. 1988. Direct application of reduced rates of Aldicarb to potato seedpieces. USA. Am. Potato J. 65(8):449-455.
- Hooker, W.J. 1986. Compendium of potato diseases. 3 ed. Minnesota, USA. Ed. American Phytopathological Society.
- Ibarra, L. y A. Rodríguez. 1981. Manual de agroplásticos 1. Acolchado de cultivos agrícolas. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). Saltillo, Coahuila, México. 20 p.
- _____, G. Rodríguez, J. Hernández, J. Flores y A. González. 1984. Plasticultura: Situación actual en el CIQA y perspectivas en el país. En: Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). (Ed.). Saltillo, Coahuila, México. Desierto y Ciencia 6(5):15-22.
- Jiménez, G. y R. López. 1987. Fluctuación estacional de la distribución espacial de *Meloidogyne incognita* y *Rotylenchus reniformis* en papaya (*Carica papaya* L.) Costa Rica. Turrialba 37(2):165-170.
- Lamberti, F. 1979. Chemical and cultural methods of control. In: Lamberti, F., and C.E. Taylor (Eds). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species); systematics, biology and control New York, USA. Academic Press. pp. 405-423.

- Lara, C., J.M. 1988. Control biológico de *Meloidogyne* spp. Göeldi, por *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson, en el suelo de Navidad, Nuevo León. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 98 p.
- Manrique, L.A., y R. Meyer. 1984. Effects of soil mulches on soil temperature, plant growth and potato yields in aridic isothermic environment in Peru. Costa Rica. Turrialba 34(4):413- 420.
- McLeod, R.W., y G.T. Khair. 1975. Effects of oxycarbamate, organophosphate and benzimidazole nematicides on life cycle stages of root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. USA. Ann. Apl. Biol. 79:329-341.
- Meher, H.C., N.P. Agnihotri, y C.L. Sethi. 1989. Persistence of Aldicarb residues in cowpea (*Vigna unguiculata*) and soil under tropical conditions. India. Indian J. Agricultural Sciences 59(12):771-777.
- Miller, P.M., y P.E. Waggoner. 1963. Interaction of plastic mulch, pesticides and fungi in the control of soil-borne nematodes. USA. Plant and soil 18(1):45-52.
- Robledo, P.F. y L. Martín. 1981. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Madrid, España. Ed. Mundi-Prensa. pp. 145-183.
- Salman, H.M., y S.F. Gorski. 1985. The effects to clear and black polyethylene mulches on the soil environment, pp. 7-9. In: The Ohio State University. Ohio Agricultural Research on Development Center (Ed.). Vegetables crops 1985. A summary of research, Wooster. Ohio, USA.
- Sasser, J.N. 1977. Worldwide dissemination and importance of the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). USA. J. Nematol. 9(1):26- 29.
- . 1979. Economic importance of *Meloidogyne* spp. in tropical countries. In: Lamberti, F., and C.E. Taylor (Eds.). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) systematics, biology and control. New York, USA, Academic Press. pp. 359-374.
- Sosa-Moss, C. 1985. Report on the status of *Meloidogyne* research in Mexico, Central America and the Caribbean countries, pp. 327- 346. In: Sasser, J.N., and C.C. Carter (Eds.). An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol. I Biology and control. International *Meloidogyne* Project. Department Plant Pathology. Graphics. North Carolina State Univ.
- Stapleton, J.J., y J.E. DeVay. 1982. Changes in microbial population in solarized soils as related to increased plant growth. USA. Phytopathology 72(7): 985. (Abtr.).

- Taylor, D.P., y C.A. Netscher. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. Netherlands. Nematológica 20(1):268-269.
- Taylor, A.L. y J.N. Sasser. 1983. Biología, identificación y control de los nemátodos de nódulo de la raíz (Especies de *Meloidogyne*). Traducción: Centro Internacional de la Papa (CIP). Proyecto Internacional de *Meloidogyne*. Univ. del Edo. de Carolina del Norte. USA.
- Ugent, D. 1968. The potato in Mexico. Geography and primitive culture. USA. Econ. Bot. 22(2):108-123.
- Winslow, R.D., y R.J. Willis. 1972. Nematode diseases of potato. In: Webster, J.M. (Ed.). Economic nematology. London, Great Britain. Academic Press. pp. 17-48.