

Control de la pudrición seca en ñame (*Dioscorea rotundata* Poir.) causado por nematodos en Puerto Rico

Por:

Yaniel Román Soto

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

EN

PROTECCIÓN DE CULTIVOS

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ

2015

Aprobado por:

Roberto Vargas, Ph.D.
Presidente, Comité Graduado

Fecha

Merari Feliciano, Ph.D.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Agenol González, M. S.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Elvin Román Paoli, Ph.D.
Director Interino del Departamento

Fecha

Alexandra Gregory Crespo, Ph.D.
Representante de Escuela Graduada

Fecha

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate different organic and chemical products for the control of the dry rot disease in yam (*Dioscorea rotundata*). Two experiments were performed at the Agricultural Experiment Substations at Corozal and Isabela of the University of Puerto Rico. The experimental design was a completely randomized blocks with seven (7) treatments and four (4) replications. In both field essays, the following treatments were evaluated; oxamil, NemaKill™, and Sesamin EC®, alone and in combinations with others. The *Pratylenchus coffeae* population levels in the yam bark were reduced with the applications for Sesamin EC®, however, non-significant statistical differences ($\alpha = 0.05$) when compared with the control plots. In addition, the results demonstrated significant differences that the use of the Sesamin EC® and NemaKill™ was an effective treatment to reduce the severity and prevent yield loss under storage conditions. The use of this product, based on botanical extracts, in yam production would mean a reduction in the use of chemicals and therefore better preservation of the environment.

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar diferentes productos orgánicos y químicos para el control de la pudrición seca en ñame (*Dioscorea rotundata*). Se realizaron dos ensayos de campo en las Subestaciones Experimentales Agrícolas de Corozal e Isabela de la Universidad de Puerto Rico. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con siete tratamientos y cuatro réplicas. En ambos ensayos de campo se evaluaron los siguientes tratamientos; oxamil, NemaKill™ y Sesamin EC®, solos y en combinación con otros. Las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* en la corteza del ñame se redujo con las aplicaciones de Sesamin EC®. Sin embargo, el análisis estadístico reflejó que no hubo diferencias significativas ($\alpha= 0.05$) en la corteza del ñame y en el suelo, al comparar con el testigo. Además, los análisis demostraron que el uso de Sesamin EC® y NemaKill™ redujeron significativamente la severidad de la pudrición seca del tubérculo en post-cosecha. El uso de ambos productos orgánicos Sesamin EC® y NemaKill™ le brinda una alternativa útil al agricultor en Puerto Rico.

DEDICATORIA

Primeramente, a **Dios** por llenarme de sabiduría en todo el camino recorrido. Por iluminarme en todo momento en mis años de estudios, siendo mi protector en cada momento. Gracias por brindarme mucha salud y bendición. Agradezco de todo corazón a Dios por haberme dado el privilegio de pertenecer a la familia que tengo hoy día.

Antes de dedicar este grado no quiero dejar mencionar que fueron grandes los retos y esfuerzos para poder alcanzarlo. Este grado se lo dedico a la mujer que me ha brindado el privilegio de nombrarla madre, **María Teresa Soto Pérez**. Gracias por educarme y estar a mi lado en los momentos más difíciles. Agradezco que me hayas dado tu propio ejemplo, haber luchado por tu vida en dos ocasiones, gracias a ti, reconozco la importancia de las palabras sacrificio y Fe.

De igual forma a mi señor padre, **Luis Ángel Román Morales** que junto a mi madre **María Teresa Soto Pérez** dedicaron todo esfuerzo y me iluminaron el camino por el trayecto correcto, brindándome paz, tranquilidad y valores. Agradezco por estar ahí cada día, semana y años brindándome todo su apoyo incondicional. A mis hermanos, el licenciado **Yamil Román Soto** y la enfermera graduada **Janisse Marlene Román Soto** quienes han sido testigos de los sacrificios de toda mi carrera. Hoy y siempre les doy las gracias por haberme brindado el apoyo y las herramientas necesarias para poder lograr esta meta, por comprender el sacrificio de luchar hasta alcanzar un objetivo, siendo ambos egresados de esta Institución. ¡Gracias familia por haberme brindado todo!

Con mucho amor, Agro. Yaniel Román Soto

AGRADECIMIENTOS

A mi comité graduado quienes confiaron en mí en todo momento. Le deseo mis más sinceras muestras de agradecimiento.

Dr. Roberto Vargas, como presidente de mi comité graduado y por creer en mí en todo momento y brindarme su conocimiento en el campo de la nematología.

A la Dra. Merari Feliciano por aceptarme en su proyecto y por toda su colaboración durante el mismo.

Al Profesor Agenol González por aportar su conocimiento y su experiencia en el cultivo de ñame.

Al Dr. **Raúl Macchiavelli** por su colaboración en el área estadística.

A Víctor M. González por brindarme sus consejos y por estar presente en cada aplicación durante el proyecto.

Al técnico de laboratorio **Luis Collazo** por la disponibilidad de los materiales.

A mis compañeros **Miguel Oliveras, Moisés Soto, Yara Rosado, Cecilia Monclova, Stephanie Fuentes, Casiani Soto y Orlando González**, gracias por aportar sus conocimientos y su disponibilidad en los momentos cuando más necesite de ustedes. Gracias por ser estupendos compañeros.

TABLA DE CONTENIDO

ABSTRACT.....	II
RESUMEN.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
TABLA DE CONTENIDO.....	VI
LISTA DE TABLAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE APÉNDICES.....	X
1 INTRODUCCIÓN.....	2
2 REVISION DE LITERATURA.....	5
3 OBJETIVOS.....	18
3.1 Objetivo general.....	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
4 METODOLOGÍA.....	19
4.1 Estudio de situación de la siembra de ñame en Puerto Rico.....	19
4.1.1 Muestreo y selección de fincas.....	19
4.1.2 Muestreo de suelo y tubérculo.....	20
4.1.3 Síntomas de la pudrición seca en ñame.....	21
4.2 EXPERIMENTO DE CAMPO.....	22
4.2.1 Siembra y aplicación de tratamientos en Corozal e Isabela.....	22
4.2.2 Evaluación de brotación.....	30
4.2.3 Rendimiento.....	30
4.3 Análisis de nematodos.....	32
4.3.1 Extracción de nematodos en el tubérculo.....	32
4.3.2 Extracción de nematodos en el suelo.....	32
4.3.3 Identificación de géneros.....	33
4.4 Almacenaje.....	34
4.4.1 Efecto residual de los productos evaluados.....	34
4.4.2 Aplicación de productos a la semilla.....	34
4.4.3 Pérdida por daño de nematodos.....	35
4.4.4 Análisis Estadístico.....	35
5 RESULTADOS.....	36
5.1 Estudio de situación de la siembra de ñame en Puerto Rico.....	36
5.1.1 Técnicas de producción por agricultores.....	36
5.1.2 Población de nematodos en el tubérculo: Muestreo de Fincas.....	38
5.1.3 Población de nematodos en el suelo: Muestreo de Fincas.....	38
5.2 Ensayo de Campo – Corozal.....	42
5.2.1 Brotación Corozal.....	42

5.2.2 Niveles poblacionales de nematodos en Corozal.....	42
5.3 Ensayo de Campo – Isabela.....	46
5.3.1 Brotación en Isabela.....	46
5.3.2 Niveles poblacionales de nematodos en Isabela.....	48
5.3.3 Rendimiento.....	52
5.4 Almacenaje.....	54
5.4.1 Efecto residual de los productos evaluados.....	54
5.4.2 Aplicación de productos a la semilla.....	55
5.4.3 Pérdidas bajo el efecto residual de los tratamientos en almacenaje.....	59
5.4.4 Pérdidas bajo la aplicación de tratamientos en almacenaje.....	59
5.5 Descripción de géneros más comunes.....	60
5.5.1 <i>Pratylenchus coffeae</i>	60
5.5.2 <i>Rotylenchulus reniformis</i>	61
5.5.3 <i>Helicotylenchus</i> spp.....	62
5.5.4 No fitoparásitos.....	63
5.5.5 <i>Mononchus</i> spp.....	63
6 DISCUSIÓN.....	64
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
8 LITERATURA CITADA.....	72
9 APÉNDICE A.....	78
APÉNDICE B.....	80
APÉNDICE C.....	95
APÉNDICE D.....	100
APÉNDICE E.....	105
APÉNDICE F.....	118

LISTA DE TABLAS

Tablas	Página
Tabla 5.1 Población de nematodos en ñame Habanero y severidad de la pudrición seca en las diferentes localidades.....	33
Tabla 5.2 Población de nematodos en suelo en las diferentes localidades.	34
Tabla 5.3 Efecto de la aplicación de tratamientos sobre el porcentaje de brotación del ñame <i>D. rotundata</i> en EEA-Corozal.	37
Tabla 5.4 Efecto de la aplicación de productos orgánicos y convencionales sobre las poblaciones de nematodos 90 días después de la siembra EEA-Corozal.	38
Tabla 5.5 Efecto de la aplicación de tratamientos sobre el porcentaje de brotación del ñame <i>D. rotundata</i> en EEA-Isabela.	40
Tabla 5.6 Efecto de la aplicación de productos orgánicos y convencionales en poblaciones de nematodos en el suelo a los 90 días después de la siembra EEA-Isabela...	43
Tabla 5.7 Efecto de la aplicación de productos orgánicos y convencionales sobre las poblaciones de nematodos y severidad de la pudrición seca durante la cosecha EEA-Isabela.	44
Tabla 5.8 Efecto de la aplicación de tratamientos sobre el Rendimiento del ñame <i>D. rotundata</i> y severidad de la pudrición seca en EEA-Isabela.	46
Tabla 5.9 Evaluación de la severidad de la pudrición seca y la brotación en ñame <i>D. rotundata</i> durante el efecto residual de los tratamientos en almacenaje EEA-Isabela a los 90 días.	50
Tabla 5.10 Evaluación del grado de severidad de la pudrición seca y porciento de brotación bajo la aplicación de productos en almacenaje en EEA-Isabela a los 90 días....	51

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Páginas
Figura 1.1 Producción local de ñame desde 1985 hasta 2014.....	3
Figura 4.1 Localidades para el muestreo de tubérculos y suelo.....	20
Figura 4.2 Localización de siembra de ñame Habanero en la Estación Experimental Agrícola Corozal.....	22
Figura 4.3 Localización de siembra de ñame Habanero en la Estación Experimental Agrícola Isabela.....	23
Figura 4.4 Distancia de siembra de la semilla de <i>D. rotundata</i> en la EEA de Corozal.....	24
Figura 4.5 Sistema de riego de cañón y estaqueado del predio en Corozal.....	25
Figura 4.6 Sistema de riego de goteo y estaqueado del predio en Isabela.....	25
Figura 4.7 Inmersión de la semilla en las parcelas con el tratamiento Sesamin EC [®]	26
Figura 4.8 Humedecido de las parcelas ante la aplicación de NemaKill [™] durante la presiembr.....	27
Figura 4.9 Aplicación foliar del tratamiento Oxamil en Isabela.....	28
Figura 4.10 Volumen de descarga de la boquilla de aspersión para los tratamientos individuales y en combinaciones de Sesamin EC [®] y NemaKill [™]	29
Figura 4.11 Cosecha de tubérculos por tratamiento en cada parcela.....	31
Figura 5.1 Almacenaje de ñame Habanero en la localidad de San Lorenzo, Puerto Rico.....	37
Figura 5.2 Corte transversal de <i>D. rotundata</i> con síntomas de la pudrición seca producida por <i>Pratylenchus coffeae</i> en los tratamientos durante almacenaje.....	56
Figura 5.3 Parte del estoma del nematodo <i>Pratylenchus coffeae</i>	60
Figura 5.4 Larva del género <i>Rotylenchulus reniformis</i>	61
Figura 5.5 Armazón cefálico y estilete del nematodo <i>Helicotylenchus</i> spp.....	62
Figura 5.6 Parte del estoma de nematodos no fitoparásito.....	63
Figura 5.7 Estoma del género <i>Mononchus</i> spp.....	63

Lista de Apéndices

Apéndices	Páginas
A- 1 Salida de desperdicios peligrosos.....	78
B-1 Formulario utilizado en las diferentes localidades de fincas productoras de ñame <i>D. rotundata</i>	80
C-1 Análisis estadísticos de suelo y de corteza de ñame en las diferentes localidades.....	95
D-1 Análisis estadístico en los experimentos de campo en Corozal.....	100
E-1 Análisis estadístico en los experimentos de campo en Isabela.....	105
F-1 Fotos de la Investigación.....	118

.

1. INTRODUCCIÓN

El ñame (*Dioscorea rotundata* Poir.) conocido comúnmente “Habanero” en Puerto Rico, es considerado uno de los tubérculos más importantes en la dieta humana a nivel mundial (González, 2012). Este mismo autor menciona, que el ñame es una fuente substancial de alimento, suministrando gran parte de los requerimientos nutricionales y aportando alrededor de 200 calorías en la dieta diaria de más de 300 millones de personas en la zona tropical. Este farináceo constituye una excelente fuente de carbohidratos y es el alimento de mayor valor económico en Puerto Rico en el renglón de raíces y tubérculos (yuca, batata, yautía, malanga y apio) (Departamento de Agricultura, Oficina de Estadística, 2013-14). En Puerto Rico, el ñame es considerado un producto rentable y preferido por los consumidores como producto fresco.

Actualmente, la siembra de ñame en Puerto Rico se ve limitada por la falta de tratamientos registrados para el control de la pudrición seca del tubérculo. A pesar de que Puerto Rico posee las condiciones climáticas y geográficas para el buen desarrollo de este cultivo, la producción de ñame se ha afectado por diversos factores, lo cual ha ocasionado una disminución paulatina en los últimos 25 años de este cultivo. Para el año 2013-14 la producción fue de 115,117 quintales (qq) observándose un incremento en la producción local, de 72,175 quintales (qq) comparado con el año 2003-04 (Figura 1.1). Para el año 2013-14 se importó el 58% del consumo local de ñame (Departamento de Agricultura, Oficina de estadísticas 2014). El ñame “Habanero” producido en Puerto Rico compite con el precio de las importaciones de otros ñames que nos llegan de Centroamérica, que generalmente son más baratos por ellos tener costos de producción más bajos.

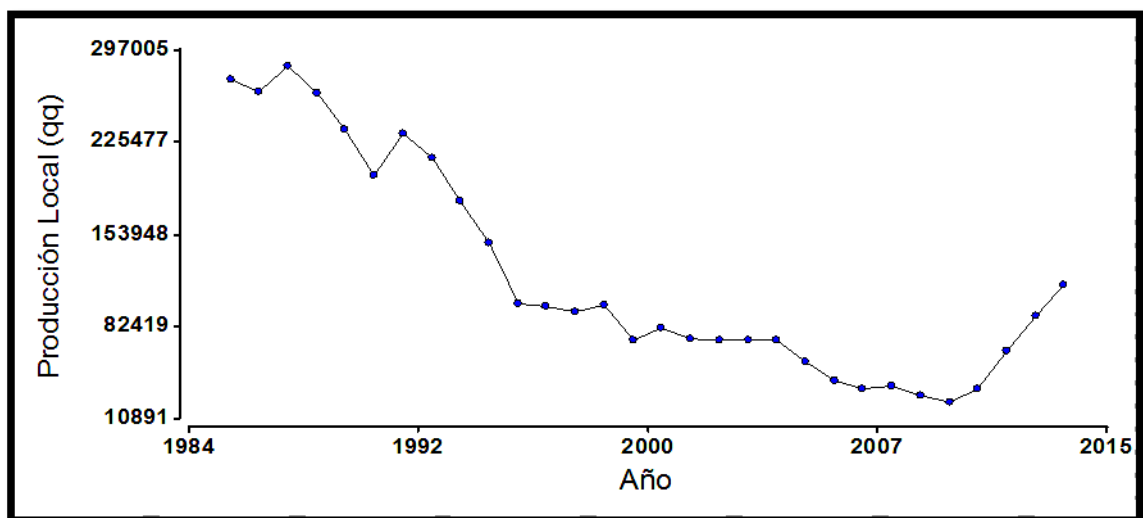


Figura 1.1: Producción local de ñame desde 1985 hasta 2014. Fuente: Departamento de Agricultura, Oficina de estadísticas 2014.

La pudrición seca es causada por un complejo de agentes fitopatológicos, siendo los nematodos los de mayor importancia. Durante el almacenaje de los ñames las poblaciones de nematodos aumentan considerablemente y otros patógenos secundarios como las bacterias y hongos entran y aumentan su deterioro. Entre los microorganismos responsables se encuentra: *Penicillium oxalicum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Pratylenchus coffeae*, *Scutellonema bradys* y *Erwinia carotovora* (Mignucci et al., 1984). Por otro lado, Quenerherve (1998) establece que los principales agentes responsables de la pudrición seca y las pérdidas económicas asociadas a ésta en las Antillas Francesas son *Scutellonema bradys*, *Pratylenchus coffeae* y *Meloidogyne incognita*. Según este investigador, estos nematodos logran penetrar hasta 2cm de profundidad en el tubérculo y migrar a tejidos más internos durante el almacenamiento. Esta situación expone al tubérculo a plagas secundarias y a la pérdida total del producto.

La dificultad principal del cultivo en Puerto Rico es atribuida al uso de semillas infectadas como método de propagación entre los agricultores. Debido a que los suelos donde se siembra ñame en Puerto Rico se encuentran altamente contaminados con *Pratylenchus coffeae* es imperativo investigar prácticas para reducir las poblaciones de nematodos a través del ciclo de producción del ñame. Este trabajo investigativo se realizó con el fin de mejorar rendimientos y la calidad del ñame (*D. rotundata*) e identificar un producto eficiente para el control de nematodos asociados al ñame.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El ñame es una planta monocotiledónea de la familia Dioscoreaceae, cuyo órgano de reserva es conocido como tubérculo (Coursey, 1976). El género *Dioscorea* es el más grande dentro de esta familia Dioscoreaceae albergando alrededor de 644 especies (Govaerts et al., 2007). Es una planta herbácea, anual, dioica y de flores pequeñas rosadas o crema (Perea, 2001). Los frutos son cápsulas dehiscentes y la polinización es entomófila (Monteiro y Peressin, 2002). Son plantas que varían según la especie y pueden tener espinas en el tallo (bejuco). Sus hojas son alternas y opuestas pecioladas. El tubérculo es de color blanco de forma alargada, ovalado, de piel oscura, lisa y casi libre de raicillas.

Dioscorea rotundata Poir., se clasifica como una planta Enantrophyllum por su tallo torcido a favor de las manecillas del reloj. Dentro de este género las especies más importantes son *D. rotundata*, *D. alata*, *D. trifida*, *D. esculenta*, *D. bulbifera* y *D. cayenensis*. (Rodríguez, 2000). De acuerdo con Britton y Wilson (1926) la clasificación taxonómica del ñame es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Liliales

Familia: Dioscoreaceae

Género: *Dioscorea* L.

Especie: varias

El cultivo de ñame es consumido globalmente como parte de la dieta humana (FAO STAT, 2007). Según Fullagar et al., (2006) menciona que para mediados de la época del Holoceno (aproximadamente 10,500 años, hasta la actualidad) se encontró gránulos de almidón en herramientas de piedra, revelando la existencia de esta especie, siendo probable que ésta y otras plantas hayan sido domesticadas e integradas en prácticas de cultivo. Según Burkill (1960) y Coursey (1967) la dispersión del cultivo fue causada por la migración del ser humano y el desarrollo marítimo.

Su domesticación fue en América, África, Madagascar, Sur y Sureste de Asia, Australia y Melanesia (Bridge et al., 2005). La especie *D. rotundata* es nativa de África, siendo el mayor productor de ñame, abarcando el 95% de producción a nivel mundial (FAO STAT, 2007). Las especies más sembradas en Puerto Rico son *Dioscorea rotundata* y *Dioscorea alata*

En Puerto Rico el ñame “Habanero” compite en el mercado con el ñame de agua *D. alata*, siendo ésta una especie susceptible a hongos y tolerante a nematodos. En contraste, el ñame *D. rotundata* cultivar “Habanero” es tolerante a hongos y susceptible a nematodos (Ayala y Acosta, 1971). Según Ramírez et al. (1984) el cultivar “Guinea Negro” fue importado a la Isla desde Jamaica. El ñame se cultiva en muchos pueblos de la Isla, pero su mayor producción se encuentra en la región montañosa específicamente en los municipios de San Lorenzo, Yabucoa, Barranquitas y Utuado. Las condiciones climáticas favorables para el cultivo de ñame son temperaturas de 30° C y una precipitación de unos 150 cm de lluvia anual.

La propagación es de forma asexual y el ciclo de crecimiento de *D. rotundata* varía de 6 a 9 meses. El suelo debe ser suelto y liviano para la respuesta geotrópica en el ñame y se recomienda suelos con buen drenaje (EEA, 1997). El “cape” es una práctica cultural comúnmente realizada en Puerto Rico, que consiste en que a los 6 a 7 meses se desprende el

muñón (donde une el tallo con el tubérculo), dejando el follaje intacto, para así obtener el mejor ñame de primera para su comercialización. Luego este muñón se siembra, extendiendo el ciclo de producción hasta los 9 a 10 meses con el fin de obtener la semilla para siembras futuras.

Durante el ciclo de producción del ñame existen cinco (5) etapas de crecimiento, que van a depender de la especie, ambiente y genotipo. La primera etapa ocurre en la germinación de los brotes. La segunda etapa ocurre en el desarrollo foliar y la tercera etapa es el crecimiento del tubérculo. La cuarta etapa es la senescencia del follaje y la quinta etapa el periodo de latencia (Lebot, 2009).

Los tubérculos anualmente se renuevan y en el caso de la especie *D. rotundata* Poir. pasa en latencia aproximadamente de 3 a 5 meses (Lebot, 2009). El ñame requiere gran cantidad de luz para que lleve a cabo una buena fotosíntesis, por el cual se realiza el estaqueo para exponerlo más hacia la luz solar y así desarrollar el tubérculo. Este cultivo tiene característica trepadora, lo cual el hombre ha adaptado como una práctica cultural. Nuestros ancestros normalmente cultivaban este cultivo cercano a árboles con el fin de exponer el tejido vegetal al sol. Hoy día se utiliza estacas de bambúes o de un árbol resistente, con una altura de 6 pies aproximadamente. Cuando la siembra se hace en bancos se colocan espeques o varillas a aproximadamente de 3 metros de separación y luego se coloca nilón fino para proveerle sostén a los bejucos del cultivo. La cosecha se realiza despojando el tejido vegetal con un machete y luego se “escarba” con una pala de corte, pico o azada para extraer el ñame.

Oramas y Rodríguez (2002) identificaron que practicando la rotación con *D. alata* mejoró significativamente la calidad del tubérculo de *D. rotundata* reduciendo la incidencia de la pudrición seca en el ñame. Se sabe, además, que la utilización de tratamientos con fungicidas en el almacenamiento reduce el decaimiento del tubérculo (Mignucci et al., 1984).

El intercalar cultivos en siembras de ñame comercialmente no es una práctica común, sin embargo, el uso de cultivos con capacidad de resistencia a *Pratylenchus coffeae* resultaría una buena práctica agrícola. La utilización de fertilizantes (NH_3) anhidridos es tóxico para poblaciones de nematodos fitoparasíticos y saprófitos (Eno et al., 1955). El control se atribuye a la formación del gas cianuro de hidrógeno (HCN) cuando se forma en el suelo.

El uso de cultivos cobertores como son la *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea* y *Mucuna pruriens* poseen propiedades nematicida. Atu y Ogbuji (1986) establecieron que utilizar *Tagetes*, *Stylosanthes gracilis*, especies de *Centrosema*, *Aspilia latifolia* y maní disminuyen las poblaciones de nematodos en el suelo y contribuyen en la fertilidad durante la producción de ñame en Nigeria. Estas plantas producen componentes alelopáticos tóxicos para los nematodos. Esas recomendaciones mayormente no se realizan en Puerto Rico porque la mayoría de la producción de ñame en Puerto Rico se concentra en regiones con pendientes elevadas, lo que dificulta el manejo y a su vez aumenta los costos de producción.

En Puerto Rico la presencia de hongos y nematodos en la producción de ñame se ve favorecida por tener una buena temperatura y humedad. Las condiciones en el trópico favorecen el progreso e incidencias de agentes patógenos. La producción de ñame en Puerto Rico es afectada por diversos factores como falta de mano de obra, semilla de calidad, altos costos de producción, enfermedades y diversas plagas. Entre las enfermedades de mayor importancia económica en la isla se encuentran la Antracnosis conocida comúnmente como candelilla, causada por el hongo *Collectotrichum gloesporioides*, y la Curvularia causada por las especies de hongo *Curvularia eragrostidis* y *C. geniculata*.

Las pérdidas de rendimiento en Puerto Rico a causa del hongo *Colletotrichum gloesporioides* se han estimado en un 50 al 90% bajo condiciones favorables (Mignucci et al.,

1988). Otra enfermedad de importancia económica es la marchitez vascular causada por el hongo *Fusarium oxysporum*. Algunas bacterias causan pérdidas económicas durante el almacenamiento, muchas veces a consecuencias de daños mecánico. Zohouri (1998) menciona algunas de las bacterias asociadas al ñame en Puerto Rico y Nigeria: *Corynebacterium*, *Serratia* spp. y *Erwinia* spp. siendo patógenos secundarios en lugar de causar la pudrición seca en el tubérculo. En Puerto Rico se encuentra la larva de la vaquita de la caña *Diaprepes abbreviatus* y los síntomas que ocasiona son perforaciones en el tubérculo, exponiéndolo a la entrada de patógenos secundarios. El progreso de la pudrición seca puede estar relacionado a la propagación vegetativa de material contaminado por décadas lo cual ha permitido la diseminación de diversos agentes infecciosos y a la falta de tratamientos registrados que sean efectivos.

La producción agrícola en el trópico se ve mayormente afectada por haber un ambiente adecuado para la reproducción de nematodos y su diseminación. Los nematodos se consideran microorganismos invisibles, causando y creando gran preocupación en la producción agrícola mundial. Además, tienen un gran impacto económico en la agricultura. Según Sánchez et al. (2002) los nematodos son organismos invertebrados evolutivamente exitosos, diversos, abundantes en sistemas acuáticos y edáficos. La abundancia de estos microorganismos en el suelo va a depender del contenido de humedad y la disponibilidad de fuentes de alimentos. El tamaño de la población se puede asociar con la respuesta a algún cambio físico y químico en el suelo (Matlack, 2001).

Algunos géneros presentan dimorfismo sexual adquiriendo forma de pera, riñón, limón u otras formas. Estos microorganismos están provistos de todos los sistemas orgánicos presente en animales superiores, con la excepción del sistema respiratorio y el circulatorio. Los nematodos son: incoloros, pseudocelomados, triploblásticos y de simetría bilateral. Taxonómicamente estos

microorganismos se pueden agrupar como: depredadores, omnívoros, bacteriófagos, micófagos, parásitos y herbívoros. Estos organismos son de mucha importancia a pesar de su gran impacto en la agricultura a consecuencia del monocultivo. Son utilizados como agentes biológicos por su diversidad de hábito alimenticio, ya que los bacteriófagos se pueden alimentar de bacterias fitopatógenas que pueden afectar un cultivo comercial. Los nematodos de vida libre, depredadores y los micófagos son utilizados como bio-indicadores de ambientes por su baja resistencia a controles químicos en predios altamente sembrados. Poblaciones altas de nematodos fitoparasíticos en la semilla de ñame o en el suelo atrofian las raíces, evitando el paso de nutrientes, agua y rentabilidad del cultivo. Su hábito alimenticio endoparásito degradan las células del tubérculo reduciendo el peso y la calidad del ñame. Según Steiner y Le Hew (1933) el nematodo del ñame se le conoce como *Scutellonema bradys*, otros nombres comunes fueron *Scutellonema blaberum* (Andrássy, 1958), *Scutellonema dioscoreae* y *Rotylenchus blaberus*. Otros nematodos encontrados en la corteza del ñame son: *Hoplolaimus pararobustus*, *Tylenchorhynchus clavicaudatus*, *T. rhopalocercus*, *Xiphinema ebriense*, *X. ifacolum*, *Trichodorus* spp., *Criconemoides ornatus*, *Tylenchus* spp., *Aphelenchus* spp., *Aphelenchoides* spp., y *Paraphelenchus amblyurus*.

Román (1978) menciona los siguientes géneros encontrados en ñame: *Scutellonema bradys* (Steiner y LeHew, 1933), *Meloidogyne javanica*, *M. arenaria*, *M. incognita* (Hawley, 1956), *Heterodera* sp. (Schieber, 1961), *Criconemoides* spp., *Xiphinema formis* (Jenkins y Bird, 1962), *Pratylenchus coffeae* (Ayala, 1969), *Aphelenchus* spp., *Aphelenchoides* sp., *Helicotylenchus dihystrera*, *Scutellonema blebarum* (Ayala y Acosta, 1971) y *Aphelenchoides besseyi* (Kermarrec, 1974) y en Puerto Rico se han encontrado *Ditylenchus* sp., *Hoplolaimus* sp., *Longidorus* sp. y *Tetylenchus* sp.

El nematodo del ñame en África lo es *Scutellonema bradys*. Esta especie ha sido registrada en África Occidental, el Pacífico y las Indias Occidentales (Lebot, 2009). Está presente en la corteza del tubérculo, causando necrosis interna y causando el desprendimiento de la misma. La identificación de la nematosis en ñame proveniente de Jamaica lo informó Steiner (1931), West (1934) la nombró como la pudrición seca. El daño está asociado a un deterioro en la calidad del ñame, causando pérdidas significativas al mercadearlo. Causa la ruptura de las paredes celulares, propiciando la entrada de hongos y bacterias. Según Crozzoli y Parra (1991) la pudrición seca se caracteriza por la clorosis y la reducción del peso de la parte aérea de la planta, acompañada por reducción del sistema radical y producción de muñones. Cuando las lesiones son más profundas, generalmente son causadas por organismos secundarios.

Los nematodos causantes de la pudrición seca del ñame en Puerto Rico son *Pratylenchus coffeae*, *Meloidogyne incognita* y *Helicotylenchus spp.*, siendo el más importante *Pratylenchus coffeae* causando los mismos síntomas a los de *Scutellonema bradys* (Coursey, 1967). Acosta (1974) investigó que la zona anterior del tubérculo es la que contiene mayor población de nematodos y recomienda el uso de cortes para semilla de la zona central y distal. La reducción de rendimiento puede ser muy elevada, sin embargo, en almacenamiento las pérdidas pueden llegar al 80-100% (Adesiyan et al., 1975).

Goodey (1935) estudió que la penetración por nematodos no es mayor de 6mm. Sin embargo, Acosta (1974) encontró que la penetración al tubérculo puede ser de hasta 15mm. En Puerto Rico, Acosta y Ayala (1976) informaron que los síntomas por nematodos son clorosis, reducción foliar, atrofiamiento de la raíz y grietas, ocasionando el desprendimiento de la corteza.

Ayala y Acosta (1975) determinaron que 600 a 1,000 nematodos de *Scutellonema bradys* en *Dioscorea rotundata* deforman la corteza y la calidad del ñame. También observaron que al

inocular el ñame con *Scutellonema bradys* y *Pratylenchus coffeae*, la población de *Scutellonema bradys* se redujo. En Puerto Rico, Ayala (1969) determinó que el nematodo de mayor importancia asociado al cultivo de ñame lo es *Pratylenchus coffeae*, además de *Scutellonema bradys*. Para ese mismo año determinó que los síntomas de *Pratylenchus coffeae* eran más severos que los de *Scutellonema bradys*, por sus grietas y cuando ambos están en el mismo huésped los daños pueden ser mayores (Acosta y Ayala, 1976).

El género *Pratylenchus* spp. es común en la mayoría de las extracciones de suelo en el trópico. La extensión del ciclo de vida varía considerablemente dependiendo de la especie de nemátodo, la planta huésped y la temperatura del hábitat (Dunn y Crow, 2001). Los nematodos de mayor importancia en ñame son endoparásitos migratorios, con excepción de *Meloidogyne* spp. (nematodo endoparásito sedentario) que ocasionan las lesiones en las raíces y por cuyas heridas ingresan patógenos secundarios. Tanto las larvas (j2) como los adultos de *Pratylenchus coffeae* son infectivos y necrotizan las células corticales. Este es considerado un nematodo de importancia económica en la producción de hortalizas por su distribución y su amplitud hospedera. Según Loof (1991), el nematodo lesionador (*Pratylenchus* sp.) tiene amplia distribución a consecuencia del uso de material de propagación vegetal. Gao et al. (1999), aseguran que existen más de 100 especies de *Pratylenchus* spp. identificadas en el mundo. Los síntomas que se observan en el follaje son clorosis, reducción foliar, bajo rendimiento y propician la muerte de la planta.

El nematodo lesionador (*Pratylenchus coffeae*) es un endoparásito migratorio de aproximadamente 1mm de largo. Su estilete es bien desarrollado en ambos sexos y posee

glándulas esofágicas en un lóbulo que recae ventralmente sobre el intestino. Se ha reportado en Puerto Rico como causante de los mismos síntomas reportados por *Scutellonema bradys* en África. Esta especie lesiona las raíces y expone al huésped a que ingresen patógenos. Es un nematodo polífago y se encuentra en Puerto Rico frecuentemente en el suelo. Los síntomas o lesiones que produce *Pratylenchus coffeae* son observadas en las capas superficiales del tubérculo. Debajo de la corteza se observa síntomas amarillos que luego toman un color a pardo oscuro, ocasionando el desprendimiento de la corteza, grietas y la calidad comercial del ñame. El daño puede ser más severo cuando se encuentran microorganismos patógenos en el suelo.

El control de nematodos es bien difícil ya que a simple vista no se puede apreciar debido a su tamaño microscópico. Los nematodos ectoparásitos están completamente expuestos a plaguicidas y a su vez al medio ambiente que les rodea, teniendo más enemigos naturales que los nematodos que son endoparásitos. Por otro lado, los nematodos endoparásitos están rodeados de tejido vegetal lo que no permite que el nematicida haga contacto. Algunas excepciones son notables como lo es el caso de las hembras con dimorfismo sexual que producen nódulos o quistes. Su movimiento es lento dentro del tejido vegetal como en el suelo, la forma en que se diseminan es debido a material de propagación infectado, maquinaria agrícola, animales (hombre) y el agua. Se establecen en plantas susceptibles y en un ambiente favorable para su desarrollo.

La utilización de prácticas agrícolas contribuye en la reducción de las poblaciones de nematodos. La rotación de cultivos, solarización, plantas trampa, etc., generalmente no resultan ser eficientes por si solas, por lo que el agricultor se ve obligado a utilizar productos químicos. El método de control de nematodos por décadas ha sido el uso de productos químicos debido a su modo de acción rápido sobre los nematodos fitoparásitos. Anteriormente, los nematicidas

comúnmente utilizados eran los hidrocarburos halogenados, carbamatos y organofosforados. Aunque eran muy efectivos, éstos fueron restringidos debido a que alteran el ecosistema agrícola (Román et al. 1984). El Oxamil es un producto sistémico que tiene la capacidad de permanecer en el tejido vegetal para inactivar los nematodos, sin causarle daño a la planta. El Oxamil es el producto más utilizado en Puerto Rico para el control de nematodos en el tubérculo debido a que reduce la población del parásito en un corto plazo. Actualmente, Oxamil no tiene registro para tratar la semilla propagativa del ñame, pero está registrado como aplicación foliar. Como medida de control, el tratar el material de propagación con un nematicida pudiera resultar conveniente para obtener una semilla libre de plagas. Actualmente esta técnica no es utilizada en Puerto Rico por no contar con un producto efectivo que se pueda usar para tratar semilla. La utilización de agua caliente durante la pre-siembra es un control físico de nematodos amigable con el ambiente. El uso de agua caliente se utiliza a una temperatura entre los 50°C, realizando una inmersión de la semilla en un tiempo de 10 a 15 minutos. El control se debe a que los nematodos quedan destruidos rápidamente. Otro método es la utilización de plantas trampa que liberan exudados atractivos para las poblaciones de nematodos. Román y Acosta (1984) mencionan que el uso de plantas atrapadoras se establecen intercaladas para atraer nematodos de importancia. Las plantas se siembran y se eliminan. Es necesario tener un conocimiento biológico previo del nematodo para evitar aumentos de poblaciones. Algunas plantas son el *Tagetes* spp. y *Asparragus* sp. los cuales liberan sustancias tóxicas a los nemátodos fitoparasíticos. Se deben intercalar junto al cultivo de interés e incorporar al suelo para la liberación de exudados y reducir las poblaciones de nematodos.

Dentro de la agricultura ecológica existen dos aspectos importantes: la fertilización y el control de plagas y enfermedades que resulten saludables con el medio ambiente. El uso de

materiales con alto contenido de quitina estimula microorganismos capaces de ejercer un efecto quitinolítico sobre los nematodos, particularmente degradando la quitina en el cascarón del huevo del nematodo. La adición de quitina en la rizósfera resulta en un efecto adverso a las poblaciones de nematodos a consecuencia de la liberación de amoníaco y ácido nitroso (Oka, 2010). Existe un grupo de microorganismos que presentan un efecto antagónico sobre los nematodos. Sin embargo, el incremento y la conservación de estos enemigos naturales son factores limitantes a la hora de emplearlo en un sistema de cultivo. Una vez que se establece en el predio, su efecto es más duradero que un control químico.

El uso de plaguicidas convencionales para el control de nematodos ha tenido un impacto negativo en la salud humana, biodiversidad de organismos benéficos y en cuerpos de agua, debido a los residuos (Brechelt, 2004) Sus altos riesgos a la sociedad han obligado al hombre a buscar nuevas alternativas que vayan a fines con la seguridad alimentaria de un país. Según Brandt (2011) el producto Sesamin EC[®] se compone de derivados de extractos de plantas híbridas del árbol de Sésamo o ajonjolí. La supresión de nematodos se debe al efecto nematostático y nematotóxico en los nematodos. El producto crea una barrera en la rizósfera contra nematodos fitopatógenos, siendo un repelente de nematodos, promoviendo el resurgimiento de raíces nuevas. La composición del producto es 70% de extractos de Sésamo y un 30% de lecitina. La dosificación y aplicación no están restringidas, pero se debe tener un intervalo de 1 a 2 semanas en infestaciones altas.

La explotación de los terrenos, además la poca rotación de los cultivos ha aportado al aumento de las poblaciones de nematodos. Hoy en día cada vez se buscan nuevas alternativas de control de nematodos con poco efecto residual en la calidad de los alimentos y que resulte amigable con el ambiente. Según la compañía Exel Ag[™] menciona que el producto NemaKill[™]

está certificado como nematicida orgánico (OMRI) teniendo un control de nematodos en la agricultura convencional y agricultura orgánica. Este producto se compone de tres aceites: 32% de aceite de canela, 8% de aceite de clavo y 15% de aceite de tomillo. La utilización de este producto es de contacto cuando es ingerido por el nematodo, ocasionando asfixie y posteriormente la muerte.

La utilización de productos orgánicos ha tenido una aceptación desde la existencia de la agricultura. La adición de materia orgánica favorece la absorción de agua, nutrientes y evita la erosión. Además, según Rodríguez-Kábana (1991) existe una asociación directa entre la adición de materia orgánica al suelo y la proliferación de organismos antagónicos de nematodos. Mediante la descomposición natural se producen ácidos orgánicos (butírico más propiónico) resultando tóxicos para los nematodos. En adición promueve la proliferación de hongos, bacterias, microorganismos, turbelarias, insectos, ácaros y virus, creando un ambiente hostil para los nematodos. Este producto orgánico se compone de extractos acuosos de diferentes plantas y libera enzimas con capacidad quitinolítica. Su acción favorece el desarrollo del sistema radicular de la planta, ya que induce a la planta aumentar la resistencia frente al ataque de diferentes tipos de patógenos del suelo u otra micro fauna infecciosa a la planta. Dentro de estos organismos se encuentran los hongos, bacterias, protozoarios, insectos y nematodos depredadores (Jatala, 1986). Según Rodríguez-Kábana (1991) existen hongos antagonistas (*Arthrobotrys* spp, *Catenaria* spp. y *Oligospora* spp.) que destruyen al nematodo. Otro grupo de hongos (*Myzocyitium* spp., *Hoptoglossa* spp.) producen endoesporas que parasitan e invaden el interior del nematodo. Otras especies de hongos con capacidad de penetrar y destruir el huevo de nematodos son: *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia clamydosporia* y *Gliocladium virens*. Dentro de los organismos antagónicos de nematodos se encuentran protozoarios, micros artrópodos y

nematodos del orden Dorylaimida y Mononchida. Dado a todos los factores que limitan la producción de ñame “Habanero” en Puerto Rico, éste trabajo investigativo intenta contribuir en identificar un producto eficiente que permita reducir la severidad de la pudrición seca del ñame.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Manejar las poblaciones de nematodos fitoparasíticos con productos químicos y no químicos.

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los productos: NemaKill[™], Sesamin EC[®] y Oxamil como alternativa de control de nematodos en el ñame.
- Correlacionar la producción y calidad de ñame con la reducción en la población de nematodos.

4. METODOLOGÍA

4.1 Estudio de situación de la siembra de ñame en Puerto Rico

Este estudio se realizó con la ayuda del Servicio de Extensión Agrícola (SEA) y su personal especializado en raíces y tubérculos. Se entrevistó 7 agricultores para conocer las experiencias y los problemas previos en las siembras de ñame (*Dioscorea rotundata*). Se tomó información sobre el manejo y las prácticas agrícolas realizadas en cada finca para conocer la situación actual de la pudrición seca del ñame. Se completó un formulario sobre el problema del decaimiento en el ñame registrando información de: fertilización, humedad, riego, posición de la siembra (GPS) y métodos de siembra de cada agricultor. Además, se tomó información sobre el origen de la semilla, fecha de siembra, el cape y cosecha (Apéndice B)

4.1.1 Muestreo y Selección de Fincas

El catastro se estableció en 7 localidades productoras de ñame en Puerto Rico de acuerdo con el censo agrícola 2010. Durante el periodo del 16 de agosto hasta el 11 de diciembre de 2014 se realizaron muestreos de suelo y tubérculo en los siguientes municipios de Puerto Rico: Aguada, San Sebastián, Estación Experimental Agrícola de Isabela, dos localidades en Utuado y dos en San Lorenzo (Fig.4.1).



Figura 4.1: Municipios de la Isla evaluados para el muestreo de tubérculos y suelo.

4.1.2 Muestreo de Suelo y Tubérculo

En cada muestreo se tomaron 5 muestras de suelo al azar siguiendo un patrón irregular de norte, sur, este, oeste y el centro del predio. El suelo se colectó del área más cercana al tubérculo del ñame (rizósfera) removiendo los primeros 5 cm de suelo y a una profundidad de 20 a 30 cm. Se tomó 5 muestras de tubérculo siguiendo el mismo patrón antes mencionado con el fin de relacionar la incidencia de nematodos y la severidad de la pudrición seca del ñame. Los tubérculos se colectaron de plantas que presentaban síntomas de enanismo, poca densidad foliar, clorosis y de plantas que no mostraban síntomas. En la localidad de Aguada e Isabela se tomaron muestras de tubérculos almacenados. Las muestras se tomaron escarbando con una pala de corte y despojando el bejuco con un machete. Los tubérculos se recogieron enteros y se colocaron en bolsas plásticas junto a la muestra de suelo. Fincas con tubérculos ya cosechados, se procedió a tomar muestras de suelo procedente de la cosecha. Las muestras fueron rotuladas de la siguiente manera: nombre del colector, fecha, nombre de la finca o municipio. Se colocaron en una nevera portátil con hielo y se llevaron al laboratorio de Nematología (RUM). Las muestras se

almacenaron en nevera a 15° C y a las 24 horas se procesaron siguiendo el método combinado de (Christie y Perry ,1951).

4.1.3 Síntomas de la pudrición seca en ñame

La severidad de la pudrición seca fue evaluada en cada localidad donde se recogieron las muestras de tubérculo. La severidad de la pudrición seca en el ñame fue estimada siguiendo una escala evaluativa (Mignucci et. al., 1984) donde 0% porciento de daño representaba la clase uno (1), de 1% a 25% porciento de daño por nematodos representaba la clase dos (2), de 26% a 50% porciento de daño representaba la clase tres (3), de 51 a 75% porciento de daño representa la clase cuatro (4) y un daño de 76% a 100% porciento representa la clase cinco (5). La evaluación de la enfermedad de la pudrición seca en los tubérculos se caracterizó mediante el grado de daño en la corteza y el desprendimiento de la corteza, mediante la observación directa a consecuencia de la incidencia de nematodos fitoparasíticos.

4.2 Experimento de Campo

4.2.1 Siembra y aplicación de tratamientos en Corozal e Isabela

Para atender los objetivos de esta investigación se establecieron dos experimentos de ñame en las Sub-Estaciones Experimentales Agrícolas de Corozal e Isabela. La subestación Experimental de Corozal está localizada en la región montañosa en el norte central, en la latitud $18^{\circ} 19' 09''$ N y en la longitud $66^{\circ} 22' 15''$ O. Esta se encuentra a 210 metros sobre el nivel del mar, con un promedio de precipitación anual de 1,854 mm y una temperatura promedio de 24°C , Figura 4.2 (EEA). El experimento en Corozal se plantó en un suelo de la serie Corozal (arcilloso, mixto, isohipertérmico Aquic Haplohumults) suelos ácidos (pH igual a 5.0 aproximadamente).



Figura 4.2 Localización de la siembra de ñame Habanero en la Estación Experimental Agrícola de Corozal. Fuente: <https://www.google.com.pr/maps/@18.4636572,-67.0528606,606m/data=!3m1!1e3>

La subestación Experimental de Isabela está localizada en la región noroeste, en la latitud 18° 27' 58.8'' N y en la longitud 67° 03' 15'' O. Se encuentra a una elevación sobre el nivel del mar de unos 128 metros. Su precipitación promedio anual es de 1,478 mm y una temperatura promedio de 25°C Figura 4.3. El experimento en Isabela se plantó en un suelo caolinítico e isohipérmico, ligeramente ácido (pH igual a 6.2) perteneciente a la serie Coto.

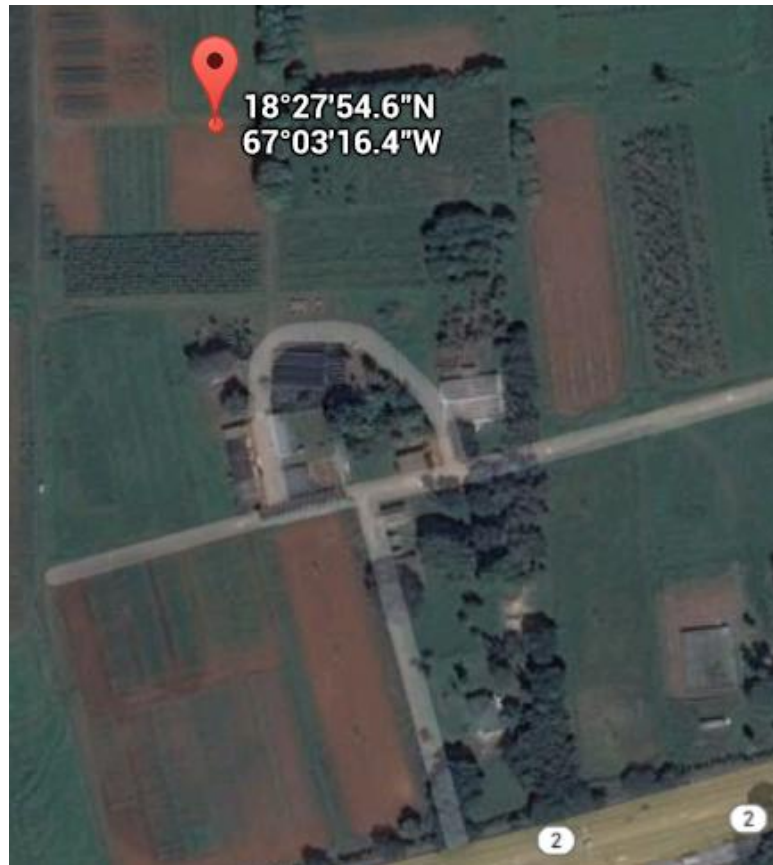


Figura 4.3 Localización de la siembra de ñame Habanero en la Estación Experimental Agrícola de Isabela. Fuente: <https://www.google.com.pr/maps/@18.4636572,-67.0528606,606m/data=!3m1!1e3>

En ambos experimentos se utilizó semilla de ñame de la variedad “Guinea”, comúnmente llamado “Habanero”. Los ensayos se establecieron en el mes de marzo 2014 y se cosecharon en noviembre 2014. Se utilizó un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con siete (7) tratamientos y cuatro (4) repeticiones. Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por cuatro hileras (10 plantas por hilera). Cada parcela tenía 40 plantas para un total de 160 plantas por tratamiento. El material de siembra provino de la finca del agricultor Leonardo Torres del pueblo de Aibonito con síntomas de la pudrición seca. Las semillas de tubérculo se sembraron a una distancia de 30.5 cm entre planta y 121.9 cm entre hilera en las 28 parcelas (Figura 4.4).



Figura 4.4 Distancia de siembra de la semilla de *D. rotundata* en la EEA de Corozal

El riego fue suministrado por un sistema de goteo en Isabela, contrario en Corozal se utilizó de cañón (Figura 4.5 y 4.6). Las demás prácticas culturales y agronómicas se realizaron de acuerdo al conjunto tecnológico para la producción de raíces y tubérculos (EEA, 1997).



Figura 4.5 Sistema de riego de cañón y estaqueado del predio en Corozal



Figura 4.6 Sistema de riego de goteo y estaqueado del predio en Isabela

Los tratamientos a evaluar fueron: T1: Testigo; T2: Oxamil (O); T3: Sesamin EC[®] (S); T4: NemaKill[™] (N); T5: Sesamin EC[®] + NemaKill[™] (S + N); T6: Sesamin EC[®] + Oxamil (S + O); T7: NemaKill[™] + Oxamil (N + O). Los productos se aplicaron individualmente y en combinación con otros tratamientos. Para el tratamiento con Sesamin EC[®] en la pre-siembra se utilizó 600 ml/ 37.9 L de agua en un tanque, sumergiendo la semilla por 15 minutos hasta lograr impregnar el producto en la semilla (pedazos o rebanadas de 113-170 gramos de ñame), (Figura 4.7).



Figura 4.7 Inmersión de la semilla en las parcelas con el tratamiento Sesamin EC[®] durante la presiembra

Durante el ciclo de siembra se asperjó directo en la base del tallo a una dosis de 93.76 ml de Sesamin EC[®]/6.0 L de agua. La aplicación de NemaKill[™] en la pre-siembra fue directamente en el hoyo a una dosis de 18.75 ml/ 6.0 L de agua y posteriormente en la base del tallo durante la siembra. Antes de la aplicación del NemaKill[™] se humedeció la parcela con agua para que el producto percolara con mayor eficiencia (Figura 4.8).



Figura 4.8 Humedecido de las parcelas antes de la aplicación de NemaKill[™] durante la presiembra.

Las aplicaciones de Oxamil se programaron con el personal de campo en ambas localidades y se aplicó foliarmente a dosis de 38ml/ 11.4 L de agua. El producto se aplicó a los 3 meses cuando hubo follaje y luego mensualmente (Figura 4.9). Las aspersiones fueron a 40 psi con una boquilla TXVS- 4 Conjet y el tiempo de exposición por planta fue de 2 a 3 segundos para un volumen de descarga de (10-15 ml) por planta (Figura 4.10)



Figura 4.9 Aplicación foliar del tratamiento Oxamil en Isabela.



Figura 4.10 Volumen de descarga de la boquilla de aspersión para los tratamientos individuales y en combinaciones de Sesamin EC[®] y NemaKill[™].

4.2.2 Evaluación de Brotación

El número de semillas brotadas en la Sub-Estación Experimental Agrícola de Corozal fue tomado durante el periodo del 14 de abril hasta el 11 de junio del 2014 y en la Sub-Estación Experimental Agrícola de Isabela se realizó durante el periodo del 27 de abril hasta el 20 de junio del 2014. Los brotes emergidos se cuantificaron a las cuatro, ocho y doce semanas de haberse sembrado el cultivo. Se cuantificó el número de brotes en todas las plantas. Los brotes por tubérculo se determinaron calculando un promedio por parcela. La brotación por tratamiento se expresó en porcentaje.

4.2.3 Rendimiento

La cosecha se llevó a cabo manualmente en la Sub-Estación Experimental Agrícola de Isabela el 13 de noviembre del 2014 (Figura 4.11). Las parcelas tenían un área de 15 metros cuadrados. Se estimó el peso del ñame cosechado en (Kg/ha) por cada parcela. Antes de pesar, se procedió a remover el suelo adherido del tubérculo con agua y se dejó secando a temperatura de ambiente 25° C por unas 2 a 4 horas aproximadamente. Finalmente, se determinó el peso total de los tubérculos por tratamiento. El daño causado por nematodos en la corteza del ñame fue evaluado siguiendo la escala evaluativa descrita anteriormente (Mignucci et al., 1984). La fórmula utilizada para extrapolar los datos para obtener rendimientos por hectáreas fue la siguiente:

(1)

$$\frac{Kg}{15 m^2} \times \frac{4,047 m^2}{1 ac} \times \frac{2.47 ac}{1 ha} = kg \text{ ñame/ha}$$

Donde,

Kg = el peso de los tubérculos de la parcela por tratamiento.

15 m² = área de la parcela.

1 ac = 4, 047 m².

1 ha = 2.47 ac.



Figura 4.11 Cosecha de tubérculos por tratamiento en cada parcela

4.3 Análisis de Nematodos

4.3.1 Extracción de nematodos en Tubérculo

Los muestreos de extracción de nematodos se realizaron en los meses de marzo y noviembre del 2014, durante la pre-siembra y una semana antes de la cosecha. Se tomaron 4 muestras por tratamiento para un total de 28 muestras de tubérculo de cada siembra. Para extraer los nematodos del tubérculo, este se lavó con agua y se seleccionó 10 gramos de corteza en la región (proximal, central y distal) y se procedió a licuar en una licuadora marca Waring[®]. El triturado se colocó sobre una rejilla de metal con filtro de papel (Kinwipes) y se incubó según el método de (Christie y Perry, 1951). A las 48 horas de incubado, se colectó la suspensión y se procedió a fijarlas con un preservativo. Las muestras de nematodos de suelo y tubérculos se fijaron para observar sus características morfológicas y anatómicas. Una vez que se cosecharon las muestras en viales de 8 ml se eliminó el 40% del agua (sin moverlo), luego se calentó y se le añadió formalina al 5%.

4.3.2 Extracción de nematodo en Suelo

Los muestreos de extracción de nematodos se realizaron en marzo, junio y en noviembre del 2014, durante la pre-siembra, 12 semanas después de la siembra y una semana antes de la cosecha. Se tomaron 4 muestras por tratamiento para un total de 28 muestras de suelo de cada siembra. La extracción de los nematodos se realizó utilizando los tamices de Cobb y embudos Baermann. Para estimar la población de nematodos se tomaron 250 cc y se colocaron en el tamiz # 60 y luego en el # 325. La suspensión final, contenida en el tamiz # 325, se colocó en la rejilla de metal con papel de filtro (Kinwipes) y luego se incubó por 48 horas (Christie y Perry, 1951).

Posteriormente, se colectó la suspensión en viales con volumen de 8 ml y se realizó la estimación e identificación de la población de nematodos en la muestra.

4.3.3: Identificación de géneros

Extraídos los nematodos del tubérculo y separados del suelo, éstos se contabilizaron usando una placa calibrada marcada con 64 celdas compuestas de (8) columnas y (8) filas. La lectura en la placa se realizó contando los especímenes de la primera, tercera, quinta y séptima columna, ese valor fue multiplicado por dos. Para estimar la población en la muestra de nematodos se contabilizaron las ocho columnas de la placa. Para el traslado de los nematodos se utilizó una varita de madera con una punta fina. Los nematodos se colocaron en una laminilla con una gota de agua y se procedió a la identificación utilizando la morfología del espécimen. La identificación del género se realizó determinando diferencias anatómicas y morfológicas y usando como referencia claves dicotómicas, pictóricas y otra literatura taxonómica (J. Román y N. Acosta. 1984), (W. Mai et al., 1996) e Interactive Diagnostic Key to Plant Parasitic: Fuente: <http://nematode.unl.edu/key/nemakey.htm>)

4.4 Almacenaje

4.4.1 Efecto residual de los productos evaluados

Se seleccionaron 5 tubérculos al azar por cada parcela y se almacenaron enteros en cajas plásticas de empaques de 0.14 metros cuadrados con buena aireación por tratamientos. Cada tratamiento constó de 20 ñames por caja permitiendo buena circulación de aire, temperatura y humedad constante entre los tubérculos. Los ñames fueron colocados en las instalaciones de la E.E.A. de Isabela procurando no mezclar los tratamientos. Se evaluó el grado de severidad mediante la escala mencionada anteriormente.

4.4.2 Aplicación de productos a la semilla

De los tubérculos provenientes de las parcelas testigo se procedió a corroborar el efecto nematicida de Oxamil, NemaKill™ y Sesamin EC®. Se tomaron 20 tubérculos de la cosecha de ñame bajo el tratamiento testigo. Se realizó una inmersión de los tubérculos el 20 de noviembre de 2014 en Oxamil, NemaKill™ y Sesamin EC®. La severidad del daño por nematodos de los tubérculos previo a la aplicación de los tratamientos fue de 38.5%. Para la dosis de inmersión del tratamiento Oxamil se utilizó 380 ml en 76 litros por 15 minutos. Para el tratamiento NemaKill™ se utilizó una dosis de 400 ml en 76 litros por 15 minutos. La dosis utilizada con Sesamin EC® fue de 600 ml en 37.85 litros por 15 minutos. Luego se almacenaron por dos meses y se evaluó el grado de severidad cada dos semanas.

4.4.3 Pérdida por daño de nematodos

Para determinar el porcentaje de pérdidas en el almacenaje se procedió a eliminar el tejido afectado en el ñame. Para esto, se pesó inicialmente 20 tubérculos por tratamiento. Luego se realizaron cortes transversales para evaluar el daño por nematodos en la corteza (necrosis o desprendimiento) y se descartó todo aquel material necrotizado con síntomas en la corteza. Una vez se eliminó todo tejido necrótico, la semilla se volvió a pesar y se calculó la pérdida o el daño ocasionado por el nematodo (porcentaje de pérdida).

4.4.4 Análisis Estadístico

La efectividad de los tratamientos evaluados fue determinada en el control de las poblaciones de nematodos, rendimiento, almacenaje, entre otras variables. Los datos obtenidos en los diferentes resultados en las variables estudiadas se analizaron utilizando un análisis de varianza (ANOVA) donde todos los tratamientos fueron comparados con el testigo. El programa utilizado fue Infostat, a un nivel de significancia de ($\alpha = 0.05$), (Di Rienzo et al., 2012). En los análisis se realizó la prueba de LSD de Fisher para encontrar diferencia significativa entre los tratamientos.

5. RESULTADOS

5.1 Estudio de situación de la siembra de ñame en P.R.

5.1.1 Técnicas de producción por agricultores

En las 7 fincas visitada se entrevistaron 7 agricultores, se observó que la mayoría de los agricultores dedicados a la producción de ñame Habanero utilizan semilla proveniente de sus siembras anteriores. Agricultores visitados en la zona central realizan sus siembras de enero a mayo, preparando sus predios en cerones (montículos) al contorno de la montaña, contrario a los agricultores de la costa que utilizan bancos. En relación al estaqueo, por lo general, los agricultores de la montaña utilizan varas de monte de una altura de 183 cm, contrario a los de la costa que utilizan un alambre de metal # 12 sustentado con varas de 183 cm. El bejuco es guiado con hilo hacia el alambre que va de en dirección de una vara a la otra. De acuerdo a lo contestado, los agricultores desconocen medidas de control de nematodos para el tubérculo, sin embargo aseguran estar alerta ante la incidencia de hongos. La mayoría de los agricultores entrevistados expresaron que utilizan Oxamil aplicado al banco durante las primeras semanas, aplicación que no es recomendada de acuerdo a la etiqueta del producto. La fórmula de abono utilizado por la mayoría de los agricultores es 15-5-10 y 10-5-20 + elementos menores (EM). La cosecha la realizan a los 7 meses, simultáneo a la práctica del cape a principio del mes de agosto. Muchos de los agricultores realizan el cape ya que resulta una práctica favorable en términos económicos, por la demanda en ese momento. Esta práctica se realiza cosechando el tubérculo y manteniendo la parte del muñon de la planta en el suelo por dos meses adicionales para producir tubérculos para semilla. El material cosechado a los 9 meses, lo almacenan debajo de árboles

(Figura 5.1) para luego usarlo como semilla para siembras futuras. Esta semilla es mercadeada entre los agricultores del área y usada como material de propagación.



Figura 5.1 Almacenaje de ñame Habanero en la localidad de San Lorenzo, Puerto Rico.

5.1.2 Población de Nematodos en el tubérculo: Muestreo de Fincas

Del estudio se obtuvieron 35 tubérculos de ñame (*D. rotundata*) de las localidades muestreadas. Las 7 localidades presentaron poblaciones bajas de *Pratylenchus coffeae*. Los tubérculos colectados de la E.E.A-Isabela mostraron significativamente mayores poblaciones de *P. coffeae* y nematodos no fitoparásitos en la prueba de LSD ($\alpha=0.05$), (Tabla 5.1). Contrario a las localidades de EEA-Isabela y San Sebastián, otras fincas presentaron poblaciones de *P. coffeae* por debajo de los 110 especímenes en la corteza del ñame. En la localidad de San Sebastián, las poblaciones de *P. coffeae* fueron de 408 especímenes (Tabla 5.1). Otros nematodos encontrados fueron de vida libre tales como: dorilaimoides, depredadores y rhabditidos. Estos nematodos juegan un papel de importancia en el suelo. La mayoría de las localidades presentaron daños en la corteza del tubérculo causados por *Pratylenchus coffeae*, siendo la localidad de Isabela donde aumentó significativamente el grado de severidad (Tabla 5.1).

5.1.3 Población de Nematodos en el suelo: Muestreo de Fincas

Entre las poblaciones relación entre las poblaciones de nematodos fitoparasíticos en la rizósfera de los ñames cultivados en diferentes fincas, la localidad de EEA-Isabela presentó la mayor población de *P. coffeae* en la prueba de LSD ($\alpha=0.05$), (Tabla 5.2). En la mayoría de las localidades muestreadas, se encontraron poblaciones de *Helicotylenchus* spp. con excepción de la localidad de San Sebastián donde no fue detectado. Otra especie frecuentemente detectada fue *Rotylenchulus reniformis*, siendo más abundante en ambas localidades de Utuado. Las poblaciones de esta especie fueron reportadas en el suelo, a diferencia de la corteza donde no se observó presencia de esta especie. *Rotylenchulus reniformis* se asocia a las raíces del tubérculo,

pero no ocasiona un daño notable en la corteza del tubérculo. Las especies encontradas fueron *Rotylenchulus reniformis*, *Pratylenchus coffeae*, *Helicotylenchus* spp. y poblaciones de nematodos no fitoparásito.

Tabla 5.1: Población de nematodos en el ñame Habanero y severidad de la pudrición seca en las diferentes localidades.

Población de nematodos ^{1,5}			
Localidades	<i>Pratylenchus coffeae</i> ²	No fitoparásito ³	Severidad ⁴
San Lorenzo2	53.20 a	16.80 a	18.00 a
Utuado1	53.40 a	22.80 a	17.80 a
Utuado2	67.60 a	11.60 a	18.00 a
San Lorenzo1	82.80 a	8.40 a	35.50 a
Aguada	110.80 a	26.00 a	28.00 a
San Sebastián	408.00 a	147.00 a	25.50 a
Isabela	3120.40 b	352.00 b	73.00 b
DMS ($\alpha = 0.05$)	1483.67	147.87	21.22

1-Cada valor es el promedio de 5 muestras.

2-Población de nematodos por 10 g de corteza (proximal o basal, medio y distal).

3- Especímenes detectados pertenecientes al grupo: dorilaimoides, depredadores y rhabditidos.

4- Escala evaluativa: 1= 0% severidad 2=1 a25% severidad, 3= 26 a 50% severidad, 4= 51 a75%, 5= 75 a 100%.

5- Promedios con letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba LSD ($\alpha=0.05$).

Tabla 5.2: Población de nematodos en suelo en las diferentes localidades.

Población de nematodos ^{1,4}				
Localidades	<i>Pratylenchus</i> sp. ²	<i>Helicotylenchus</i> spp.	<i>Rotylenchulus</i> sp.	No Fitoparásito ³
Utado1	17.60 a	6.00 a	340.80 b	38.80 a
San Lorenzo2	19.20 a	18.40 a	48.00 a	28.80 a
Aguada	31.80 a	15.20 a	19.60 a	29.20 a
San Lorenzo1	46.40 a	59.60 b	67.20 a	27.20 a
San Sebastián	54.80 ab	0.00 a	0.00 a	35.40 a
Utado2	66.00 ab	11.20 a	470.40 b	30.80 a
Isabela	120.60 b	7.60 a	60.40 a	34.00 a
DMS ($\alpha = 0.05$)	72.03	40.24	207.46	27.93

1-Cada valor es el promedio de 5 muestras

2-Población de nematodos en 250cc de suelo.

3- Especímenes detectados pertenecientes al grupo: dorilaimoides, depredadores y rhabditidos.

4- Promedios con letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de LSD de Fisher.

5.2 Ensayos de Campo- Corozal

5.2.1 Brotación en Corozal

La brotación de la semilla durante los primeros 60 días después de la siembra fue baja reflejando un máximo de brotación de 33% en las parcelas tratadas con la combinación de N + O, (Tabla 5.3). Los análisis durante el tercer mes reflejaron diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la brotación de la semilla (Tabla 5.3). Las plantas a ser tratadas foliarmente con Oxamil mostraron un aumento significativo en la prueba de LSD ($\alpha= 0.05$) en brotación al comparar con el testigo. Sin embargo, en este momento todavía no habían sido tratadas con Oxamil por lo que no tiene un efecto en brotación. En la utilización de Sesamin Ec[®], NemaKill[™], las combinaciones de S + N, S + O y la combinación de N + O no mostraron diferencia significativa entre sí en la brotación de la semilla en la prueba de LSD ($\alpha= 0.05$).

5.2.2 Niveles poblacionales de nematodos en Corozal

Durante el periodo de estudio (marzo a noviembre 2014) se evaluó inicialmente las poblaciones de nematodos existentes en el material de propagación y el suelo durante la presembrado. Los análisis mostraron que las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* en el material de propagación tanto para Corozal e Isabela estaban infestados con un promedio de 17 nematodos por gramo de corteza, siendo poblaciones que causan una severidad baja en la corteza (Bridge, 1978). La evaluación inicial del daño causado por los nematodos en la semilla de ñame estuvo en un promedio de severidad de 19%. Además, en el suelo se detectaron poblaciones bajas de *Rotylenchulus reniformis* y otros nematodos no fitoparásitos.

Las poblaciones de nematodos fitoparásitos en suelo a los 90 días después de siembra no fueron significativamente diferente en la prueba LSD ($\alpha = 0.05$) entre los tratamientos (Tabla 5.4). En el suelo, las poblaciones del género *Rotylenchulus reniformis* no mostraron diferencias significativas en los diferentes tratamientos. Por otro lado, numéricamente hablando la combinación de N + O mostraron mayor población de *Rotylenchulus reniformis*. Las poblaciones de nematodos no fitoparásitos reflejaron mayor población en el tratamiento Oxamil.

A los cuatro meses de la siembra, hubo una alta mortalidad de las plantas atribuido a la alta incidencia de hongos patógenos asociados al cultivo de ñame. Posteriormente, estos patógenos fueron identificados como *Fusarium oxysporium* y *Colletotrichum* spp. (Data no publicada). Se observó que aquellas parcelas con alta población de *Rotylenchulus reniformis* y alta incidencia de patógenos resultaron las más dañadas y causaron la muerte de las plantas a los 5 meses en todos los tratamientos evaluados (Apéndice F-2)

Tabla 5.3 Efecto de la aplicación de tratamientos sobre el porcentaje de brotación del ñame *D. rotundata* en EEA-Corozal

Brotación de la semilla ^{1,2}			
Tratamientos	30 días (%)	60 días (%)	90 días (%)
Testigo	3.75 ab	19.38 a	36.88 a
Sesamin EC [®] (S)	0.62 a	19.38 a	45.63 ab
S + O	1.25 a	18.13 a	46.25 ab
S + N	6.88 ab	29.38 a	51.25 ab
NemaKill [™] (N)	5.00 ab	22.50 a	52.50 ab
N + O	10.63 b	33.13 a	59.38 ab
Oxamil (O)	0.63 a	23.75 a	60.63 b
DMS ($\alpha = 0.05$)	7.31	18.41	22.59

1-Los datos promedios con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí, según la prueba LSD de Fisher ($\alpha = 0.05$).

2-Cada valor es el promedio de 40 plantas por tratamientos de 4 replicas.

Tabla 5.4 Efecto de la aplicación de productos orgánicos y convencionales sobre las poblaciones de nematodos en el suelo 90 días después de la siembra EEA-Corozal.

Población de nematodos ^{1,2}		
	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	No fitoparásito ⁴
Tratamientos	Rizósfera ³	Rizósfera
Oxamíl (O)	1.00 a	22.50 a
Sesamin EC [®] (S)	1.25 a	8.50 a
S + O	1.50 a	15.75 a
S + N	2.00 a	14.25 a
NemaKill [™] (N)	2.00 a	14.50 a
Testigo	2.50 a	20.00 a
N+O	3.00 a	16.00 a
DMS ($\alpha = 0.05$)	3.09	16.40

1-Los datos promedios con la misma letra no tienen diferencias significativas entre si, según la prueba de LSD de Fisher ($\alpha=0.05$).

2-Cada valor es el promedio de 4 replicas por tratamiento.

3- Población de nematodos por 250cc de suelo.

4- Especímenes detectados pertenecientes al grupo: dorilaimoides, depredadores y rhabditidos.

.

5.3 Ensayos de Campo- Isabela

5.3.1 Brotación en Isabela

La evaluación de brotación del tubérculo en la localidad de Isabela mostró uniformidad entre los tratamientos a partir del segundo mes. Se encontró diferencias significativas en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$) durante el primer mes entre los tratamientos, (Tabla 5.5). Las parcelas tratadas con NemaKillTM, S + N y S + O mostraron menor brotación en comparación con el testigo. Esta diferencia significativa en brotación de NemaKillTM, S + N y S + O durante el primer mes se deba posiblemente a la utilización de la parte media y distal del tubérculo como semilla (reduciendo la dominancia apical). Al segundo mes hubo diferencia significativa menor en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$) con respecto a la combinación de S + O, al compararlo con el testigo. Bajo esta combinación mostró significativamente menor brotación que el testigo en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$). A los 90 días después de la siembra, se mantuvo constante esta disminución en la brotación del tratamiento S + O comparado con el testigo. La mayor brotación a los 90 días fue significativamente superior a los tratamientos S + N y S + O en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$). En todo el experimento la brotación fue de 90%.

Tabla 5.5 Efecto de la aplicación de tratamientos sobre el porcentaje de brotación del ñame *D. rotundata* en EEA-Isabela.

Brotación de la semilla ^{1,2}			
Tratamientos	30 días (%)	60 días (%)	90 días (%)
S + O	15.63 a	78.13 a	79.38 a
S + N	15.63 a	86.25 abc	88.13 b
Oxamil (O)	85.63 a	82.50 ab	88.75 bc
Testigo	85.00 a	89.38 bc	90.63 bc
N + O	95.63 b	90.63 bc	91.25 bc
NemaKill TM (N)	15.00 b	93.13 c	93.75 bc
Sesamin EC [®] (S)	95.00 b	95.63 c	96.88 c
DMS ($\alpha= 0.05$)	10.91	9.78	8.34

1- Los datos promedios con la misma letra no tienen diferencias significativas entre si, según la prueba de LSD ($\alpha=0.05$).

2- Cada valor es el promedio de 40 plantas por tratamiento de 4 replicas.

5.3.2 Niveles poblacionales de nematodos en Isabela

El experimento en Isabela tuvo una duración de 8 meses. Inicialmente, el suelo reportó un promedio de 1 nematodo de *Pratylenchus coffeae* en 250 cc de suelo y poblaciones bajas de nematodos no fitoparásitos en el muestreo durante la presiembra (Data no presentada). En el muestreo de suelo, a los 3 meses no hubo diferencia significativa en el control de *P. coffeae* entre los tratamientos en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$). Según los análisis, las parcelas tratadas con Oxamil mostraron mayor población de *P. coffeae* al comparar con el testigo (Tabla 5.6). Las poblaciones de *Rotylenchulus reniformis* fueron significativamente mayor en el tratamiento Oxamil con relación al tratamiento Sesamin EC[®] en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$). Los nematodos no fitoparásitos mantuvieron poblaciones mayores en el tratamiento Sesamin EC[®] y el testigo.

Al momento de la cosecha no hubo diferencias ($\alpha = 0.05$) en los tratamientos en el control de las poblaciones de nematodos en el suelo en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$). Las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* tratadas con Oxamil fueron menores en el suelo que los demás tratamientos. Además, las parcelas tratadas con la combinación de N + O mostraron un aumento en las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* en el suelo del ñame, (Tabla 5.7). Las poblaciones de *Rotylenchulus reniformis* se redujeron en la rizósfera en las parcelas tratadas con Oxamil. Las parcelas testigo mostraron poblaciones bajas de nematodos no fitoparásitos en el suelo. Por otro lado, bajo el tratamiento NemaKill[™] mostró una tendencia mayor de población de nematodos no fitoparásitos, (Tabla 5.7).

En la evaluación del control de nematodos en la corteza del ñame durante la cosecha el tratamiento Sesamin EC[®] reflejó diferencia significativamente mayor en el control de *Pratylenchus coffeae* en relación a la combinación de N + O en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.7). La menor población de nematodos *Pratylenchus coffeae* fue encontrada con el

tratamiento Sesamin EC[®] pero esta solo fue significativamente diferente a la encontrada con la combinación de N + O en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$). Se observó que la utilización de Oxamil foliar no mostró control de *P. coffeae* en la corteza. Al evaluar el efecto nematicida de los dos tratamientos orgánicos NemaKill[™] y Sesamin EC[®] estos no mostraron diferencia significativa en el control de *P. coffeae* en la corteza con relación al testigo en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$). Se observó una reducción de *Rotylenchulus reniformis* en la corteza con la utilización de Oxamil, siendo mayor al utilizar la combinación de N + O.

Al evaluar la severidad del tubérculo al momento de la cosecha los análisis mostraron diferencia significativa entre los tratamientos y el daño causado por *Pratylenchus coffeae* en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.7). El producto Sesamin EC[®] presentó la severidad menor de pudrición seca (9.76%) lo cual fue significativamente menor a los tratamientos testigo, S + O y N + O en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.7). Los ñames que recibieron el tratamiento N + O presentaron la mayor severidad de la pudrición seca (69.33%) seguido por el tratamiento testigo (56.75%). Las parcelas con el tratamiento N + O mostraron incidencia de la larva de *Diaprepes abbreviatus*, ocasionando un daño mayor a la corteza y un aspecto de menor calidad (Apéndice F-3). La utilización de Oxamil no mostró diferencia significativa al compararlo con los tratamientos Sesamin EC[®], NemaKill[™] y la combinación de S + N en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.7).

Tabla 5.6 Efecto de la aplicación de productos orgánicos y convencionales en poblaciones de nematodos en el suelo a los 90 días después de la siembra EEA-Isabela.

Población de nematodos ^{1,2}			
	<i>Pratylenchus coffeae</i>	<i>Rotylenchulus</i> spp.	No fitoparásito ⁴
Tratamientos	Suelo ³	Suelo	Suelo
Testigo	4.00 a	1.00 ab	20.50 a
Sesamin EC [®] (S)	5.50 a	0.50 a	20.00 a
S + O	9.50 a	1.00 ab	17.50 a
N + O	11.00 a	1.00 ab	14.00 a
NemaKill [™] (N)	11.50 a	1.00 ab	12.50 a
S + N	15.00 a	1.00 ab	15.50 a
Oxamil (O)	16.50 a	3.00 b	18.00 a
DMS ($\alpha = 0.05$)	16.55	2.46	13.78

1-Los datos promedios con la misma letra no tienen diferencias significativas entre si, según la prueba de LSD de Fisher ($\alpha = 0.05$).

2-Cada valor es el promedio de 4 replicas por tratamiento.

3- Población de nematodos por 250cc de suelo.

4- Especímenes detectados pertenecientes al grupo: dorilaimoides, depredadores y rhabditidos.

Tabla 5.7 Efecto de la aplicación de productos orgánicos y convencionales sobre las poblaciones de nematodos y severidad de la pudrición seca durante la cosecha en EEA- Isabela.

Tratamientos	Población de nematodos ^{1,2}					Severidad ⁶ (%)
	<i>Pratylenchus</i> sp.		<i>Rotylenchulus</i> spp.		No fitoparásito ⁵	
	Suelo ³	Corteza ⁴	Suelo	Corteza	Suelo	
Sesamin EC [®] (S)	160.50 a	121.50 a	61.50 a	79.50 ab	98.00	9.76 a
NemaKill [™] (N)	147.00 a	424.00 ab	22.50 a	135.00 ab	106.50	13.00 a
S + O	217.50 a	497.00 ab	19.50 a	18.25 a	82.50 a	31.75 b
Oxamil (O)	136.50 a	504.00 ab	8.50 a	62.50 a	75.50 a	25.50 ab
S + N	329.50 a	550.50 ab	37.00 a	31.75 a	82.50 a	25.50 ab
Testigo	171.50 a	578.50 ab	63.50 a	122.50 ab	67.00 a	56.75 c
N + O	347.00 a	866.50 b	14.50 a	219.75 b	99.00 a	69.38 c
DMS ($\alpha = 0.05$)	386.42	635.00	82.12	148.84	97.92	44.32

1-Los datos promedios con la misma letra no tienen diferencias significativas entre si, según la prueba de LSD de Fisher ($\alpha = 0.05$).

2- Cada valor es el promedio de 4 replicas por tratamiento.

3- Población de nematodos por 250cc de suelo.

4- Población en 10g de corteza de ñame.

5- Especímenes detectados pertenecientes al grupo dorilaimoides, rhabditidos y depredadores.

6- Escala evaluativa: 1= 0% severidad 2=1 a 25% severidad, 3= 26 a 50% severidad, 4= 51 a 75%, 5= 75 a 100%.

5.3.3 Rendimiento

Los análisis mostraron diferencias significativas entre el rendimiento de ñame y los tratamientos en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.8). La combinación de S + O y S + N disminuyó significativamente el rendimiento de *D. rotundata* con respecto al testigo. El mayor rendimiento se obtuvo en las parcelas tratadas con Sesamin EC[®] el cual fue significativamente superior a los tratamientos con NemaKill[™], S + N y S + O en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.8). Los datos muestran que combinar S + N afectó negativamente el rendimiento del ñame, obteniendo los rendimientos más bajos.

Al evaluar el daño en la corteza se encontró diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la severidad del tubérculo. La utilización del producto Sesamin EC[®] disminuyó significativamente la severidad de la pudrición seca del tubérculo comparado con el tratamiento testigo y N + O. Al comparar los tratamientos Oxamil, Sesamin EC[®], NemaKill[™], S + N y S + O no existen diferencias significativas con relación a la severidad de la pudrición seca en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.8). Se determinó que la mejor producción y calidad del tubérculo fue mejor bajo el tratamiento Sesamin EC[®].

Tabla 5.8 Efecto de la aplicación de tratamientos sobre el rendimiento del ñame *D. rotundata* y severidad de la pudrición seca en EEA-Isabela.

Rendimiento ^{1,2}		
Tratamientos	Kg /ha	Severidad ⁴ (%)
S+ N	31,654.29 a	31.75 ab
S + O	35,152.92 ab	25.50 a
NemaKill TM (N)	36, 152.53 abc	16.11 a
Oxamil (O)	41,650.38 bcd	25.50 a
Testigo	41,938.58 cd	50.50 bc
N + O	44,482.60 d	56.75 c
Sesamin EC [®] (S)	45,315.61 d	13.00 a
DMS ($\alpha = 0.05$)	6,522.24	19.14

1-Los datos promedios con la misma letra no tienen diferencias significativas entre si, según la prueba LSD de Fisher ($\alpha = 0.05$).

2-Cada valor es el promedio de 4 replicas por tratamiento.

3-Los datos del rendimiento fueron extrapolados con la siguiente fórmula:

$$\frac{Kg}{15 m^2} \times \frac{4,047 m^2}{1 ac} \times \frac{2.47 ac}{1 ha} = kg \text{ ñame/ha}$$

4- Escala evaluativa: 1= 0% severidad 2=1 a 25% severidad, 3= 26 a 50% severidad, 4= 51 a 75%, 5= 75 a 100%.

5.4 Almacenaje

5.4.1 Efecto residual de los productos evaluados

Durante la evaluación del efecto residual de los tratamientos en almacenaje, los análisis reflejaron diferencias significativas entre los tratamientos y la severidad de la pudrición seca en la semilla en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.9). Las cajas con los tubérculos bajo el efecto residual de Sesamin EC[®] presentó menos daño en el tubérculo, al compararlo con el testigo, S + N y N + O (Figura 5.2). Entre los tratamientos Oxamil, Sesamin EC[®], NemaKill[™] y la combinación de S + O no reflejaron diferencia significativa en la severidad de la corteza en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.9). Los tubérculos almacenados con la combinación de N+ O y el testigo resultaron con la mayor severidad (Figura 5.2) y (Tabla 5.9).

Al evaluar los tratamientos en el efecto residual de los ñames almacenados, los análisis reflejaron diferencia significativa entre los tratamientos y la brotación de los tubérculos según la prueba LSD ($\alpha = 0.05$). La semilla bajo el efecto residual del tratamiento Sesamin EC[®] aumentó significativamente la brotación de los tubérculos, con respecto al testigo, S + N, S + O, N + O. Entre los tratamientos Sesamin EC[®], Oxamil y NemaKill[™] no hubo diferencia significativa en brotación de los tubérculos en la prueba LSD ($\alpha = 0.05$). Los tubérculos de las parcelas testigo en almacenaje mostraron un deterioro mayor y poca brotación de los tubérculos.

5.4.2 Aplicación de productos a la semilla

En la aplicación de productos en post-cosecha los análisis reflejaron diferencia significativa en la severidad en la prueba LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.10). La utilización de Oxamil disminuyó significativamente la severidad de la pudrición seca del tubérculo, al compararlo con el testigo. Entre los tratamientos Sesamin EC[®], NemaKill[™] y Oxamil no hubo diferencia significativa en prueba LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.10). Los datos reflejan que la utilización de nematicida en post-cosecha reduce la pudrición seca del tubérculo.

La brotación de la semilla de ñame durante el almacenaje no mostraron diferencia significativa entre la aplicación de los distintos tratamientos en la prueba LSD ($\alpha = 0.05$), (Tabla 5.10). En general hubo una baja brotación en los distintos tratamientos, posiblemente se deba a que los ñames utilizados provenían de las parcelas testigo, los cuales mostraron una alta incidencia de *Pratylenchus coffeae*.

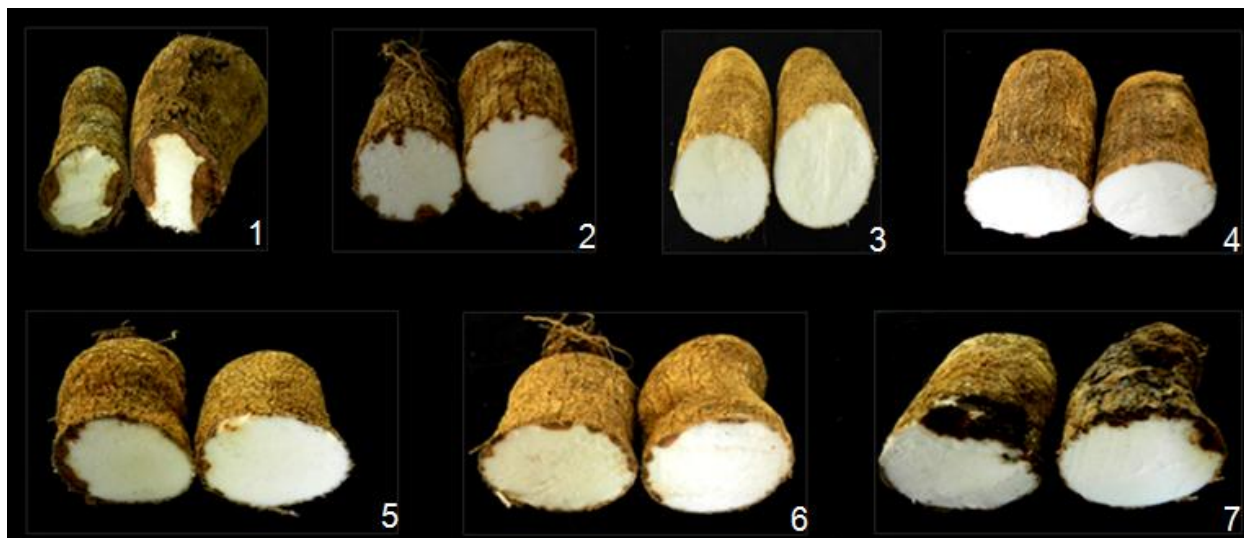


Figura 5.2 Corte transversal de *D. rotundata* con síntomas de la pudrición seca producida por *Pratylenchus coffeae* en los tratamientos durante almacenaje.

1= indica el tratamiento Testigo, 2= indica el tratamiento Oxamil, 3= el tratamiento Sesamin EC[®], 4= indica el tratamiento NemaKill[™], 5= la combinación de Sesamin EC[®] + NemaKill[™], 6= indica la combinación de Sesamin EC[®] + Oxamil, 7= indica la combinación de NemaKill[™], + Oxamil.

Tabla 5.9 Evaluación de la severidad de la pudrición seca y la brotación en ñame *D. rotundata* durante el efecto residual de los tratamientos en almacenaje EEA-Isabela a los 90 días.

Almacenaje ^{1,2}		
Tratamientos	Severidad ³ (%)	Brotación ⁴ (%)
Sesamin EC [®] (S)	19.25 a	38.33 b
NemaKill [™] (N)	21.33 a	22.50 ab
Oxamil (O)	33.83 ab	19.17 ab
S + O	33.83 ab	13.33 a
S + N	42.17 b	15.00 a
N + O	63.00 c	5.00 a
Testigo	67.17 c	5.00 a
DMS ($\alpha = 0.05$)	17.54	20.80

1-Los datos promedios con la misma letra no tienen diferencias significativas entre si, según la prueba LSD ($\alpha = 0.05$).

2-Cada valor es el porciento de 20 tubérculos por tratamiento.

3-Escala evaluativa: 1= 0% severidad 2=1 a 25% severidad, 3= 26 a 50% severidad, 4= 51 a 75%, 5= 75 a 100%.

4- Los datos mostrados son el porciento de 20 tubérculos.

Tabla 5.10 Evaluación del grado de severidad de la pudrición seca y porcentaje de brotación bajo la aplicación de productos en almacenaje en EEA-Isabela a los 90 días.

Almacenaje ^{1,2}		
Tratamientos	Severidad ³ (%)	Brotación ⁴ (%)
Oxamil	29.67 a	14.17 a
Sesamin EC [®]	38.00 a	15.83 a
NemaKill [™]	42.17 a	12.50 a
Testigo	63.00 b	13.33 a
DMS ($\alpha = 0.05$)	16.72	15.96

1-Los datos promedios con la misma letra no tienen diferencias significativas entre si, según la prueba LSD Fisher ($\alpha = 0.05$).

2-Cada valor es el porcentaje de 20 tubérculos por tratamiento.

3- Escala evaluativa: 1= 0% severidad 2=1 a 25% severidad, 3= 26 a 50% severidad, 4= 51 a 75%, 5= 75 a 100%.

4-Los datos mostrados son el porcentaje de 20 tubérculos.

5.4.3 Pérdidas bajo el efecto residual de los tratamientos en almacenaje

La efectividad residual de los tratamientos se pudo observar bajo el tratamiento Sesamin EC[®], donde mostró un menor grado de severidad (Tabla 5.9). Al momento de estimar el porcentaje de pérdida por tratamiento durante almacenaje para uso de semilla, se determinó que el tratamiento testigo mostró 52% de pérdida, Oxamil con 26% de pérdida, NemaKill[™] 7% de pérdida y Sesamin EC[®] mostró un 5% de pérdida durante el almacenaje. La utilización de las combinaciones de N + S, S + O, N + O y el testigo mostraron pérdidas mayores a un 30% a 44% durante almacenaje.

5.4.4 Pérdida bajo la aplicación de tratamientos en almacenaje

La evaluación de la aplicación de tratamientos en tubérculos provenientes de las parcelas testigo con severidad inicial de 50% (Tabla 5.8), mostró tener un leve efecto en disminuir las pérdidas de ñame. Se observó que el tratamiento Oxamil resultó con mayor porcentaje de pérdida con un 38%, superando el testigo, donde mostró pérdidas de 36%. Por otro lado, la utilización de productos orgánicos redujo el porcentaje de pérdida, levemente comparado con el uso de Oxamil. La utilización de NemaKill[™] y Sesamin EC[®] durante almacenaje del tubérculo mostró pérdidas de 33% y 28% respectivamente, reduciendo la pérdida en un 8% comparado con el testigo.

5.5 Descripción de géneros más comunes

5.5.1 *Pratylenchus coffeae*

Comunmente llamado nematodo lesionador, es un nematodo pequeño ($< 1\text{ mm}$ largo) y típicamente se caracteriza por tener una región labial fuertemente esclerotizada. El cuerpo es relativamente fino en las larvas, pero en los adultos es ancho. Su estilete es de aproximadamente $20\mu\text{m}$ de largo y ambos sexos presentan las glándulas esofágicas en un lóbulo que recae ventralmente. La posición de la vulva se encuentra aproximadamente al 80% de la longitud de su cuerpo, nombrado científicamente monodélfico prodélfico. La cola es sub-cilíndrica más o menos conoide y su cutícula es levemente anulada. Los machos poseen una bursa que se extiende hasta la cola con una espícula delgada en forma de arco. Se considera un nematodo endoparásito migratorio, donde completa su ciclo biológico dentro del ñame.

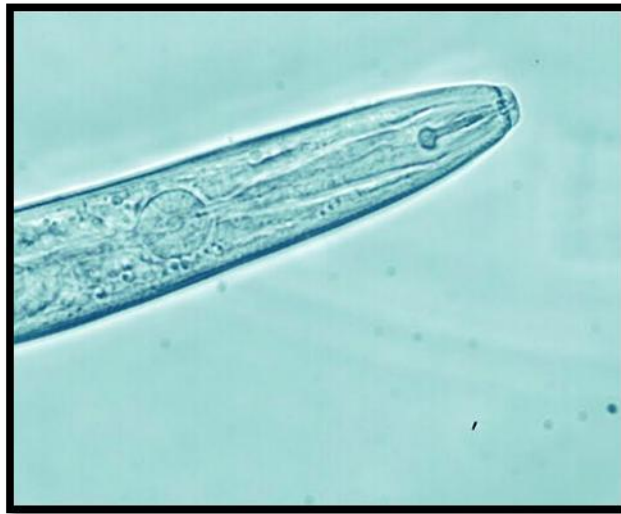


Figura 5.3 Parte del estoma del nematodo *Pratylenchus coffeae*

5.5.2 *Rotylenchulus reniformis*

Las larvas son verminormes al igual que los machos en forma de arqueada (forma de C) cuando estan en relajación. Las hembras maduras adquieren forma de riñon y poseen dos ovarios. La cutícula es anulada, las hembras maduras carecen de esta morfología. El estilete en las larvas y en las hembras son de 2 a 3 veces más grande que la región cefálica. Las larvas son ectoparásitos, mientras que las hembras adultas son semi-endoparásitos sedentarios. El lóbulo de las glándulas esofágicas reacaen lateralmente sobre el intestino. En los machos la bursa es bien pequeña, la espícula es delgada y la cola es conoide y puntiaguda.



Figura 5.4 Larva del género *Rotylenchulus reniformis*

5.5.3 *Helicotylenchus* spp.

El nematodo del espiral posee una glándula dorsal esofágica localizada debajo del estilete a una distancia mayor de $\frac{1}{4}$ del largo del estilete. Las hembras por lo general poseen dos gónadas funcionales que van de un extremo al otro. La cola de la hembra es más curvada en la parte dorsal, adquiriendo una curvatura en forma de espiral que se extiende hasta la zona ventral cuando mueren. Usualmente son ectoparásitos, pero algunas especies son endoparásitas migratorias.

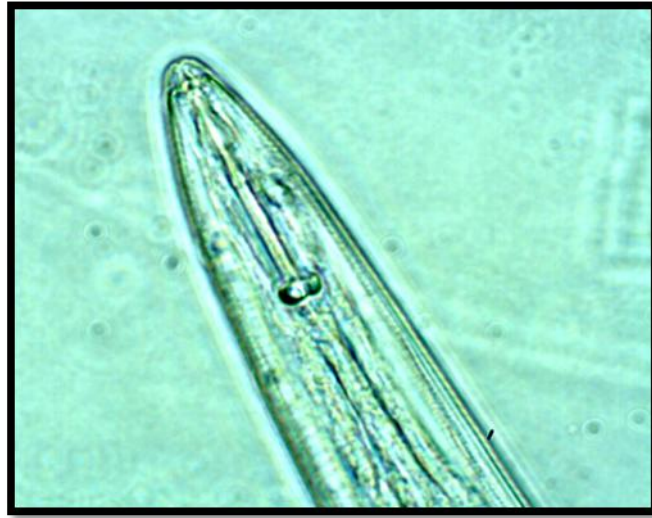


Figura 5.5 Armazón cefálico y estilete de *Helicotylenchus* spp.

5.5.4 No Fitoparásitos

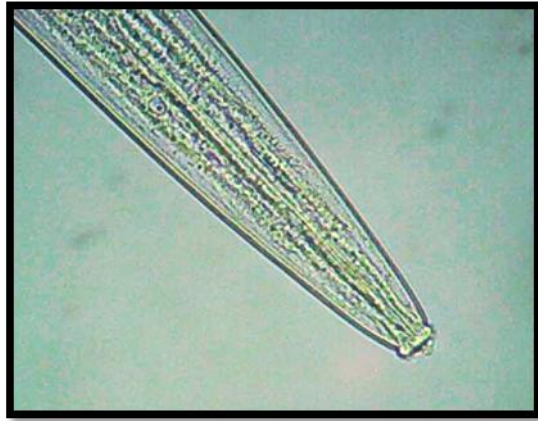


Figura 5.6 Parte del estoma de nematodos no fitoparásito

5.5.5 *Mononchus* spp.

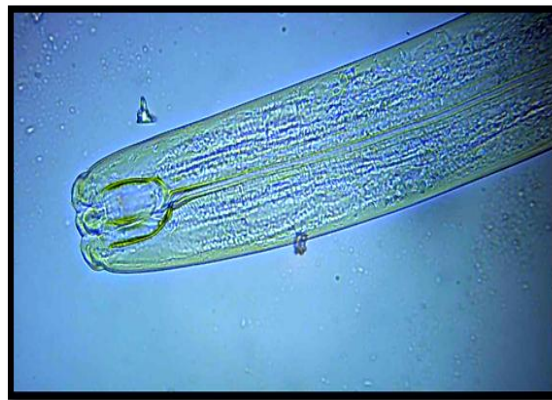


Figura 5.7 Estoma del género *Mononchus* spp.

6. DISCUSIÓN

Uno de los factores que limita las siembras de ñame Habanero en Puerto Rico es la falta de un control eficiente de la pudrición seca y orientación a los agricultores en cuanto al manejo de nematodos. En las localidades muestreadas se observó que Isabela mostró alta incidencia de *P. coffeae* y severidad en el tubérculo que, en las demás localidades debido probablemente al uso de material de propagación infectado proveniente de siembras pasadas. Los datos concuerdan con los de Acosta y Ayala (1975), quienes determinaron que *Pratylenchus coffeae* es el principal responsable de las grietas y el desprendimiento de la corteza del ñame en Puerto Rico. La incidencia de *P. coffeae* en Puerto Rico se atribuye a la alta distribución de material infectado para la propagación, debido a que en los suelos del trópico abunda esta especie, ya que tiene una amplia gama de huéspedes. A esto se le atribuye que el cultivo de mayor producción local en Puerto Rico es el cultivo de plátano (Departamento de Agricultura, Oficina de estadísticas 2014). Posiblemente sea una de las razones por la que *Pratylenchus coffeae* ha desplazado a *Scutellonema bradys* en Puerto Rico. Según Bridge et al., (1997) establecen que *P. coffeae* es común en la producción de musáceas y que tiene amplia distribución mundial. Por otra parte, en África abunda el nematodo del ñame *S. bradys*. En Puerto Rico y en las Islas del Caribe se han reportado poblaciones menores de este nematodo, pero ha ido mermando su capacidad de distribución ya que compite con *P. coffeae* y se ha reportado que cuando ambos se encuentran en un mismo huésped, *P. coffeae* inhibe el desarrollo de *S. bradys*. Posiblemente esto se debe a que *Scutellonema bradys* infecta las primeras capas de la corteza con un modo de alimentación semi-endoparasítico migratorio, contrario *P. coffeae* es un endoparásito migratorio, siendo más agresivo en el tubérculo. Según Thompson et al., (1973) el ñame *D. rotundata* en Jamaica está infectado por *P. coffeae* en un 67-100%. Posiblemente las poblaciones mínimas de *Scutellonema*

bradys que se han reportado en Puerto Rico estén relacionadas con las importaciones de material infectado provenientes de Jamaica. La incidencia y el daño causado por *P. coffeae* en el tubérculo confirman que esta especie es la de mayor importancia económica ocasionando la pudrición seca del ñame en Puerto Rico.

El uso del nematicida Oxamil por parte de los agricultores de ñame visitados quizás ayudó a mantener las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* en niveles bajos en todas las localidades, excepto en la localidad de Isabela. Por años el uso de Oxamil fue el nematicida registrado para el control de nematodos en la semilla de ñame. Hoy día esta alternativa no tiene registro para el uso directo en el suelo, en el último registro para el tratamiento de semilla y uso en el suelo (Dupont de Nemours Company, 2009). La falta de conocimiento en cuanto a la dosis correcta, el momento de aplicación y el modo de acción de Oxamil sobre los nematodos son asuntos que deben ser atendidos con mayor precisión. Este estudio encontró que la pudrición seca del tubérculo del ñame en las localidades muestreadas es menor del 38% de severidad.

En los experimentos de campo en Corozal posiblemente la sequía durante los primeros meses de siembra provocó que el suelo mostrara hendiduras, ocasionando una entrada para las esporas de hongo al suelo. Aparentemente los excesos de lluvia posterior a los tres meses en el suelo arcilloso de Corozal ocasionaron que la semilla mantuviera alta humedad y una atmósfera anaeróbica. Las parcelas de Oxamil mostraron valores menores en poblaciones de *Rotylenchulus reniformis* en Corozal, sin embargo, para esta fecha no se había realizado la aspersión. Las poblaciones de *Rotylenchulus reniformis* no se detectaron en la corteza del ñame, atribuido a la manera de procesar las muestras, ya que es una especie con dimorfismo sexual. Sin embargo, posiblemente hayan atribuido como vía para la entrada de hongos a la planta ya que se asocian al tubérculo. Las poblaciones de nematodos no fitoparásitos fueron mayores en el suelo, debido a

que en el suelo había biodiversidad para su alimentación. La semilla previamente infectada de *P. coffeae* en la corteza resultó como vía o punto de entrada de patógenos del tubérculo. Posterior a los 3 meses de siembra, se observó una muerte descendiente de la planta. Román (1978) menciona que las interacciones de hongos y bacterias asociados a nematodos resultan en un complejo etiológico, que puede ocasionar la muerte del cultivo. La incidencia de nematodos y posiblemente esporas de hongos en la semilla al momento de la siembra y después de la siembra bajo las condiciones de suelo arcilloso, poco drenaje, alta humedad, son factores que provee las condiciones adecuadas para la proliferación de hongos fitopatógenos.

Por otra parte, la evaluación de la efectividad de Oxamil foliar en la localidad de Isabela no mostró un control en las poblaciones de *Pratylenchus coffeae*. A pesar que Oxamil es un producto sistémico, estudios realizados por Oramas, (2002) demostraron que el control de la pudrición seca debe tratarse en la presiembra y en almacenaje, lo que no permiten las restricciones de aplicación que tiene el producto. Durante la evaluación en la supresión del género *Rotylenchulus reniformis*, Oxamil mostró un control mayor a los demás tratamientos. Estos datos concuerdan con los de Rich y Bird (1973) quienes demostraron que el uso foliar de Oxamil controla las poblaciones de *Rotylenchulus reniformis* en el cultivo de tomate y en algodón. Por otro lado, Jenkins y Bird (1962) y Ayala y Acosta (1971), mencionan que *Rotylenchulus reniformis* es uno de los nematodos más comunes asociados al tubérculo del ñame. Los datos aquí obtenidos coinciden con los de Acosta y Ayala (1975) quienes informaron que *Rotylenchulus reniformis* está asociado al tubérculo, pero no se han reportado daños apreciables en la corteza del tubérculo. Al momento de evaluar el efecto nematicida de Oxamil en las poblaciones de los nematodos no fitoparásitos, el efecto fue similar a las parcelas testigo. La incidencia de poblaciones de nematodos de vida libre en el muestro del tubérculo confirman

que tratar siembras con Oxamil foliar no representa un control adecuado, debido a la presencia de estas poblaciones en la corteza del tubérculo. Al comparar el tratamiento NemaKill™ y Sesamin EC® no fue más efectivo en la supresión del género *Pratylenchus coffeae* en la corteza del tubérculo.

Al momento de la cosecha la utilización de Sesamin EC® redujo el daño en el tubérculo y la incidencia de *P. coffeae* en poblaciones de 121 nematodos en 10 gramos de corteza del ñame. Los datos concuerdan con los de Bridge (1973) quien establece que poblaciones de 200 nematodos en 10 gramos de corteza de *S. bradys* causan síntomas externos menores en la corteza del tubérculo. Aunque sean especies diferentes estudios por Acosta y Ayala (1975) determinaron que *P. coffeae* causa grietas y necrosis más severa que *S. bradys*. Por otro lado, poblaciones mayores de 600 nematodos de *P. coffeae* causa daños severos ocasionando grietas y el desprendimiento de la corteza como se observó bajo la combinación de N + O y el testigo (Figura 5.2) mostrando poblaciones de 804 y 600 nematodos respectivamente. La siembra de ñame sin tratamiento nematicida se expone a poblaciones que rondan los 1,000 nematodos de *P. coffeae* causando el deterioro completo del tubérculo.

Referente al rendimiento del ñame no hubo diferencias significativas entre el tratamiento Sesamin EC® y el testigo. Según los resultados obtenidos no hubo correlación en la reducción de *P. coffeae* y el rendimiento. Sin embargo, en cuanto al aspecto comercial del tubérculo (calidad del ñame) se encontró diferencias significativas en la prueba de LSD ($\alpha = 0.05$). Los datos concuerdan con los de Wood et al. (1980) quienes mencionan que el daño directo que ocasiona los nematodos al tubérculo no está relacionado en el rendimiento y muchas veces es difícil determinar. A pesar que la semilla utilizada al comienzo del experimento estaba infectada con *P. coffeae*, los ñames cosechados que fueron tratados con Sesamin EC® mostraron valores de

severidad significativamente menores en la prueba de LSD ($\alpha= 0.05$). Aunque se obtuvo un rendimiento similar en la combinación de N + O, éste presentó un efecto inverso en el aspecto físico del tubérculo obteniendo una severidad mayor. Lo anterior demuestra que un posible factor fue la pérdida de efectividad al combinar los tratamientos y la disponibilidad de área para alimentarse las poblaciones de *P. coffeae*.

Los datos indicaron que durante almacenaje el tratamiento Sesamin EC[®] mostró mayor efecto residual, reduciendo las grietas en la corteza, esto se debe al control de *P. coffeae* durante la siembra. Se determinó que los tratamientos con poco efecto nematicida y efecto residual durante almacenaje mostraron mayor severidad. Kermarrec et al. (1988) establecen que las poblaciones de *P. coffeae* en almacenaje aumentan 185 nematodos por gramo de corteza, esta observación hace posible que durante el almacenaje de los tubérculos con poco efecto residual haya atribuido a una severidad mayor, observándose un deterioro completo del tubérculo. En adición ocurren de 2 a 3 ciclos de reproducción de *P. coffeae* en condiciones favorables en post cosecha, siendo más visibles los daños en almacenaje que en la cosecha. Por otra parte, la utilización de NemaKill[™] resultó con una severidad levemente mayor que la de Sesamin EC[®]. Posiblemente se deba a que hubo mayor incidencia de *P. coffeae* en la corteza al momento de la cosecha. En el grado de severidad en los tubérculos tratados con NemaKill[™] se observó su efecto en las primeras capas de suelo. Este efecto se pudo observar en varios tubérculos cosechados, ya que se observa la parte próxima (cabeza del tubérculo) una reducción en la pudrición seca (Apéndice F-1).

En la evaluación del efecto residual de los tratamientos en almacenaje los tratamientos Sesamin EC[®] y NemaKill[™] fue donde hubo menor daño en el tubérculo. La combinación de S + O mostró efecto residual en la severidad del ñame, sin embargo, no parece ser una alternativa

para el control de la pudrición seca. La brotación fue mayor bajo el tratamiento Sesamin EC[®] siendo menor el grado de severidad y mostrando diferencias significativas con relación al tratamiento testigo durante almacenaje. Se determinó que la falta de brotación en los tratamientos se debió a las altas poblaciones de *P. coffeae*. Según Adesiyan et al. (1975) determinaron que las altas poblaciones de nematodos alteran los procesos metabólicos del tubérculo, se debe a la falta de inter-conversión de almidón en azúcares simples y a su vez una mayor respiración del tubérculo. Este efecto causa una pérdida mayor de agua y a un mayor deterioro de la corteza, afectando la brotación del tubérculo. Contrario la utilización de Sesamin EC[®] se observó que fue el tratamiento con menor población de *P. coffeae* durante la cosecha, teniendo un mayor efecto residual y aumentando la brotación. La pérdida menor de semilla bajo el efecto residual de los tratamientos se observó en el tratamiento Sesamin EC[®] manteniendo solo un 5 % de pérdida. Su bajo porcentaje de pérdida se debe al control de *P. coffeae* durante la siembra.

El tratamiento testigo durante la aplicación de productos en almacenaje de tubérculos, mostraron una severidad de 63% a las 12 semanas en almacenaje. El tratamiento químico Oxamil resultó con mayor efectividad reduciendo la severidad en un 29%. Por otra parte, la utilización de Sesamin EC[®] redujo la severidad a 38% y la utilización de NemaKill[™] con un 42%, teniendo un efecto nematicida en almacenaje. Al analizar los datos con relación al porcentaje de pérdida durante los 90 días del tubérculo en los tratamientos individuales de: Sesamin EC[®], NemaKill[™], Oxamil y el testigo, se determinó que sumergir el tubérculo bajo el tratamiento Sesamin EC[®] antes del almacenaje resulta una técnica importante para disminuir la pudrición seca.

En el presente estudio quedó demostrado, y así queda establecido, que el nematicida Sesamin EC[®] es mucho más efectivo que el nematicida e insecticida Oxamil. Tal recomendación es porque cuando aplicamos el producto a la semilla, al suelo durante la siembra y en

almacenaje, se está reduciendo la incidencia de *Pratylenchus coffeae* y mejorando la calidad del ñame (producto). La importancia de los resultados obtenidos brinda al agricultor orgánico y convencional una herramienta para aumentar los rendimientos, minimizando la pudrición seca del ñame *D. rotundata* y en el mismo sentido ayudando al medio ambiente. Estos resultados permiten aceptar la hipótesis de la investigación de que al menos un tratamiento orgánico fuese eficiente en el control de *Pratylenchus coffeae* en relación del nematicida químico Oxamil.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las poblaciones de *P. coffeae* en los productores de ñame en Puerto Rico se encuentra en niveles bajos, al uso inadecuado de Oxamil, incumpliendo con las restricciones de Vydate[®] L.
- El uso de Sesamin EC[®] en Isabela resultó efectivo en el control de la pudrición seca.
- El uso foliar del producto químico (Oxamil) no resultó una práctica efectiva para el control de *P. coffeae* en Isabela.
- Poblaciones superiores a 200 nematodos (10g) de corteza se debe descartar como material de propagación (semilla).
- Se recomienda a los agricultores a realizar una inmersión con Sesamin EC[®] antes de almacenar los tubérculos para semilla.
- Se recomienda utilizar semillas con menos del 20% de severidad y descartar todo material necrótico para siembra.
- El producto NemaKill[™] se debe considerar para futuras investigaciones:
 - aumentar el riego antes de la aplicación e inyectarlo por el sistema de riego para que el producto percole más.
 - impregnar el producto a la semilla durante la presiembra.
- Se recomienda a los productores de ñame la fabricación de una estructura para el almacenaje de los tubérculos y evitar el amontonamiento (aumenta la humedad).

8. LITERATURA CITADA

- Acosta, N. 1974. Depth penetration of phytoparasitic nematodes in yam tubers. *Nematropica* 4: 7– 11.
- Acosta, N., Ayala, A. 1975. Pathogenicity of *Pratylenchus coffeae*, *Scutellonema bradys*, *Meloidogyne incognita*, and *Rotylenchulus reniformis* on *Dioscorea rotundata*. *Journal of Nematology*, 7 (1):1 - 6.
- Acosta, N., Ayala, A. 1976. Effect of *Pratylenchus coffeae* and *Scutellonema bradys* alone and in combination on Guinea yam. *Dioscorea rotundata*. *Journal of Nematology* 7 (8) 315–317.
- Adesiyun, S. O., Odihirin, R. A., Adeniji, M. O. 1975. Economic losses caused by the yam nematode, *Scutellonema bradys* in Nigeria. *Plant Dis. Rep.* 59, 477 – 480.
- Adesiyun, S. O., R. A. Odihirin, and M. O. Adeniji. 1975. Changes in carbohydrate constituents induced in the yam tuber (*Dioscorea rotundata* Poir) by plant parasitic nematode *Scutellonema bradys*. *International Biodeterioration Bulletin*, 4:124-126.
- Andrassy, I. 1958. *Hoplolaimus tylenchiformis* Daday 1905 (Syn. *H. coronatus* Cobb 1923) and die Gattungen der Unterfamilie Hoplolaminae Filipjev 1936', *Nematologia*, 3(1), 44 - 56.
- Ayala, A. 1969. Nematode problems in Puerto Rican agriculture. *Proceedings of the Symposium on Tropical Nematology*. Agricultural Experimental Station, University of Puerto Rico, Río Piedras. pp. 135-145.
- Ayala, A., Acosta, N. 1971. Observations on yam (*Dioscorea alata*) nematodes. *Nematropica* 1, 39 – 40.
- Atu, U.G. and Ogbuji, R.O. 1986. Root-knot nematode problems with intercropped yam (*Dioscorea rotundata*). *Phytoprotection* 67, 35 – 38.
- Brandt.2011.SustainableNematicides, (fecha de acceso: marzo 21 2014) Disponible en: <http://brandt.co/PostHarvest/Disinfectants/tabid/139/language/enUS/Default.aspx/SustainableControls/Nematicides/tabid/146/language/zh-CN/Default.aspx>.
- Bridge, J. 1973. Nematodes as pests of yams in Nigeria. *Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Gent* 38, 841 – 852.
- Bridge, J., Coyne, D., Kwoseh, C. K. 2005. Nematode Parasites of Tropical Root and Tuber Crops. In: Luc M, Sikora R, Bridge J, eds, *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, 2nd Edition. Wallingford, UK: CAB International, 221 - 258.

Bridge, J., Forgain, R., Speijer, P. 1997. The root lesion nematodes of banana. International network for the improvement of banana and plantain, Parc Scientifique Agropolis II, Musa Pest Fact No.2. (Fecha de acceso: 24 noviembre 2015). Disponible en: http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/The_root_lesion_nematodes_of_banana_698.pdf.

Bridge, J., Page, S. L. J. 1984. Plant nematode pests of crops in Papua New Guinea. *Journal of Plant Protection in the Tropics* 1, 99–109.

Britton, N.L., and P. Wilson. 1926. Botany of Puerto Rico and the Virgin Islands. Scientific Survey of Puerto Rico and the Virgin Islands. New York Academy of Sciences, New York.

Brechelt, A. 2004. El manejo ecológico de plagas y enfermedades. Fundación agricultura y medio ambiente (FAMA), República Dominicana. Editado, Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL) Av. Providencia No. 365 Dpto.41, Santiago de Chile, Chile p. 4-5. (Fecha de acceso: 14 junio 2015). Disponible en: http://www.rap-al.org/articulos_files/Manejo_Ecologico_de_Plagas_A.Bretchel.pdf

Burkill, I.H. 1960. Organography and evolution of Dioscoreaceae, the family of yams. *Journal of the Linnean Society* 56 (367), 319–412.

Coursey, D.G. 1967. Yams, An Account of the Nature, Origins, Cultivation and Utilisation of the Useful Members of the Dioscoreaceae. Tropical Products Institute, Longmans, London. University of Ghana.

Christie, J. R., and V. G. Perry. 1951. Removing nematodes from soil. *Proc. Helmmthol. Soc. Wash.* 18:106-108.

Crozzoli, P.R. y Parra, M.D.M. 1991. Detección del nematodo *Scutellonema bradys*, causante de la pudrición seca del ñame en Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 4, 26 (Abstr).

Departamento de Agricultura de Puerto Rico. 2014. Ingreso bruto de ñame en Puerto Rico. 1985-2014. Oficina de Estadísticas Agrícolas, Departamento de Agricultura, Santurce P.R. 00912.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, (Fecha de acceso: 6 febrero 2015). Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>.

Dunn, R. A., and W. T. Crow. 2001. Introduction to Nematology. (Fecha de acceso: 8 mayo 2015). Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/NG006>.

Du PontTM E. I. de Nemours and Company. 2013. Wilmigton, Delawere 19898. (fecha de acceso: marzo 21 2014). Ficha técnica de Vydate[®] L. Diponible en: <http://www.cdms.net/LDat/ld264007.pdf>

Eno, Charles F., William G. Blue, and Joseph M. Good, Jr. 1955. The effect of anhydrous ammonia on nematodes, fungi, bacteria, and nitrification in some Florida soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 19: 55-58.

Estación Experimental Agrícola. 1997. Conjunto Tecnológico para la Producción de raíces y tubérculos. UPR. RUM. C.C.A. Est. Exp. Agric. Univ. P.R. 101. 34pp.

Exel Ag, Corp. USA. (Fecha de acceso marzo 25 2015) Disponible en:
<http://excelag.com/?lang=es>

FAO STAT Agriculture Data. 2007. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Fecha de acceso: Julio 24 2015). Disponible en:
<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.

Fullagar, R., Field, J., Denham, T. and Lentfer, C. 2006. Early and mid-Holocene tool use and processing of taro (*Colocasia esculenta*), yam (*Dioscorea* sp.) and other plants at Kuk Swamp in the highlands of Papua New Guinea. *Journal of Archaeological Science* 33(1), 595–614.

GAO X., CHENG H., FANG G. 1999. New diagnostic characters for *Pratylenchus vulnus*. *Nematologia mediterranea*. 27(1): 9-13.

Govaerts, R., Wilkin, P. and Saunders, R.M.K. 2007. World Checklist of Dioscoreales, Yams and their Allies. Kew Publishing, Royal Botanic Gardens, Kew, UK. 84 p.

González, Vega. M. E. 2012. El Ñame (*Dioscorea* spp.), características, usos y valor medicinal. Aspectos de importancia en el desarrollo de su cultivo. *Cultrop, la Habana*, vol. 33, n. 4. (Fecha de acceso: abril 25 2015). Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258593620120004000001&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0258-5936.

Goodey, T. 1935. Observations on a nematode disease of yams. *Journal of Helminthology* 13, 173–190.

Hawley, W.O. 1956. Hot water treatment for the control of root-knot nematodes on *Dioscorea floribunda*. *Plant Disease Report* 40: 1045–1046.

Jenkins, W.R. y Bird, G.W. 1962. Nematodes associated with wild yam, *Dioscorea* sp., with special reference to the pathogenicity of *Meloidogyne incognita*. *Plant Disease Report* 46: 858–860.

Jatala, P. 1986. Biological control of plant parasitic nematodes, *Ann. Rev. Phytopathology* 24 (4): 453-89.

- Kermarrec, A. 1974. Nematodos of yam in the Antilles. Nouv. Maraich. Et Viv. de l'INRA, No. 7/8,95–105.
- Kermarrec, A., Degras, L. and Anais, A. 1988. Une grave maladie parasitaire de d'igname Gross-Caille yams (*Dioscorea cayenensis*, *D. rotundata*) due au nématode des lésions racinaires (*Pratylenchus coffeae*). Bulletin Agronomique Antilles Guyane 7: 36–38.
- Lebot, V. 2009. Tropical Root and Tuber Crops Cassava, Sweet Potato, Yams and Aroids. London, UK: CAB International, 181-275.
- LooF, P. A. A. 1991. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. En Nickle WR (Ed) *Manual of Agricultural Nematology*. Marcel Dekker Inc., New York. pp. 263-422.
- Mai, W.; Mullin, P.; and Lyon, H. 1996. Plant parasitic nematodes. A pictorial key to genera. Fifth edition. Comstock Publishing Associates. A Division of Cornell University Press. 277 p.
- Matlack, G. 2001. Factors determining the distribution of soil nematodes in commercial forest landscape. *Forest Ecology and Management* 146: 129-143.
- Mignucci, J. S., Kock de C., Santiago, M., Green, J., Hepperly, P. R., Velez, H. and Torres, L. R. 1984. Yam (*Dioscorea* spp.) Management for Control of Tuber Decay, p 607-613. In Proc.^{6th}. Symp. Int. Soc. Trop. Root Crops, Perú.
- Mignucci, J.S., Hepperly, P.R., Green, J., Torres-López, R. and Figueroa, L.A. 1988. Yam protection. II. Anthracnose, yield and profit of monocultures and interplantings. *J Agric Univ P R* 72, (2): 179–189.
- Monteiro, D. A. y Peressin, V. A. 2002. Culture do inhame. In: Cereda, M. P. (Ed). *Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas*. Sao Paulo: Fundacao Cargil., p. 511-522.
- Oka, Y. 2010. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments. A review. *Applied Soil Ecology* 44:101–115.
- Oramas, N. D. 2002. Seed treatment of yam (*Dioscorea rotundata*) with oxamyl L during storage for the control of *Pratylenchus coffeae*. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 86, 169–172.
- Oramas, N. D., Rodríguez, J. A. 2002. Rotation of *Dioscorea rotundata* cv Habanero with *D. alata* cultivar for the control of dry-rot disease. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 86 (3-4):123 130.
- Perea, M. 2001. Contribución de la biotecnología al desarrollo sostenible del cultivo de ñame. En: Perea, M. (Ed). Bogotá, D. C. Colombia. *Biotecnología Agrícola*, p. 289-301.

- Queneherve, P. 1998. Les nematodes de l'igname. In: Berthaud, J., Bricas, N. and Marchand, J.L. (eds) L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Proceedings of International Symposium, Montpellier, France, pp. 193–204.
- Ramírez, O., Green, J. y Caloni, I. 1984. “Guinea Negro: A High-Yielding Out-of-Season Yam Cultivar” En: J. Agric. Univ. P.R. 64 (2) 193-198
- Rich, J.R., Bird, G.W. 1973. Inhibition of *Rotylenchulus reniformis* penetration of tomato and cotton roots with foliar applications of oxamyl. *Journal of Nematology* 5:221-224.
- Rodríguez-Kábana, R. 1991. Control biológico de nemátodos parásitos de plantas. *Nematropica* 21(1):111-122.
- Rodríguez, W. 2000. Botánica, domesticación y fisiología del cultivo de ñame *Dioscorea alata*: *Agronomía Mesoamericana* 11: 133-152
- Román, J. 1978. Fitonematología Tropical. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental Agrícola, Río Piedras, P.R., 171-179.
- Román, J., Oramas, D., Green, J. 1984. Use of oxamyl for the control of nematodes in yam (*Dioscorea rotundata* Poir). *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 68: 383–386.
- Román, J., Acosta, N. 1984. Nematodos diagnóstico y combate. Universidad de Puerto Rico. Servicio de Extensión Agrícola. Recinto Universitario de Mayagüez, Mayagüez, Puerto Rico pp. 9-11
- Sánchez, S., J. Camargo y A. Navas. 2002. Nematodos edáficos como indicadores ecológicos del proceso de restauración de la ribera del Río Guadamar (Huelva, España.) Departamento Interuniversitario de Ecología, Universidad de Alcalá (Madrid, España). 230 pp.
- Schieber, E. 1961. Parasitic nematodes on *Dioscorea* in Guatemala. *Plant Disease Reporter* 45, 425.
- Steiner, G. 1931. A nematosis of yam caused by a new species of *Hoplolaimus*. *Pl.dis. reptr.* 15:121.
- Steiner, G. y Le Hew, R. R. 1933. *Hoplolaimus bradys*. N, sp. Tylenchidae, Nematoda), the cause of disease of yam (*Dioscorea* sp.), *Zool. Anz.*, 101(9/10): 260-264.
- Thompson, A.K., Been, B.O. and Perkins, C. 1973. Nematodes in stored yams. *Experimental Agriculture* 9: 281-286.
- West, J. 1934. Dry rot of yams. *Bull. Imp. Inst. London* 32:448-450.

Wood, T.G., Smith, R.W., Johnson, R.A. and Kornolafe, P.O. 1980. Termite damage and crop loss studies in Nigeria – pre-harvest losses to yams due to termites and other soil pests. *Tropical Pest Management* 26, 355–370.

Zohouri, G.P. 1998. Les maladies de l'igname (*Dioscorea* spp.) In: Berthaud, J., Bricas, N. and Marchand, J.L. (eds) *L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Proceedings of International Symposium*. Editions CIRAD, Montpellier, France, pp. 223–230.

9. Apéndice. A
Salida de desperdicios peligrosos

Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez
Decanato de Asuntos Académicos
Oficina de Estudios Graduados
Call Box 9000
Mayagüez, Puerto Rico 00681-9000



University of Puerto Rico
Mayagüez Campus
Dean of Academic Affairs
Office of Graduate Studies
Call Box 9000
Mayagüez, Puerto Rico 00681-9000

Puede llenar este formulario utilizando su computadora.
Revisado: diciembre 2014

Cotejo de salida para el manejo de desperdicios peligrosos

Apellidos, Nombre Román Soto Yaniel	Núm. Estudiante 802077812	Departamento Protección de Cultivos	Grado: ☐ MA ☐ MBA ☐ ME ☒ MS ☐ PHD
CERTIFICAMOS que el trabajo de investigación graduada del(a) estudiante antes mencionado ☐ incluyó / ☒ no incluyó el uso de sustancias químicas o materiales que podrían generar desperdicios con algunas de las siguientes características: corrosividad, inflamabilidad, reactividad o toxicidad. En caso afirmativo, CERTIFICAMOS que los desperdicios generados se han manejado de acuerdo a los requisitos del Plan de Manejo del Laboratorio y/o cualquier otro requisito institucional, estatal o federal que aplique.			
Nombre del director de tesis / disertación Roberto Vargas Ayala Firma: <i>Roberto Vargas</i> Fecha: 23/12/2015		Nombre del estudiante Yaniel Román Soto Firma: <i>Yaniel Román Soto</i> Fecha: 23/Octubre/2015	

Tels.: (787) 265-3809, (787) 832-4040, Exts.: 3598, 3442 ó 3809 - Fax (787) 265-5489
<http://grad.uprm.edu> egraduados.uprm@upr.edu

PATRONO CON IGUALDAD DE OPORTUNIDADES EN EL EMPLEO M/F/V/I
AN EQUAL OPPORTUNITY EMPLOYER M/F/V/I

Figura A-1 Cotejo de salida para el manejo de desperdicios peligrosos.

Apéndice. B

Formulario utilizado en las diferentes localidades productoras de ñame

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE
MAYAGUEZ
65 P.O. BOX 9000
Mayaguez, PR 00681-9000
Colegio de Ciencias Agrícolas
Departamento de Cultivos y Ciencias
Agroambientales

Fecha: _____

ID Proyecto: Z-FIDA 22

Investigador: Agro. Yaniel Román

Localización: Aguada

Agricultor: Edwin Román

3/oct/2013

787-382-6963

INFORMACION DE LA ESPECIE

Nombre común: Ceínea

Nombre científico: D. rotundata

DATOS DE LOCALIZACION

Fotos: Desde: _____ Hasta: _____

Latitud: 67.157°W Longitud: 40 pies Elevación: Latitud 18.38°N

Temperatura: 90°F

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

Área sembrada: 6 cuerdas y 3 rotundata

Origen de la semilla: ☐ Comprada ☒ Local Otros Agricultores

Preparación del predio: Arados y siembra en bancos

☒ Estacado ☐ No Estacado

Fecha de siembra: Enero Fecha de cosecha: octubre

Riego: Natural

Fertilización: 15-5-10 10-5-20 EM (Foliar)

Nematicida: N/A (Básicamente Update utilizari)

Comentarios del Agricultor: Daños de gubije a Hongos no a

*nematodos

5 Tubérculos con daños moderados

Figura B-1 Agricultor de ñame entrevistado en el municipio de Aguada.

Tabla B-1 Número de nematodos en el municipio de Aguada en el tubérculo y en suelo.

# MUESTRAS	ESCALA DE SEVERIDAD 1 AL 5	PRATY.	SCUTELLO.	HELICO.	MELOIDO.	ROTYLEN.	VIDA LIBRE	OTROS	Total
S1	2	23	0	10	0	20	0	0	53
S2		50	0	20	0	30	42	0	172
S3		54	0	28	0	10	12	0	66
S4		20	0	12	0	18	32		80
S5		12	0	6	0	22	60		100
T1	2	28	0	0	0	0	12		40
T2	3	110	0	0	0	0	42		152
T3	2	60	0	0	0	0	24		84
T4	3	144	0	0	0	0	36		180
T5	3	212	0	0	0	0	16		228

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE
MAYAGUEZ
65 P.O. BOX 9000
Mayaguez, PR 00681-9000
Colegio de Ciencias Agrícolas
Departamento de Cultivos y Ciencias
Agroambientales

Fecha: _____

ID Proyecto: Z-FIDA-22

Investigador: Agro. Yaniel Román

Localización: San Sebastián

Agricultor: Israel

21 Oct 2013

INFORMACION DE LA ESPECIE

Nombre común: _____

Nombre científico: *D. rotundata*

DATOS DE LOCALIZACION

Fotos: Desde: _____ Hasta: _____

Latitud: Longitud: 19.8 mi Elevación: 462 ft

Temperatura: 90°F

Ubicación N 18° 19.14'
W 067° 02.759'

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

Área sembrada: Más de 11 cuerdas

Origen de la semilla: ☐ Comprada ☒ Local De él mismo

Preparación del predio: Cerramos

☒ Estacado ☐ No Estacado

Fecha de siembra: Enero - Marzo Fecha de cosecha: Octubre a Noviembre

Riego: Natural

Fertilización: 15-5-10

Nematicida: Vydate

Comentarios del Agricultor: Los hongos afectan más sus

siembras

* Se observa Erosión del suelo

Figura B-2 Agricultor de ñame entrevistado en el municipio de San Sebastián.

Tabla B-2 Número de nematodos en la localidad de San Sebastián en el tubérculo y en suelo.

# MUESTRAS	ESCALA DE SEVERIDAD 1 AL 5	PRATY.	SCUTELLO.	HELICO.	MELOIDO.	ROTYLEN.	VIDA LIBRE	OTROS	Total
T ₁	3	842	0	0	0	0	363	0	1212
T ₂	2	400	0	0	0	0	112	0	512
T ₃	2	82	0	0	0	0	0	0	82
T ₄	3	486	0	0	0	0	188	0	674
T ₅	2	224	0	0	0	0	72	0	296
S ₁		194	0	0	0	0	30	20 Dorylaima	244
S ₂		4	0	0	0	0	20	0	24
S ₃		8	0	0	0	0	22	0	30
S ₄		52	0	0	0	0	50	150 Dorylaima	116
S ₅		16	0	0	0	0	20	0	36

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE
MAYAGUEZ
65 P.O. BOX 9000
Mayaguez, PR 00681-9000
Colegio de Ciencias Agrícolas
Departamento de Cultivos y Ciencias
Agroambientales

Fecha: _____

ID Proyecto: Z-FIDA-22

Investigador: Agro. Yaniel Román

Localización: San Lorenzo Bo Gage

Agricultor: Angel Martinez

24 oct 2013

INFORMACION DE LA ESPECIE

Nombre común: _____

Nombre científico: D. rotundata (Sembr Negro)

DATOS DE LOCALIZACION

Fotos: Desde: _____ Hasta: _____

Latitud: 29.6 mi Longitud: 89°P Elevación: 850 ft

Temperatura: 89°P

Ubicación 18° 11.168'
W 066' 18.379'

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

Área sembrada: 1 cuerda aproximadamente

Origen de la semilla: ☐ Comprada ☒ Local

Preparación del predio: Al contorno en cerones y con buen drenaje

☒ Estacado ☐ No Estacado

Fecha de siembra: febrero Fecha de cosecha: Noviembre

Riego: Natural

Fertilización: 15-5-10 y 8-8-2

Nematicida: N/A

Comentarios del Agricultor: Antes sembraba más área la que se ha reducido por plagas.

* No existe un control en Almacénaje
* Semilla del cepo debajo de un árbol

* Predio de 20 años sin utilizarse

Figura B-3 Agricultor de ñame entrevistado en el municipio de San Lorenzo #1.

Tabla B-3 Número de nematodos en San Lorenzo #1 en el tubérculo y en suelo.

# MUESTRAS	ESCALA DE SEVERIDAD 1 AL 5	PRATY.	SCUTELLO.	HELICO.	MELOIDO.	ROTYLEN.	VIDA LIBRE	OTROS	Total
S ₁		10	0	16	0	12	36 ^{28/12}	2 Tylenchus	76
S ₂		8	0	20	0	26	8	80 deprecados	142
S ₃		4	0	12	0	18	10	10 deprecados	54
S ₄		180	0	200	0	220	40	60	700
S ₅		30	0	50	0	60	40	108 deprecados	288
T ₁ Colombiano	4	626	0	0	0	6	240	0	872
T ₂ Colombiano	4	200	0	0	0	0	90	0	280
T ₃ Colombiano	4	50	0	0	0	0	20	0	70
T ₄ Colombiano	5	10	0	0	0	0	0	0	10
T ₅ Colombiano	5	20	0	0	0	0	10	0	30
T ₆ Guinea Negro	5	100	0	0	0	0	0	0	100
T ₇ G. Negro	1	10	0	0	0	0	0	0	10
T ₈ G. Negro	3	72	0	0	0	0	34	0	106
T ₉ G. Negro	4	110	0	0	0	0	6	0	116
T ₁₀ G. Negro	5	122	0	0	0	0	2	0	124

* Se uso la data de Guinea Negro

* Usar Colombiano fue para observar la incidencia de P. effusa

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE
MAYAGUEZ
65 P.O. BOX 9000
Mayaguez, PR 00681-9000
Colegio de Ciencias Agrícolas
Departamento de Cultivos y Ciencias
Agroambientales

Fecha: _____
ID Proyecto: Z-FIDA 22
Investigador: Agro. Yaniel Román
Localización: San Lorenzo
Agricultor: Gi / Grillo Boquedra
24/oct/2013

INFORMACION DE LA ESPECIE

Nombre común:

Nombre científico: D. rotundata (Pinac)

DATOS DE LOCALIZACION

Fotos: Desde: _____ Hasta: _____

Latitud: ^{Distancia} 29.6 mi Elevación: 850 ft

Temperatura: 89°F

Ubicación: #2
N 15° 11.168"
W 066° 14.379"

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

Área sembrada: no mayor a 4 cuerdas

Origen de la semilla: ☐ Comprada ☒ Local

Preparación del predio: Utiliza punta de bueyes y todo estirado lo incorporas en la siembra
☒ Estacado ☐ No Estacado al igual que las malezas cortadas como si se usara.

Fecha de siembra: febrero Fecha de cosecha: Noviembre

Riego: Natural

Fertilización: N/A

Nematicida: Utiliza una lata de salchicha King de Udate por planta (No recomendado según la etiqueta de Udate)

Comentarios del Agricultor: Rota las siembras, Capa

- No existe un manejo postcosecha de la semilla
- Se observa daño por Roedores en el material de propagación
- Semilla de baja calidad

Figura B-4 Agricultor de ñame entrevistado en el municipio de San Lorenzo #2.

[illegible]

RECINTO UNIVERSITARIO DE
MAYAGUEZ
65 P.O. BOX 9000
Mayaguez, PR 00681-9000
Colegio de Ciencias Agrícolas
Departamento de Cultivos y Ciencias
Agroambientales

Fecha 6/Nov/2013

ID Proyecto: Z-FIDA 22
Investigador: Agro, Yaniel Román
Localización: EEA Isabel
Agricultor:

INFORMACION DE LA ESPECIE

Nombre común:

Nombre científico: *D. rotundata*

DATOS DE LOCALIZACION

Fotos: Desde: 1093 Hasta: 1099

Latitud: Longitud: Elevación:

Temperatura:

N 18° 11.168

W 066° 18.379

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

Área sembrada: Menos de 1/2 cuerda

Origen de la semilla: ☐ Comprada ☒ Local

Preparación del predio: Arleas en banco

☒ Estacado ☐ No Estacado

Fecha de siembra: febrero Fecha de cosecha: Noviembre

Riego: Bateo y Natural

Fertilización: 15-5-10

Nematicida: Foliar según la etiqueta

Comentarios del Agricultor: Existe mucha pudrición del tubérculo

Figura B-5 Entrevista del especialista de ñame en la EEA de Isabela.

Tabla B-5 Número de nematodos en ñame de la EEA de Isabela en el tubérculo y en suelo.

# MUESTRAS	ESCALA DE SEVERIDAD 1 AL 5	PRATY.	SCUTELLO.	HELICO.	MELOIDO.	ROTYLEN.	VIDA LIBRE	OTROS	Total
T ₁	5	5370					546	5	6,000
T ₂	4	440					174	5	614
T ₃	4	672					40	5	716
T ₄	5	7,200					680	5	7,880
T ₅	5	1920					320	5	2,240
S ₁		135		4		16	46	5	206
S ₂		144		2		8	62	5	216
S ₃		242		0		144	24	5	410
S ₄		62		12		40	24	5	144
S ₅		20		20		94	14	5	158

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE
MAYAGUEZ
65 P.O. BOX 9000
Mayaguez, PR 00681-9000
Colegio de Ciencias Agrícolas
Departamento de Cultivos y Ciencias
Agroambientales

Fecha: 7/Nov/2013
ID Proyecto: Z-FIDA 22
Investigador: Agro. Yaniel Román
Localización: Utúado
Agricultor: Hernán Jesús
7/Nov/2013

INFORMACION DE LA ESPECIE

Nombre común: habanero

Nombre científico: D. rotundata

DATOS DE LOCALIZACION

Fotos: Desde: 1086 Hasta: _____

Latitud: Longitud: .6 mi Elevación: 1649 ft

Temperatura: 87.0 F

Ubicación
N 14° 16.142
W 066° 45.482

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

Área sembrada: 3,500 cerroses

Origen de la semilla: ☐ Comprada ☒ Local de él mismo

Preparación del predio: 3,500 cerroses 2 x 4 pies entre plantas

☒ Estacado ☐ No Estacado

Fecha de siembra: Creo Fecha de cosecha: Empieza en Agosto y Sep-

Riego: Natural

Fertilización: 10-5-20 de plátano

Nematicida: No trata la semilla

Comentarios del Agricultor: No le gusta 45-12 como fertilizante

Figura B-6 Agricultor de ñame entrevistado en el municipio de Utuado #1

Tabla B-6 Número de nematodos en Utuado #1 en el tubérculo y en suelo.

# MUESTRAS	ESCALA DE SEVERIDAD 1 AL 5	PRATY.	SCUTELLO.	HELICO.	MELOIDO.	ROTYLEN.	VIDA LIBRE	OTROS	Total
T ₁ 2	2	18	0	0	0	0			18
T ₂ 1	2	10	0	0	0	0	18		1
T ₃ 2	2	170	0	0	0	0	96		266
T ₄ 2	2	32	0	2	0	0	58		42
T ₅ 2	2	38	0	0	0	0	2		12
S ₁		2	0	2	0	410	22		436
S ₂		26	0	4	0	706	18		754
S ₃		4	0	2	0	270	14	x	290
S ₄		32	0	16	0	110	76	0	238
S ₅		24	0	6	0	208	64	0	302

Utuado
#1

RECINTO UNIVERSITARIO DE
MAYAGUEZ
65 P.O. BOX 9000
Mayaguez, PR 00681-9000
Colegio de Ciencias Agrícolas
Departamento de Cultivos y Ciencias
Agroambientales

7 Nov 2013

ID Proyecto: Z-FIDA 22
Investigador: Agro. Yaniel Román
Localización: Utado
Agricultor: Mariano Afanador

INFORMACION DE LA ESPECIE

Nombre común:

Nombre científico: *D. rotundata*

DATOS DE LOCALIZACION

Fotos: Desde: 1091 Hasta: 1092

Latitud: 18° 04' N Longitud: 87° 04' W Elevación: 1821 ft

Ubicación N 15° 16.259"
W 066° 44.908"

Temperatura: 87 °F

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

Área sembrada: 100 Cerrones

Origen de la semilla: ☐ Comprada ☒ Local El mismo

Preparación del predio: Cerrones, 3 pies y dos o 3 semillas por hoyo

☒ Estacado ☐ No Estacado

Fecha de siembra: Febrero Fecha de cosecha: Agosto (cpe)

Riego: Natural

Fertilización: 20-5-10 EM

Nematicida: Vydate

Comentarios del Agricultor: utiliza un químico verde según el
para matar los gusanos (nematodos)

* Desconoce que es la nematología

Figura B-7 Agricultor de ñame entrevistado en el municipio de Utado #2

Tabla B-7 Número de nematodos en Utuado #2 en el tubérculo y en suelo.

# MUESTRAS	ESCALA DE SEVERIDAD 1 AL 5	PRATY.	SCUTELLO.	HELICO.	MELOIDO.	ROTYLEN.	VIDA LIBRE	OTROS	Total
1T	3	148				8	12		160
2T	2	100					8		108
3T	2	36					10		46
4T	1	2					8		10
5T	2	52					20		72
1S		42		2		46	24		114
2S		92		16		760	42		910
3S		76		18		680	38		812
4S		100		20		700	40		860
5S		20		0		166	10		196

Apéndice. C

Análisis Estadísticos en el suelo y la corteza de ñame de las diferentes localidades

Tabla C-1 Análisis estadísticos en la prueba de LSD, en la severidad de la corteza de ñame en las localidades.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Severidad	35	0.61	0.52	53.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11677.67	6	1946.28	7.26	0.0001
Localidades	11677.67	6	1946.28	7.26	0.0001
Error	7510.80	28	268.24		
Total	19188.47	34			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=21.21828

Error: 268.2429 gl: 28

Localidades	Medias	n	E.E.	
Utuado1	17.80	5	7.32	A
Utuado2	18.00	5	7.32	A
San Lorenzo2	18.00	5	7.32	A
San Sebastián	25.50	5	7.32	A
Aguada	28.00	5	7.32	A
San Lorenzo1	35.50	5	7.32	A
Isabela	73.00	5	7.32	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla C-2 Análisis estadísticos en la prueba de LSD, en las poblaciones de *P. coffeae* en la corteza de ñame en las localidades.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pratylenchus sp.	35	0.51	0.41	205.85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38820596.40	6	6470099.40	4.93	0.0015
Localidades	38820596.40	6	6470099.40	4.93	0.0015
Error	36755760.00	28	1312705.71		
Total	75576356.40	34			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1484.32790

Error: 1312705.7143 gl: 28

Localidades	Medias	n	E.E.	
San Lorenzo2	53.20	5	512.39	A
Utuado1	53.40	5	512.39	A
Utuado2	67.60	5	512.39	A
San Lorenzo1	82.80	5	512.39	A
Aguada	110.80	5	512.39	A
San Sebastián	408.00	5	512.39	A
Isabela	3120.40	5	512.39	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla C-3 Análisis estadísticos en la prueba de LSD, en las poblaciones de nematodos no fitoparásitos en la corteza de ñame en las localidades.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No fitoparásitos	35	0.57	0.48	136.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	491868.74	6	81978.12	6.29	0.0003
Localidades	491868.74	6	81978.12	6.29	0.0003
Error	364796.00	28	13028.43		
Total	856664.74	34			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=147.87412

Error: 13028.4286 gl: 28

Localidades	Medias	n	E.E.	
San Lorenzo1	8.40	5	51.05	A
Utua2	11.60	5	51.05	A
San Lorenzo2	16.80	5	51.05	A
Utua1	22.80	5	51.05	A
Aguada	26.00	5	51.05	A
San Sebastián	147.00	5	51.05	A
Isabela	352.00	5	51.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla C-4 Análisis estadísticos en la prueba de LSD, en las poblaciones de *P. coffeae* en el suelo en las localidades.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pratylenchus sp.	35	0.31	0.16	109.19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38000.74	6	6333.46	2.05	0.0921
Localidades	38000.74	6	6333.46	2.05	0.0921
Error	86544.00	28	3090.86		
Total	124544.74	34			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=72.02539

Error: 3090.8571 gl: 28

Localidades	Medias	n	E.E.	
Utua1	17.60	5	24.86	A
San Lorenzo2	19.20	5	24.86	A
Aguada	31.80	5	24.86	A
San Lorenzo1	46.40	5	24.86	A
San Sebastián	54.80	5	24.86	A
Utua2	66.00	5	24.86	A
Isabela	120.60	5	24.86	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla C-5 Análisis estadísticos en la prueba de LSD, en las poblaciones de *Helicotylenchus* spp. en suelo en las localidades.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Helicotylenchus spp.	35	0.30	0.15	184.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11759.09	6	1959.85	2.03	0.0946
Localidades	11759.09	6	1959.85	2.03	0.0946
Error	27011.20	28	964.69		
Total	38770.29	34			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=40.23825

Error: 964.6857 gl: 28

Localidades	Medias	n	E.E.	
San Sebastián	0.00	5	13.89	A
Utuaod1	6.00	5	13.89	A
Isabela	7.60	5	13.89	A
Utuaodo2	11.20	5	13.89	A
Aguada	15.20	5	13.89	A
San Lorenzo2	18.40	5	13.89	A
San Lorenzo1	59.60	5	13.89	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla C-6 Análisis estadísticos en la prueba de LSD, en las poblaciones de *Rotylenchulus* reniformis en el suelo en las localidades.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rotylenchulus sp.	35	0.59	0.50	111.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1017906.97	6	169651.16	6.62	0.0002
Localidades	1017906.97	6	169651.16	6.62	0.0002
Error	718027.20	28	25643.83		
Total	1735934.17	34			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=207.46154

Error: 25643.8286 gl: 28

Localidades	Medias	n	E.E.	
San Sebastián	0.00	5	71.62	A
Aguada	19.60	5	71.62	A
San Lorenzo2	48.00	5	71.62	A
Isabela	60.40	5	71.62	A
San Lorenzo1	67.20	5	71.62	A
Utuaod1	340.80	5	71.62	B
Utuaodo2	470.40	5	71.62	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla C-7 Análisis estadísticos en la prueba de LSD, en las poblaciones de no fitoparásitos en el suelo en las localidades.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No fitoparásito	35	0.04	0.00	67.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	521.77	6	86.96	0.19	0.9780
Localidades	521.77	6	86.96	0.19	0.9780
Error	13015.20	28	464.83		
Total	13536.97	34			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=27.93139

Error: 464.8286 gl: 28

Localidades	Medias	n	E.E.	
San Lorenzo1	27.20	5	9.64	A
San Lorenzo2	28.80	5	9.64	A
Aguada	29.20	5	9.64	A
Utua2	30.80	5	9.64	A
Isabela	34.00	5	9.64	A
San Sebastián	35.40	5	9.64	A
Utua1	38.80	5	9.64	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Apéndice. D

Análisis estadísticos en los experimentos de Campo en Corozal

Tabla D-1 Análisis de la varianza en la prueba de LSD, en brotación a los 30 días en Corozal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30 días	28	0.39	0.22	121.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	333.93	6	55.65	2.25	0.0779
Tratamientos	333.93	6	55.65	2.25	0.0779
Error	518.75	21	24.70		
Total	852.68	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=7.30865

Error: 24.7024 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Sesamin EC®	0.62	4	2.49	A
Oxamil	0.63	4	2.49	A
S + O	1.25	4	2.49	A
Testigo	3.75	4	2.49	A B
NemaKill™	5.00	4	2.49	A B
S + N	6.88	4	2.49	A B
N + O	10.63	4	2.49	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla D-2 Análisis de la varianza en la prueba de LSD, en brotación a los 60 días en Corozal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
60 días	28	0.19	0.00	52.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	763.84	6	127.31	0.81	0.5724
Tratamientos	763.84	6	127.31	0.81	0.5724
Error	3292.19	21	156.77		
Total	4056.03	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=18.41197

Error: 156.7708 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
S + O	18.13	4	6.26	A
Sesamin EC®	19.38	4	6.26	A
Testigo	19.38	4	6.26	A
NemaKill™	22.50	4	6.26	A
Oxamil	23.75	4	6.26	A
S + N	29.38	4	6.26	A
N + O	33.13	4	6.26	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla D-3 Análisis de la varianza en la prueba de LSD, en brotación a los 90 días en Corozal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
90 días	28	0.25	0.04	30.51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1652.68	6	275.45	1.17	0.3606
Tratamientos	1652.68	6	275.45	1.17	0.3606
Error	4956.25	21	236.01		
Total	6608.93	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=22.59096

Error: 236.0119 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
Testigo	36.88	4	7.68	A	
Sesamin EC®	45.63	4	7.68	A	B
S + O	46.25	4	7.68	A	B
S + N	51.25	4	7.68	A	B
NemaKill™	52.50	4	7.68	A	B
N + O	59.38	4	7.68	A	B
Oxamil	60.63	4	7.68		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla D-4 Análisis de la varianza en la prueba de LSD, en las poblaciones en suelo de *Rotylenchulus reniformis* durante la presiembra Corozal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rotylenchulus spp.	28	0.00	0.00	144.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.00	0	0.00	0.00	>0.9999
Presiembra	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	994.71	27	36.84		
Total	994.71	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.32847

Error: 36.8413 gl: 27

Presiembra	Medias	n	E.E.	
1	4.21	28	1.15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla D-5 Análisis de la varianza en la prueba de LSD, en las poblaciones en suelo de No fitoparásito durante la presiembra Corozal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No fitoparásito	28	0.00	0.00	240.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.00	0	0.00	0.00	>0.9999
Presiembra	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	3736.68	27	138.40		
Total	3736.68	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=6.45117

Error: 138.3955 gl: 27

Presiembra	Medias	n	E.E.
1	4.89	28	2.22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla D-6 Análisis de la varianza en las poblaciones de *Rotylenchulus reniformis* a los tres meses en suelo en Corozal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rotylenchulus spp.	28	0.11	0.00	111.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11.93	6	1.99	0.45	0.8367
Tratamientos	11.93	6	1.99	0.45	0.8367
Error	92.75	21	4.42		
Total	104.68	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.09040

Error: 4.4167 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Oxamil	1.00	4	1.05 A
Sesamin EC®	1.25	4	1.05 A
S + O	1.50	4	1.05 A
S + N	2.00	4	1.05 A
NemaKill™	2.00	4	1.05 A
Testigo	2.50	4	1.05 A
N + O	3.00	4	1.05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla D-7 Análisis de la varianza en las poblaciones de No fitoparásito a los tres meses en suelo en Corozal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No fitoparásito	28	0.15	0.00	70.05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	479.36	6	79.89	0.64	0.6960
Tratamientos	479.36	6	79.89	0.64	0.6960
Error	2614.50	21	124.50		
Total	3093.86	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=16.40788

Error: 124.5000 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Sesamin EC®	8.50	4	5.58	A
S + N	14.25	4	5.58	A
NemaKill™	14.50	4	5.58	A
S + O	15.75	4	5.58	A
N + O	16.00	4	5.58	A
Testigo	20.00	4	5.58	A
Oxamil	22.50	4	5.58	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Apéndice E
Análisis estadísticos de los experimentos de campo en Isabela

Tabla E-1 Análisis de la varianza en las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* en la corteza de la semilla durante la presiembra para Corozal e Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pratylenchus sp.	28	0.00	0.00	138.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.00	0	0.00	0.00	>0.9999
Presiembra	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	1484808.43	27	54992.90		
Total	1484808.43	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=128.59697

Error: 54992.9048 gl: 27

Presiembra	Medias	n	E.E.
1	169.36	28	44.32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-2 Análisis de la varianza en las poblaciones de No fitopárasito en la corteza de la semilla durante la presiembra para Corozal e Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vida Libre	28	0.00	0.00	135.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.00	0	0.00	0.00	>0.9999
Presiembra	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	186679.71	27	6914.06		
Total	186679.71	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=45.59782

Error: 6914.0635 gl: 27

Presiembra	Medias	n	E.E.
1	61.29	28	15.71 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-3 Análisis de la varianza en la severidad de la semilla durante la presiembra para Corozal e Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Severidad InicialT	28	0.00	0.00	70.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.00	0	0.00	0.00	>0.9999
Presiembra	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	4760.46	27	176.31		
Total	4760.46	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=7.28149

Error: 176.3135 gl: 27

Presiembra	Medias	n	E.E.
1	18.96	28	2.51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-4 Análisis de la varianza en las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* durante la presiembra en el suelo Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pratylenchus sp.	28	0.00	0.00	165.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.00	0	0.00	0.00	>0.9999
presiembra	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	58.68	27	2.17		
Total	58.68	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.80842

Error: 2.1733 gl: 27

presiembra	Medias	n	E.E.
1	0.89	28	0.28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-5 Análisis de la varianza en las poblaciones de *Rotylenchulus reniformis* durante la presiembra en el suelo Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rotylenchulus spp.	28	0.00	0.00	150.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.00	0	0.00	0.00	>0.9999
presiembra	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	74.68	27	2.77		
Total	74.68	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.91200

Error: 2.7659 gl: 27

presiembra	Medias	n	E.E.
1	1.11	28	0.31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-6 Análisis de la varianza en las poblaciones de No fitoparásito durante la presiembra en el suelo Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vida Libre	28	0.00	0.00	196.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.00	0	0.00	0.00	>0.9999
presiembra	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	15570.71	27	576.69		
Total	15570.71	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=13.16891

Error: 576.6931 gl: 27

presiembra	Medias	n	E.E.
1	12.21	28	4.54 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-7 Análisis de varianza en las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* a los 90 días en suelo Isabela.

Pratylenchus sp.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pratylenchus sp.	28	0.16	0.00	107.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	502.86	6	83.81	0.66	0.6811
Tratamientos	502.86	6	83.81	0.66	0.6811
Error	2660.00	21	126.67		
Total	3162.86	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=16.55003

Error: 126.6667 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Testigo	4.00	4	5.63	A
Sesamin EC®	5.50	4	5.63	A
S + O	9.50	4	5.63	A
N + O	11.00	4	5.63	A
NemaKill™	11.50	4	5.63	A
S + N	15.00	4	5.63	A
Oxamil	16.50	4	5.63	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-8 Análisis de varianza en las poblaciones de *Rotylenchulus reniformis* a los 90 días en suelo Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rotylenchulus spp.	28	0.21	0.00	138.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.71	6	2.62	0.93	0.4926
Tratamientos	15.71	6	2.62	0.93	0.4926
Error	59.00	21	2.81		
Total	74.71	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.46481

Error: 2.8095 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
Sesamin EC®	0.50	4	0.84	A	
Testigo	1.00	4	0.84	A	B
S + O	1.00	4	0.84	A	B
N + O	1.00	4	0.84	A	B
NemaKill™	1.00	4	0.84	A	B
S + N	1.00	4	0.84	A	B
Oxamil	3.00	4	0.84		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-9 Análisis de varianza en las poblaciones de No fitoparásito a los 90 días en suelo Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No fitoparásito	28	0.10	0.00	55.59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	215.43	6	35.90	0.41	0.8648
Tratamientos	215.43	6	35.90	0.41	0.8648
Error	1844.00	21	87.81		
Total	2059.43	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=13.77966

Error: 87.8095 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
NemaKill™	12.50	4	4.69	A
N + O	14.00	4	4.69	A
S + N	15.50	4	4.69	A
S + O	17.50	4	4.69	A
Oxamil	18.00	4	4.69	A
Sesamin EC®	20.00	4	4.69	A
Testigo	20.50	4	4.69	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-10 Análisis de varianza en las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* en la cosecha en suelo Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pratylenchus sp.	28	0.11	0.00	121.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	184745.43	6	30790.90	0.45	0.8397
Tratamientos	184745.43	6	30790.90	0.45	0.8397
Error	1450095.00	21	69052.14		
Total	1634840.43	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=386.41704

Error: 69052.1429 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Oxamil	136.50	4	131.39	A
NemaKill™	147.00	4	131.39	A
Sesamin EC®	160.50	4	131.39	A
Testigo	171.50	4	131.39	A
S + O	217.50	4	131.39	A
S + N	329.50	4	131.39	A
N + O	347.00	4	131.39	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-11 Análisis de varianza en las poblaciones de *Rotylenchulus reniformis* en la cosecha en suelo Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rotylenchulus spp.	28	0.15	0.00	172.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11964.86	6	1994.14	0.64	0.6977
Tratamientos	11964.86	6	1994.14	0.64	0.6977
Error	65494.00	21	3118.76		
Total	77458.86	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=82.12187

Error: 3118.7619 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Oxamil	8.50	4	27.92 A
N + O	14.50	4	27.92 A
S + O	19.50	4	27.92 A
NemaKill™	22.50	4	27.92 A
S + N	37.00	4	27.92 A
Sesamin EC®	61.50	4	27.92 A
Testigo	63.50	4	27.92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-12 Análisis de varianza en las poblaciones de No fitoparásito en la cosecha en suelo Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No fitoparásito	28	0.05	0.00	76.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4869.71	6	811.62	0.18	0.9784
Tratamientos	4869.71	6	811.62	0.18	0.9784
Error	93116.00	21	4434.10		
Total	97985.71	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=97.91973

Error: 4434.0952 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Testigo	67.00	4	33.29 A
Oxamil	75.50	4	33.29 A
S + O	82.50	4	33.29 A
S + N	82.50	4	33.29 A
Sesamin EC®	98.00	4	33.29 A
N + O	99.00	4	33.29 A
NemaKill™	106.50	4	33.29 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Nueva tabla_6: 25/11/2015 - 12:26:38 p.m.

Tabla E-13 Análisis de varianza en las poblaciones de *Pratylenchus coffeae* en la corteza de ñame durante la cosecha en Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pratylenchus sp.	28	0.23	0.01	85.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1167384.00	6	194564.00	1.04	0.4261
Tratamientos	1167384.00	6	194564.00	1.04	0.4261
Error	3915912.00	21	186472.00		
Total	5083296.00	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=635.00114

Error: 186472.0000 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
Sesamin EC®	121.50	4	215.91	A	
NemaKill™	424.00	4	215.91	A	B
S + O	497.00	4	215.91	A	B
Oxamil	504.00	4	215.91	A	B
S + N	550.50	4	215.91	A	B
Testigo	578.50	4	215.91	A	B
N + O	866.50	4	215.91		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

Tabla E-14 Análisis de varianza en las poblaciones de No fitoparásito en la corteza de ñame durante la cosecha en Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No fitoparásito	28	0.35	0.17	105.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	116415.43	6	19402.57	1.89	0.1293
Tratamientos	116415.43	6	19402.57	1.89	0.1293
Error	215139.25	21	10244.73		
Total	331554.68	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=148.83939

Error: 10244.7262 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
S + O	18.25	4	50.61	A	
S + N	31.75	4	50.61	A	
Oxamil	62.50	4	50.61	A	
Sesamin EC®	79.50	4	50.61	A	B
Testigo	122.50	4	50.61	A	B
NemaKill™	135.00	4	50.61	A	B
N + O	219.75	4	50.61		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

Tabla E-15 Análisis de varianza en la severidad de la corteza de ñame durante la cosecha en Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Severidad	28	0.81	0.75	34.90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11764.76	6	1960.79	14.70	<0.0001
Tratamientos	11764.76	6	1960.79	14.70	<0.0001
Error	2800.96	21	133.38		
Total	14565.72	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=16.98290

Error: 133.3793 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
Sesamin EC®	9.76	4	5.77	A	
NemaKill™	13.00	4	5.77	A	
S + N	25.50	4	5.77	A	B
Oxamil	25.50	4	5.77	A	B
S + O	31.75	4	5.77		B
Testigo	56.75	4	5.77		C
N + O	69.38	4	5.77		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-16 Análisis de varianza en la brotación durante los 30 días en Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30 días	28	0.97	0.96	12.75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38866.96	6	6477.83	117.65	<0.0001
Tratamientos	38866.96	6	6477.83	117.65	<0.0001
Error	1156.25	21	55.06		
Total	40023.21	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=10.91149

Error: 55.0595 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
NemaKill™	15.00	4	3.71	A	
S + O	15.63	4	3.71	A	
S + N	15.63	4	3.71	A	
Testigo	85.00	4	3.71		B
Oxamil	85.63	4	3.71		B
Sesamin EC®	95.00	4	3.71		B
N + O	95.63	4	3.71		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-17 Análisis de varianza en la brotación durante los 60 días en Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
60 días	28	0.49	0.35	7.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	895.98	6	149.33	3.37	0.0173
Tratamientos	895.98	6	149.33	3.37	0.0173
Error	929.69	21	44.27		
Total	1825.67	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=9.78423

Error: 44.2708 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
S + O	78.13	4	3.33	A		
Oxamil	82.50	4	3.33	A	B	
S + N	86.25	4	3.33	A	B	C
Testigo	89.38	4	3.33		B	C
N + O	90.63	4	3.33		B	C
NemaKill™	93.13	4	3.33			C
Sesamin EC®	95.63	4	3.33			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-17 Análisis de varianza en la brotación durante los 90 días en Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
90 días	28	0.52	0.38	6.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	724.11	6	120.68	3.75	0.0107
Tratamientos	724.11	6	120.68	3.75	0.0107
Error	675.00	21	32.14		
Total	1399.11	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=8.33700

Error: 32.1429 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
S + O	79.38	4	2.83	A		
S + N	88.13	4	2.83		B	
Oxamil	88.75	4	2.83		B	C
Testigo	90.63	4	2.83		B	C
N + O	91.25	4	2.83		B	C
NemaKill™	93.75	4	2.83		B	C
Sesamin EC®	96.88	4	2.83			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-18 Análisis de varianza en el rendimiento entre los tratamientos en Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento en Kg / ha	28	0.61	0.50	11.23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	644384684.37	6	107397447.39	5.46	0.0015
Tratamientos	644384684.37	6	107397447.39	5.46	0.0015
Error	413121194.10	21	19672437.81		
Total	1057505878.47	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=6522.24013

Error: 19672437.8141 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.				
S + N	31654.29	4	2217.68	A			
S + O	35152.92	4	2217.68	A	B		
NemaKill™	36152.53	4	2217.68	A	B	C	
Oxamil	41650.38	4	2217.68		B	C	D
Testigo	41983.58	4	2217.68			C	D
N + O	44482.60	4	2217.68				D
Sesamin EC®	45315.61	4	2217.68				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-19 Análisis de varianza en la severidad del tubérculo durante el rendimiento entre los tratamientos en Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Severidad Final Rendimient..	28	0.65	0.55	41.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6597.50	6	1099.58	6.49	0.0005
Tratamientos	6597.50	6	1099.58	6.49	0.0005
Error	3556.25	21	169.35		
Total	10153.75	27			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=19.13614

Error: 169.3453 gl: 21

Tratamientos	Medias	n	E.E.				
Sesamin EC®	13.00	4	6.51	A			
NemaKill™	16.11	4	6.51	A			
Oxamil	25.50	4	6.51	A			
S + O	25.50	4	6.51	A			
S + N	31.75	4	6.51	A	B		
Testigo	50.50	4	6.51		B	C	
N + O	56.75	4	6.51			C	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-20 Análisis de la varianza en severidad de los tubérculos en postcosecha en el efecto residual de los tratamientos

Severidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Severidad	42	0.62	0.55	37.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12760.42	6	2126.74	9.50	<0.0001
Tratamientos	12760.42	6	2126.74	9.50	<0.0001
Error	7838.54	35	223.96		
Total	20598.96	41			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=17.54050

Error: 223.9583 gl: 35

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
Sesamin Ec®	19.25	6	6.11	A	
NemaKill™	21.33	6	6.11	A	
Oxamil	33.83	6	6.11	A	B
S + O	33.83	6	6.11	A	B
S + N	42.17	6	6.11		B
N + O	63.00	6	6.11		C
Testigo	67.17	6	6.11		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-21 Análisis de varianza en brotación en el efecto residual en postcosecha entre los tratamientos en Isabela.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Brotación	42	0.30	0.18	104.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4772.62	6	795.44	2.53	0.0389
Tratamientos	4772.62	6	795.44	2.53	0.0389
Error	11025.00	35	315.00		
Total	15797.62	41			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=20.80241

Error: 315.0000 gl: 35

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
N + O	5.00	6	7.25	A	
Testigo	5.00	6	7.25	A	
S + O	13.33	6	7.25	A	
S + N	15.00	6	7.25	A	
Oxamil	19.17	6	7.25	A	B
NemaKill™	22.50	6	7.25	A	B
Sesamin Ec®	38.33	6	7.25		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-22 Análisis de la varianza en la severidad en postcosecha en la aplicación de producto.

Severidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Severidad	24	0.48	0.41	32.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3619.79	3	1206.60	6.26	0.0036
Tratamientos	3619.79	3	1206.60	6.26	0.0036
Error	3854.17	20	192.71		
Total	7473.96	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=16.71846

Error: 192.7083 gl: 20

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Oxamil	29.67	6	5.67	A
Sesamin EC®	38.00	6	5.67	A
NemaKill™	42.17	6	5.67	A
Testigo	63.00	6	5.67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla E-22 Análisis de la varianza en brotación en postcosecha en la aplicación de producto.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Brotación	24	0.01	0.00	94.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	36.46	3	12.15	0.07	0.9757
Tratamientos	36.46	3	12.15	0.07	0.9757
Error	3512.50	20	175.63		
Total	3548.96	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=15.96023

Error: 175.6250 gl: 20

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
NemaKill™	12.50	6	5.41	A
Testigo	13.33	6	5.41	A
Oxamil	14.17	6	5.41	A
Sesamin EC®	15.83	6	5.41	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Apéndice. F
Fotos de la Investigación



Figura F-1 Efecto del tratamiento NemaKill™ en la parte próxima del tubérculo.



Figura F-2 Incidencia de hongos causados por hongos fitopatógenos posterior de los tres meses de siembra en Corozal



Figura F-3 Incidencia de larva de *Diaprepes abbreviatus* en las parcelas tratadas con la combinación de NemaKill™ y Oxamil en *Dioscorea rotundata*.