

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA –USAC–
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE –CUNORI–
AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE NUEVE TRATAMIENTOS
PARA EL CONTROL DE NEMATODOS, UTILIZANDO DOS
PRODUCTOS NEMATICIDAS, EN PLANTACIONES DE
**TABACO (*Nicotiana tabacum L.*), CULTIVADA EN DOS
LOCALIDADES DE ZACAPA.**

TESIS
PRESENTADA AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO

POR

SERGIO RICARDO COMPÁ ORELLANA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CHIQUIMULA, GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2004

ÍNDICE GENERAL

<i>Contenido</i>	<i>Página</i>
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE GRÁFICAS	vi
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. OBJETIVOS	3
3.1 General	3
3.2 Específicos	3
4. HIPÓTESIS	4
5. MARCO TEÓRICO	5
5.1 Marco Conceptual	5
5.1.1 Origen del tabaco	5
5.1.2 Clasificación taxonómica	5
5.1.3 Morfología	6
5.1.4 Requerimientos edafoclimáticos	7
5.1.5 Enfermedades	9
5.1.6 Plagas	10
5.1.7 Nemátodos	11
5.2 Marco Referencial	15
5.2.1 Localización del área de estudio	15
5.2.2 Condiciones climáticas y zona de vida	15
5.2.3 Suelo	16
5.2.4 Flora y Fauna	16
5.2.5 Características de los productos utilizados	16
5.2.5.1 Nemix 3	16
5.2.5.2 Vydate 24 SL	18
5.2.6 Antecedentes	19

6.	METODOLOGÍA	22
6.1	Determinación del área de estudio	22
6.2	Tratamientos evaluados	22
6.3	Tamaño de la parcela	22
6.4	Diseño Experimental	23
6.5	Variables a evaluadas	24
6.6	Manejo del experimento	25
6.6.1	Preparación del terreno	25
6.6.2	Muestreo del suelo	25
6.6.3	Transplante	25
6.6.4	Resiembra	26
6.6.5	Riego	26
6.6.6	Control de malezas	26
6.6.7	Aporque	27
6.6.8	Capado	27
6.6.9	Deshije	27
6.6.10	Control fitosanitario	27
6.6.11	Fertilización	28
6.6.12	Muestreo de nemátodos	28
6.6.13	Cosecha	29
6.6.14	Cálculo de resultados	29
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
7.1	Efectividad de los tratamientos de los tratamientos en el control de nemátodos	31
7.1.1.	Análisis de varianza	31
7.1.2.	Prueba de Medias	33
7.2	Determinación y evaluación del rendimiento obtenido con cada uno de los tratamientos	37
7.2.1.	Cálculo del rendimiento en quintales por manzana	37
7.2.2.	Análisis de varianza	38

7.2.3	Prueba de Medias	39
7.3	Análisis Financiero	42
8.	CONCLUSIONES	44
9.	RECOMENDACIONES	45
10.	BIBLIOGRAFÍA	46
11.	ANEXOS	48

ÍNDICE DE CUADROS

<i>No.</i>	<i>Título</i>	<i>Página</i>
1	Tratamientos evaluados en la primera localidad, Aldea “El Remolino”, Teculután, Zacapa	21
2	Tratamientos evaluados en la segunda localidad, Aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa	22
3	Resumen Análisis de Varianza para el conteo de nemátodos en la primera localidad, aldea “El Remolino”, Teculután, Zacapa, a los 33 días después del trasplante.	31
4	Resumen Análisis de Varianza para el conteo de nemátodos en la segunda localidad, aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa, a los 43 días después del trasplante.	31
5	Resultado de la prueba de medias para el control de nemátodos de los tratamientos evaluados, primera localidad, Aldea “El Remolino”, Teculután, Zacapa.	32
6	Resultado de la prueba de medias para el control de nemátodos de los tratamientos evaluados, segunda localidad, Aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa.	32

7	Resumen Análisis de Varianza para rendimiento en la primera localidad, Aldea “El Remolino”, Teculután, Zacapa.	38
8	Resumen Análisis de Varianza para rendimiento en la segunda localidad, Aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa.	38
9	Resultado de la prueba de medias para rendimiento, de los tratamientos evaluados, primera localidad, Aldea “El Remolino”, Teculután, Zacapa.	39
10	Resultado de la prueba de medias para rendimiento, de los tratamientos evaluados, segunda localidad, Aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa	39
11	Determinación de calidad de las hojas de tabaco en cada uno de los tratamientos evaluados en las dos localidades.	39
12	Rentabilidad de los tratamientos evaluados, primera localidad, Aldea “El Remolino”, Teculután, Zacapa.	38
13	Rentabilidad de los tratamientos evaluados, segunda localidad, Aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa.	39

ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>No.</i>	<i>Título</i>	<i>Página</i>
1	Conteo de nemátodos tres días después de cada aplicación del producto (a los 18 y 33 DDT), con cada uno de los tratamientos evaluados en la primera localidad, Aldea “ El Remolino ”, Teculután, Zacapa	34
2	Conteo de nemátodos tres días después de cada aplicación del producto (a los 18, 33 y 43 DDT), con cada uno de los tratamientos evaluados en la segunda localidad, Aldea “ La Reforma ”, Huité, Zacapa.	35

RESUMEN

En la región de Zacapa, principalmente en los municipios de Teculután y Huité, las plantaciones de tabaco son afectadas por la incidencia de nemátodos, principalmente los géneros *Pratylenchus* y *Meloidogyne*.

La empresa tabacalera DIMON Guatemala S. A., y agricultores socios a la misma, constantemente buscan alternativas para el control de nemátodos, ya que altas poblaciones de éstos afectan el desarrollo fisiológico de la planta afectando y reduciendo el peso de las hojas de tabaco y disminuyendo la calidad de las mismas.

Tomando en cuenta esta situación, la empresa deseaba evaluar dos productos nematicidas, Vydate 24 SL (Insecticida Nematicida: Oxamil) y Nemix 3 (Producto orgánico: Extractos vegetales, Fósforo ético, ajo centrifugado y fitohormonas), aplicados al suelo en una y dos fechas de aplicación (a los 15 y 30 días después del transplante), solos y en forma combinada.

Estos tratamientos se evaluaron en una localidad y, por recomendaciones dadas a la investigación; se utilizó una segunda localidad ampliando el rango de control, efectuando una tercera aplicación (a los 40 días después del transplante).

La fase de campo de la investigación inició el 21 de octubre de 2003, finalizando el 26 de febrero del año en curso, utilizando el diseño Cuadrado Latino para evaluar la eficacia de los tratamientos y el rendimiento en peso obtenido en cada uno de los nueve tratamientos evaluados.

Para la toma de datos, se hizo un muestreo al suelo en cada localidad. Posteriormente se hicieron muestreos a nivel de raíces, tres días después de la aplicación del nematicida, éstos indicaron diferentes niveles de población en cada uno de los tratamientos. También se determinó el rendimiento en peso de hojas de tabaco obtenido en cada tratamiento, establecido en quintales por manzana (qq/Mz).

Para establecer la rentabilidad de los tratamientos, se hizo una relación COSTO-BENEFICIO, tomando en cuenta el costo en cultivar una manzana de terreno y los ingresos obtenidos en dicha área (para esto último se tomó en cuenta la calidad de hojas obtenida, ya que de esto depende el precio, en el mercado, del quintal de hojas de tabaco).

Al finalizar la investigación y calcular los datos obtenidos, se determinó que el tratamiento que consistió en la aplicación de Vydate 24 SL a los 15 días después del transplante y Nemix 3 aplicado a los 30 días después del transplante, y el tratamiento en el cual se utilizó Vydate 24 SL, Nemix 3 y Vydate 24 SL en tres fechas de aplicación (a los 15, 30 y 40 días después del transplante, respectivamente) fueron los que mejor controlaron las poblaciones de nemátodos, manteniendo poblaciones por debajo de los 1,000 nemátodos/25 gramos de raíz, esto benefició al cultivo ya que fueron los tratamientos en los que mayor rendimiento se obtuvo en peso de hojas de tabaco.

De los anteriores tratamientos, el tratamiento en el cual se obtuvo una mejor rentabilidad fue en donde se utilizó solamente dos fechas de aplicación, ya que cuando se hacen tres aplicaciones existe un incremento por el costo de producto y mano de obra utilizado. Los tratamientos que tuvieron menos eficacia en el control de nemátodos, manteniendo poblaciones por arriba de los 1,000 nemátodos/25 gramos de raíz, fueron en los que se obtuvo un menor rendimiento en peso, y también en los que se obtuvo menor calidad de hojas.

I.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el cultivo de Tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) requiere de la utilización de la menor cantidad de productos químicos posibles, esto debido a las exigencias del mercado y las leyes de protección del medio ambiente.

Este cultivo se ve afectado, además de las condiciones edafoclimáticas en que a veces se establece el mismo, por una diversidad de plagas y enfermedades, provocando que la utilización de productos químicos sea no una opción sino una necesidad.

Uno de los organismos que causa severos daños en plantaciones tabacaleras de Zacapa lo constituyen los NEMÁTODOS, principalmente los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, que se ubican en la zona radicular y afectan el desarrollo y producción de toda la planta, reduciendo además la calidad y peso de las hojas.

Para su control es necesario la utilización de nematicidas efectivos, pero que a la vez, nos permita producir tabaco de buena calidad, con la mínima cantidad de elementos tóxicos que sean dañinos para el consumidor.

En la presente investigación se evaluaron nueve tratamientos para el control de nemátodos en Tabaco, utilizando los nematicidas Vydate 24 SL (Oxamil) y Nemix 3 (producto orgánico), en una, dos y tres fechas de aplicación, determinando a la vez el rendimiento del cultivo con estos tratamientos. Dicho estudio se realizó en dos localidades de Zacapa, iniciándose la fase de campo el 21 de octubre de 2003, finalizando (con la toma de datos en el pesado y determinación de la calidad de las hojas de tabaco) el 26 de febrero del año en curso.

El establecimiento del cultivo se hizo con el apoyo de la empresa tabacalera DIMON Guatemala S.A. y agricultores socios de la misma.

2. JUSTIFICACIÓN

Uno de los problemas fitosanitarios que mas afecta a las plantaciones de tabaco en Zacapa son los nemátodos, principalmente los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus*; los cuales al no ser controlados adecuadamente provocan daños en las raíces, causando problemas nutricionales, fisiológicos y muerte de plantas; disminuyendo el rendimiento causando graves pérdidas económicas tanto para agricultores como a empresas productoras.

Para su control, se ha hecho necesario la aplicación de productos químicos., así como también el mejorar los planes de manejo del cultivo. Anteriormente se aplicaba TEMIK (Aldicarb), efectivo y de gran aceptación por los agricultores y las empresas; sin embargo su uso fue restringido debido a dos razones:

- a) Es un producto altamente tóxico que ocasiona gran contaminación para el Medio Ambiente.
- b) Se prohibió su venta y uso por la Asociación de Protección al Medio Ambiente –EPA-.

Debido a lo anterior la empresa tabacalera DIMON Guatemala S. A., en el área de investigación, busca nuevas alternativas para sustituir la eficiencia del TEMIK, para el control de Nemátodos, y así producir hojas de tabaco de calidad, necesario para la competencia a nivel Nacional e Internacional.

Es por ello que en la presente investigación se utilizaron 2 productos nematicidas, Vydate 24 SL (Producto químico: Oxamil) y Nemix 3 (Producto orgánico: Extractos vegetales, Fósforo ético, ajo centrifugado y fitohormonas), aplicados a los 15 y 30 días después del transplante (en la primera localidad) y a los 15, 30 y 40 días después del transplante, (en la segunda localidad), evaluando el control de nemátodos, rendimiento en peso y calidad de las hojas de tabaco en cada uno de estos tratamientos.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Evaluar la efectividad de nueve tratamientos en el control de nemátodos en Tabaco (*Nicotiana tabacum L*), utilizando dos productos nematicidas, aplicados al suelo, en una, dos y tres fechas de aplicación.

3.2 ESPECÍFICOS

- a. Evaluar la efectividad de los tratamientos en el control de nemátodos en el cultivo de tabaco.
- b. Determinar y evaluar el rendimiento (en quintales por Manzana) que se obtiene en cada uno de los tratamientos.
- c. Realizar un análisis financiero de los tratamientos, para determinar la rentabilidad en base a la relación COSTO-BENEFICIO.

4. HIPÓTESIS

- No existen diferencias significativas, para controlar nemátodos, entre los tratamientos evaluados.
- No existen diferencias significativas en el rendimiento en peso y calidad de hojas de tabaco obtenidas de los tratamientos evaluados.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 MARCO CONCEPTUAL

5.1.1 ORIGEN DEL TABACO

El tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) es una planta que pertenece a la familia de las Solanáceas (Chaverri Guerrero 1995).

Este cultivo es originario de América, aunque no se conoce con precisión un lugar específico, porque no se le ha encontrado en estado silvestre. Probablemente sea originario del Sur del Continente; sin embargo, habita como hierba en la totalidad de los Trópicos (Chaverri Guerrero 1995).

5.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según investigación realizada por Franco y Franco (2002), la clasificación taxonómica del Tabaco es:

Reino:	Vegetal
Subreino:	Embryobiontha
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia	Solanaceae
Género:	Nicotiana
Especie:	tabacum

5.1.3 MORFOLOGÍA

Las principales características morfológicas de la planta son (Chaverri Guerrero 1995):

a. Raíz:

La raíz es pivotante y puede ser compacta o difusa, con una profundidad que oscila entre 40 y 60 cms. de penetración que depende de las condiciones del suelo. Si el suelo ha sido bien preparado y es de textura franca y franco-arcillosa, las raíces absorbentes se encuentran a 30 cms. de profundidad.

Las raíces del tabaco en términos generales, no son muy fuertes; son muy susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, no soportan los excesos de agua, e incluso los sistemas de riego por aspersión mal diseñados provocan el volcamiento de las plantas.

b. Tallo:

Posee un eje principal que se ramifica en la parte superior, una vez que se inicia la floración. Es herbáceo, cilíndrico y además forma tejido leñoso en la parte externa e inferior y es suave en la parte superior.

Está cubierto por una pubescencia formada de pelos y tricomas glandulares que producen un exudado aceitoso y pegajoso, al igual que el que producen las hojas.

c. Hojas:

Se encuentran adheridas al tallo, colocadas asimétricamente en forma helicoidal. Son grandes, abiertas y pueden ser de forma lanceolada u oval, con el borde liso y una nervadura central muy prominente, de un color blanquecino, que contrasta con el verde de la lámina foliar, succulenta y flexible, con gran capacidad higroscópica, lo que permite absorber o perder agua con suma facilidad.

Tienen de 50 a 60 cms. de largo y de ancho 25 a 40 cms., pero esto depende mucho de la clase y variedad, de las prácticas culturales y de las condiciones ambientales imperantes en la zona de cultivo.

La superficie foliar (de una planta) puede alcanzar fácilmente 2.5 m².

d. Flores

La flor del tabaco corresponde a una inflorescencia compuesta de una panícula que tiene varios ejes florales. Los pétalos están fundidos formando una corola.

La flor generalmente es de color rosado; también puede tener color amarillo tenue o blanco. El cáliz es tubuloso y persistente. El androceo está formado de cinco estambres libres y el gineceo de un pistilo que se prolonga en un estilo simple, alargado y con un estigma bifido.

Los estambres están insertos en la parte inferior del tubo y el estigma en el extremo superior del estilo, que es algo ensanchado.

d. Fruto

Está formado por una cápsula ovoide, de unos 3 a 6 cms. de largo con dos secciones interiores que contienen semillas en gran número. Cada panícula tiene de 100 a 400 cápsulas seminales.

5.1.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

a. Clima

Influye en la duración del ciclo vegetativo de las plantas, en la calidad del producto y en el rendimiento de la cosecha (Akehurst 1973).

Debido a que el tabaco es originario de regiones tropicales, la planta vegeta mejor y la cosecha es más temprana. Pero la principal área geográfica del cultivo se extiende desde los 45° de latitud Norte hasta los 30° de latitud Sur (Chaverri Guerrero 1995).

b. Temperatura

El periodo libre de heladas en combinación con las temperaturas medias, máximas y mínimas son los principales datos a tener en cuenta. La temperatura óptima del cultivo varía entre 18-28°C. Durante su fase de crecimiento en semillero, requieren temperaturas superiores a los 16°C, y desde el transplante hasta la recolección se precisa un periodo libre de heladas de 90-100 días (Franco y Franco 2002).

c. Humedad

El tabaco es muy sensible a la falta o exceso de humedad. Una humedad elevada en el terreno produce un desarrollo pobre y, en general, es preferible un déficit a un exceso de agua (Chaverri Guerrero 1995).

En regiones secas la planta produce hojas poco elásticas y más ricas en nicotina que en las regiones húmedas. La humedad ambiental tiene una influencia importante sobre la finura de la hoja, aunque se facilita la propagación de enfermedades criptogámicas (Chaverri Guerrero 1995).

d. Suelo:

Estudios realizados por Chaverri Guerrero (1995), indican que el tabaco prefiere las tierras francas, sueltas, profundas, que no se encharquen y que sean fértiles. El pH más apropiado es de neutro a ligeramente ácido, para los tabacos de hoja clara, y neutro o ligeramente alcalino para tabacos de tipo oscuro. Además la textura de las tierras influye sobre la calidad de la cosecha y el contenido nicotínico de las hojas.

5.1.5 ENFERMEDADES

Las principales enfermedades que pueden atacar al cultivo son las siguientes (Chaverri Guerrero 1995):

a. Mildiu o moho azul (*Peronospora tabacina*).

Se manifiesta por la presencia de manchas amarillas en el haz de las hojas que se corresponden con otras de color gris azulado en el envés, aparentando una especie de pelusa.

Se recomienda la aplicación de Metalaxil 25%, presentado como polvo mojable a una dosis de 3.5 gramos/1litro de agua.

b. Podredumbre de la raíz (*Thielavia basicola*).

Los síntomas se manifiestan con un retraso en el crecimiento de las plantas que además presentan un aspecto de envejecidas y secas, las raíces se ennegrecen y al arrancar la planta se parten. Para combatir esta enfermedad se aplica Metam sodio 50% como concentrado emulsionable o Polioxina 2%, presentado como concentrado soluble a una dosis de 2 litros/Mz.

c. Oidio (*Erysiphe cichoreacearum*).

El ataque comienza por las hojas inferiores, extendiéndose a las superiores. Los síntomas se manifiestan sobre las hojas como un polvillo que las recubre. Se combate con la aplicación de Dinocap 0.73%, presentado como polvo para espolvoreo a una dosis de 30 kg/ha.

d. VMT (Virus del Mosaico del Tabaco).

El virus del mosaico del tabaco fue el primero que se aisló para su estudio. Una vez que penetran en el interior de las células, se reproducen e invaden los cloroplastos y los tejidos parenquimáticos; provocando síntomas como deformaciones, reducción del crecimiento, decoloraciones, necrosis, etc. Si el ataque es muy severo puede llegar a producir la muerte de la planta.

5.1.6 PLAGAS

Según Chavarri Guerrero (1995) las principales plagas que atacan al cultivo de Tabaco son:

a. Gasterópodos: (babosas: *Agriolimax agrestis*, caracoles: *Helix hortensis*).

Suelen producir daños en los semilleros y en el tabaco recién trasplantado, los bordes de las hojas de las plántulas aparecen comidos y algunas mueren totalmente devoradas. Se recomienda el uso de cebos envenenados a base de Metaldehido al 5% (adicionado de colorante) a una dosis de 15-25 kg/ha, o Metaldehido 5%, presentado como cebo en gránulos a una dosis de 15-30 kg/ha.

b. Alacrán cebollero: (*Gryllotalpa gryllotalpa*).

Es un Ortóptero que provoca bastantes daños en las plantas de tabaco. Posee unas patas delanteras muy desarrolladas y adaptadas para cavar galerías en las que vive bajo tierra durante el invierno. En primavera suben a la superficie donde se alimentan de las raíces de las plantas y desarraigan gran número de ellas con las galerías que hacen bajo tierra.

Se suelen combatir a base de cebos envenenados con fosfuro de zinc o fluosilicato de bario.

c. Rosquilla o gusano gris: (*Agrotis segetum*).

El tabaco es atacado por el gusano gris en estado de larva, royendo el cuello de la planta recién trasplantada. Como medidas preventivas se recomienda dar una labor con arado de vertedera para enterrar las orugas o crisálidas invernantes. Las larvas son prácticamente cilíndricas, blandas y flexibles, salvo la cápsula cefálica o cabeza y algunas capas que están fuertemente quitinizadas. Se combate con la aplicación de Lindano 2%, presentado como gránulo a una dosis de 25-30 kg/ha o la aplicación de Etoprofos 10%, presentado como gránulo a una dosis de 60-80 kg/ha.

d. Trips: (*Thrips tabaci*).

Se trata de insectos de reducido tamaño, de cuerpo delgado con antenas cortas que viven en el envés de las hojas chupando la savia, siendo además vectores de virus. Su ataque consiste en la destrucción de las células de la epidermis, que al perder su contenido se decoloran y posteriormente adquieren una coloración blanca.

5.1.7 NEMÁTODOS

Los nemátodos son organismos del Reino Animal, generalmente microscópicos y con apariencia de pequeñas lombrices, que ya se alimentaban de raíces hace millones de años, en una relación de equilibrio (ANACAFE 1998).

Se distribuyen en el suelo muy lentamente bajo su propia capacidad. La distancia total que recorre un nemátodo probablemente no excede de un metro por estación (Agrios 1998).

El equipo agrícola, la irrigación, el agua inundada o de drenaje, las patas de los animales y las tolvaneras distribuyen a los nemátodos en áreas locales, mientras que a grandes distancias los nemátodos se distribuyen principalmente por los productos agrícolas y las plantas de los viveros (Agrios 1998).

Se alimentan chupando la savia que circula por las raíces de las plantas, presentando en éstas tuberosidades y deformaciones, dando lugar a un marchitamiento general. Como medida preventiva se recomienda en los semilleros desinfectar las camas por esterilización química o por calor. Uno de los tratamientos químicos recomendados es la aplicación de Dicloropropeno 107%, presentado como concentrado emulsionable a una dosis de 100-150 l/ha.

5.1.7.1 DAÑOS QUE OCASIONAN LOS NEMÁTODOS

Los nemátodos son habitantes naturales del suelo y existe una gran cantidad de especies que difieren mucho en cuanto al daño que provocan a los diferentes cultivos (Agrios 1998).

Las infecciones de nemátodos (Agrios 1998) se presentan después de varios ciclos de cosecha, principalmente cuando no se hace una buena rotación de cultivos o se establecen siembras perennes.

El grado de infección depende de la especie, la cantidad de individuos por unidad de suelo y la susceptibilidad del cultivo (ANACAFE 1998).

Nemátodos formadores de agallas

Este nemátodo, clasificado como ***Meloidogyne incognita***, afecta muchos cultivos; por esta razón, debe diseñarse y aplicarse un buen programa de control. El agente penetra por las raíces y se convierte en un parásito endógeno que se alimenta de las sustancias nutritivas de la planta.

La hembra, que es piriforme (forma de pera) cuando está en período de gestación, es la que forma las agallas en la raíz, debido a la hipertrofia e hiperplasia (desarrollo excesivo en el número y en el tamaño de las células), en el crecimiento celular de las raíces (Agrios 1998).

La población interna de nemátodos provoca problemas nutricionales y fisiológicos al cultivo (Agrios 1998).

Nemátodos destructores de raíces

En contraposición al género anterior, los representantes de la especie ***Pratylenchus sp.***, destruyen las raíces absorbentes y secundarias, provocando un deterioro general en la planta (Agrios 1998).

Cuando se presenta alguna de estas especies o las dos, se producen graves pérdidas en el cultivo del tabaco, pues arruinan el sistema radical. Si las poblaciones son muy altas, la cosecha disminuye considerablemente y las plantas probablemente mueren (Agrios 1998).

Síntomas externos

Cuando hay infección por nemátodos, los síntomas externos que se presentan en las plantas son similares en ambos casos.

Primero se observa una clorosis general y falta de crecimiento; adicionalmente, pueden presentarse síntomas por deficiencias minerales y marchitamiento repentino, no obstante se haya realizado una buena fertilización. En casos severos se presenta enanismo y muerte de las plantas completamente necrosadas, como si se hubiera aplicado un herbicida de contacto (Agrios 1998).

Control

Para realizar un control adecuado se recomienda la rotación de cultivos, tratamiento químico al suelo con nematicidas apropiados para el cultivo, uso de variedades o cultivares resistentes y destrucción de residuos de cosecha, principalmente de las raíces (Chaverri Guerrero 1995).

Estudios realizados recientemente recomiendan la exposición de huevos, larvas y adultos al sol y al aire, esto se logra cuando se ara el suelo tan pronto como se termine la cosecha (ANACAFE 1998).

Adicionalmente, las compañías tabacaleras y la Junta de Defensa del Tabaco, emiten las siguientes recomendaciones (Chaverri Guerrero 1995):

- ✓ Usar el equipo completo de protección y seguir las normas de seguridad.

- ✓ Aplicar el nematicida en el lomillo antes de la etapa para que quede incorporado, o bien, aplicarlo al fondo del hueco hecho con el espeque en el que se sembrará la planta, después de tapanlo para evitar el contacto directo de las raíces.

5.2 MARCO REFERENCIAL

5.2.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Primera localidad

Terreno ubicado en la Aldea “El Remolino”, del municipio de Teculután, departamento de Zacapa. Colinda al Norte con la Aldea “Los Bordos”, al Sur con el Río Motagua, al Este con la Aldea “Vega El Cobán” y al Oeste con la Aldea “La Palmilla”.

Se encuentra localizado (IGN 1992) a 200 m.s.n.m., a 14° 57'45” Latitud Norte y 89° 43'42” Longitud Oeste (Anexo 2).

Segunda localidad

Terreno ubicado en la Aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa. Colinda al Norte con el “Río Motagua”, al Sur con “Huité”, al Este con la Aldea “El Portezuelo” y al Oeste con la Aldea “Antombrán”.

Se localiza a 200 m.s.n.m (IGN 1992), siendo sus coordenadas geográficas 14° 57'30” Latitud Norte y 89° 42' 06” Longitud Oeste (Anexo 2).

5.2.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS Y ZONA DE VIDA

En ambas localidades el clima es cálido, con temperaturas promedio de 32 °C,. La humedad relativa es de 65%. Los días son claros la mayor parte del año. El promedio de precipitación de los últimos 11 años (1993 – 2003) es de 736.5 milímetros anuales¹.

La región reúne las características muy particulares de una zona de vida denominada como Monte Espinoso Subtropical Seco (Franco y Franco 2002).

¹ Carlos Mejía, Encargado de la Estación Meteorológica y Climática, Valle El Motagua, La Fragua, Zacapa.

5.2.3 SUELO

El suelo es de textura franco limoso a franco limo-arenoso, son profundos, drenados; con pendientes del 2 al 5% (Franco y Franco 2002).

5.2.4 FLORA Y FAUNA

Existe diversidad de plantas, entre ellas podemos mencionar: Coco (*Coccus nucifera*), Marañón (*Anacardiun occidentale*), Aripín (*Caesalpinia vellutina*), Cactus (*Cactus sp*), Guayacán (*Guayacum sp*), Naranja (*Citrus sp*).

Entre los animales presentes en el lugar podemos mencionar: Zorrillo (*Mephitis macroura*), Tacuacín (*Dipelphis persupialis*), Zopilote (*Caragypis stratus*), Sapo (*Bufo bufo*), Perros (*Canis sp*), Vacas (*Bos indicus*), Caballos (*Equus caballus*), Cerdos (*Sus scrofa var. doméstica*).

5.2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS UTILIZADOS

5.2.5.1 Nemix 3

Las principales características de este producto son las siguientes (Orgánica Internacional 2000):

Descripción:

Nematicida orgánico. No es un producto tóxico. Es elaborado con una infusión de plantas de Psotillo, Tabaco, Chactinas, Paraíso, Neem, con propiedades nematicidas comprobadas, adicionándole Fósforo ético, esencia de ajo centrifugado y fitohormonas (Auxinas, Citocininas y Giberelinas Naturales), que ayudan en el crecimiento de las raíces y tallos, la emisión de nuevas raíces, el desarrollo de flores y frutos, obteniéndose de éstos un mayor peso.

Es biodegradable y no daña el medio ambiente.

Acción:

Es de amplio espectro, actúa directamente contra los nemátodos por vía sistémica, eliminándolos por contacto y por ingestión, permanece en la planta protegiéndola por más tiempo que los nematicidas convencionales.

Combate exitosamente a los géneros: Radopholus, Pratylenchus, Helicotilenchus, Meloydogine, Dorylaimus, Xiphinema, Mononchus.

Se ha demostrado en laboratorio y en campo que Nemix 3 elimina hasta el 80% de nemátodos en la primera aplicación.

Adicionalmente contribuye al desarrollo de la masa radicular en un 25%, permitiendo el desarrollo de tallos más fuertes y frutos de mayor peso, estimula la biosíntesis de fitoalexinas para incrementar la resistencia natural de la planta a los patógenos.

Dosis y aplicación:

Solución:	300 cc por cada 4 galones de agua
Almácigos	10 cc de la solución/bolsa
Planta joven	30 cc de la solución/planta
Planta adulta	50 cc de la solución/planta

Beneficios:

No presenta efectos residuales, seguro de utilizar sin riesgos de envenenamiento, no requiere equipo de protección especial para su aplicación.

Toxicidad:

Es ligeramente tóxico (identificado con franja color verde).

5.2.5.2 Vydate 24 SL

Este producto (Dupont 1998) tiene las siguientes características.

Descripción:

Insecticida, Nematicida-Carbamato. Oxamil. Producto Altamente tóxico, de acción sistémica y de contacto para uso agrícola, cuando se aplica al suelo y al follaje para el control de nemátodos, para los insectos actúa por contacto, con efecto moderado residual. No es volátil.

Acción:

Es un insecticida-nematicida perteneciente al grupo de los carbamatos, puede usarse como tratamiento al suelo. Tratamiento para inmersión de bulbos, tallos y raíces. También puede utilizarse en aplicaciones foliares, sólo o como complemento de tratamiento de suelo.

Debe existir condiciones de humedad para asegurar el movimiento del producto en el suelo a las áreas de crecimiento de las raíces. Se recomienda su rotación con nematicidas de grupo químico diferente.

Controla los géneros: *Meloidogyne* y *Pratylenchus*.

Dosis y aplicación:

Semillero	1 litro de producto/200 litros de agua.
Campo definitivo	2 – 3 litros/Mz.

Beneficios:

No es Fitotóxico en las dosis recomendadas.

Toxicidad:

Es altamente toxico (identificado con franja color rojo).

Medidas de Protección del Ambiente:

- Tóxico para el Ganado
- Tóxico para peces y crustáceos

5.2.6 ANTECEDENTES

Después de la prohibición del uso de Temik, la empresa Tabacalera DIMON Guatemala S, A, comenzó a utilizar Vydate 24 SL, para el control de Nemátodos. Tanto profesionales de la empresa como agricultores socios a la empresa han expuesto que “no se han tenido los mismo resultados”, esto en relación a la efectividad en el control de nemátodos. Sin embargo no se ha realizado un estudio minucioso y/o investigación técnico-científica que compruebe la efectividad del Vydate 24 SL. Tampoco se han comparado o estudiado otros productos para el control de nemátodos.

A finales del 2,002, en las diferentes plantaciones tabacaleras de socios de la empresa, se utilizó Vydate 24 SL, otros “por iniciativa propia” utilizaron Nemix 3, pero debido a que no se tuvo un orden en las aplicaciones, no se pudo determinar si los rendimientos obtenidos fueron resultados de la eficacia de uno o de ambos productos combinados, lo cual ha dejado en duda a los agricultores sobre qué tratamiento utilizar en las próximas plantaciones.

Es por ello que la compañía desea evaluar tratamientos para el control de nemátodos, utilizando dos productos nematicidas de distinta composición siendo éstos Vydate 24 SL (insecticida-nematicida a base de Oxamil) y Nemix 3 (nematicida orgánico a base de extractos vegetales, Fósforo ético, ajo centrifugado y fitohormonas).

La Compañía, año tras año, evalúa a nivel de campo los problemas, actividades y resultados obtenidos en las plantaciones. Esto le permite tomar decisiones para la siguiente temporada de siembra.

Se han realizado estudios en el control de nemátodos y para el conteo de los mismos, se han obtenido muestras a nivel de raíces, esto se hace arrancando plantas, con raíz y suelo, para ser analizadas en laboratorio y determinar si existe o no presencia de nemátodos. Anteriormente, para realizar estos muestreos, se extraían de las parcelas hasta 5 plantas, pero se comprobó que era demasiado material y, actualmente, se utilizan únicamente de 2 a 3 plantas por muestreo para el conteo de nemátodos².

La Empresa tabacalera DIMON, con oficinas en el municipio de Río Hondo, Zacapa evalúa tratamientos en distintas localidades para comparar los resultados en las mismas.

En la etapa comprendida de octubre de 2,003 a febrero de 2004, la empresa evaluó cinco tratamientos para el control de nemátodos, utilizando dos nematicidas (Vydate 24 SL y Nemix 3) en dos fechas de aplicación (a los 15 y 30 días después del transplante).

Los resultados obtenidos fueron que aplicar Vydate 24 SL a los 15 días después del transplante y Nemix 3 aplicado a los 30 días, controla eficientemente nemátodos, disminuyendo las poblaciones en relación a los otros tratamientos evaluados.

² Ing. Agr. Armando Franco Chacón, Jefe del Departamento de Investigación y Laboratorio, Empresa Tabacalera DIMON Guatemala S.A., Río Hondo, Zacapa.

También determinaron que el rendimiento en hojas de tabaco obtenida con este tratamiento fue mayor en relación a los demás tratamientos, obteniéndose un rendimiento promedio de 43.5 quintales por Manzana (7,000 m²). A la vez de evaluó éstas hojas, se estableció una calidad de hoja Muy Buena (MB).

Estos resultados los obtuvieron en 4 distintas parcelas ubicadas en Teculután (Zacapa), Huité (Zacapa), Nueva Concepción (Escuintla) y en el “Parcelamiento La Máquina” (Retalhuleu).

Estudios realizados por la empresa³ indican alternar Vydate 24 SL y Nemix 3, aplicados a los 15 y 30 días después del trasplante, respectivamente, es un tratamiento efectivo debido a que afecta el Ciclo de los nemátodos. El primer producto controla a los nemátodos, principalmente al género *Meloidogyne*, haciéndolos vulnerables en los primeros 14 días después del trasplante, eliminando los individuos jóvenes evitando la reproducción. Este efecto no lo causa Nemix 3.

También determinaron que Nemix 3 actúa de mejor forma cuando los nemátodos han nacido (etapa larvaria), principalmente en el género *Pratylenchus*. Este efecto no se observó en Vydate 24 SL.

³ Ing. Agr. Armando Franco Chacón, Jefe del Departamento de Investigación y Laboratorio, Empresa Tabacalera DIMON Guatemala S.A., Río Hondo, Zacapa.

6. METODOLOGÍA

6.1 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El experimento, a nivel de campo, se llevó a cabo en las aldeas “El Remolino”, y “La Reforma”, ambas del departamento de Zacapa (Anexo 1).

La investigación se realizó con la colaboración de Julio René Ramos y Armando Súchite Ramírez, agricultores asociados a la Compañía Tabacalera DIMON Guatemala S.A., ellos cuentan con terrenos con disponibilidad de agua y mano de obra, también con los recursos económicos necesarios para la producción de tabaco (esto financiado por la Compañía).

6.2 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Se utilizaron dos productos: Vydate 24 SL (Insecticida-Nematicida) y Nemix 3 (Nematicida orgánico), alternándolos en una, dos y tres aplicaciones, en nueve combinaciones (que fueron los tratamientos evaluados).

En la primera localidad se hicieron 2 aplicaciones, a los 15 y 30 días después del transplante (DDT), utilizando las siguientes combinaciones:

CUADRO 1: Tratamientos evaluados en la primera localidad, Aldea “El Remolino, Teculután, Zacapa.

TRATAMIENTO	1ª Aplicación (15 DDT)	2ª Aplicación (30 DDT)
T1	Vydate 24 SL	Nemix 3
T2	Vydate 24 SL	Vydate 24 SL
T3	Nemix 3	Nemix 3
T4	Nemix 3	Vydate 24 SL
T5	Vydate 24 SL	Ninguno

En la segunda localidad se efectuaron 3 aplicaciones, a los 15, 30 y 40 días después del trasplante, en las siguientes combinaciones:

CUADRO 2: Tratamientos evaluados en la segunda localidad, Aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa.

TRATAMIENTO	1ª Aplicación (15 DDT)	2ª Aplicación (30 DDT)	3ª aplicación (40 DDT)
T6	Vydate 24 SL	Nemix 3	Vydate 24 SL
T7	Vydate 24 SL	Vydate 24 SL	Vydate 24 SL
T8	Nemix 3	Nemix 3	Nemix 3
T9	Nemix 3	Vydate 24 SL	Nemix 3
T5	Vydate 24 SL	Ninguno	Ninguno

El tratamiento testigo, que consiste en una sola aplicación de Vydate 24 SL a los 15 días después del trasplante, es el que aplican los agricultores actualmente. Este tratamiento se utilizó en ambas localidades.

6.3 TAMAÑO DE LA PARCELA

En ambas localidades, el área experimental se conformó por 20 surcos de 24 metros de largo cada uno, con un distanciamiento de 90 centímetros (Anexo 3 y 4).

Cada unidad experimental estuvo conformada por 4 surcos y 12 plantas por surco, separadas a 40 centímetros (Anexo 5).

6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El Modelo Estadístico utilizado (Sitún Alvizures 2001) fue el de Cuadrado Latino (Anexo 3).

$$Y_{ij} = U + T_i + H_j + C_k + E_{ijk}$$

Y_{ij}	=	Variable respuesta
U	=	Media General
T_i	=	Efecto de i-ésimo tratamiento
H_j	=	Efecto de la j-ésima hilera
C_k	=	Efecto de la k-ésima columna
E_{ijk}	=	Error experimental asociado a la i-j-k-unidad experimental

6.5 VARIABLES EVALUADAS

a. Efectividad de los tratamientos:

Para realizar el conteo de los nemátodos se efectuaron tres y cuatro muestreos en la primera y segunda localidad, respectivamente:

El primero: Antes del transplante (al suelo).

El segundo: 3 días después de la primera aplicación del nematicida (18 días después del transplante).

El tercero. 3 días después de la segunda aplicación del nematicida (33 días después del transplante).

El cuarto: Se realizó solamente en la segunda localidad, a los 3 días de la tercera aplicación del producto (esto a los 43 días después del transplante).

b. Rendimiento en Quintales por Manzana (qq/Mz):

Utilizando las plantas que quedaron en el área de muestreo de cada unidad experimental, se pesaron las hojas (en gramos) y se determinó el área que éstas ocupan (en m^2) y después de hizo la conversión a quintales por manzana (qq/Mz).

c. **Análisis financiero en cada uno de los Tratamientos.:**

Se hizo una relación COSTO-BENEFICIO de cada uno de los tratamientos, tomando como base el costo e ingreso al cultivar una manzana de terreno, para conocer la rentabilidad obtenida de los mismos.

6.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.6.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

La primera labor fue el arado, realizándose a los 12 días antes del transplante. Se usaron arados de discos a una profundidad de 50 cms. La segunda labor constituyó el paso de rastra., rompiendo terrones, dando al suelo la textura adecuada.

Finalmente se pasó la surqueadora (alomilladora), conformando los lomillos de siembra a la altura y distancias que se requieren en este cultivo. Estos se hicieron a un distanciamiento de 90 cms, con una altura de 25 cms.

6.6.2 MUESTREO DEL SUELO

Para la muestra al suelo (realizado 2 días antes del transplante), se tomaron 5 muestras por localidad, una por cada hilera. Se hizo un agujero de 12 x 12 x 50 cms. y se recolectó una libra de suelo, colocándolas en bolsas nylon, se identificaron y se trasladaron al laboratorio para aislarse mediante el método del embudo de Baermann.

6.6.3 TRANSPLANTE

Se utilizaron pilones de tabaco de la variedad Kentucky 17 (Ky-17), producida bajo el sistema Floting (bandejas flotantes) en las instalaciones de la empresa.

El espaciamiento entre planta fue de 40 cms., se hizo un agujero con “chuzo” para luego colocar el pilón, se apisonó la tierra adecuadamente para evitar la compactación lo que ocasionaría que las hojas quedaran enterradas.

Es conveniente señalar que existió una adecuada humedad en el suelo, logrando un buen porcentaje de pegue.

6.6.4 RESIEMBRA

A los 5 días después del trasplante se evaluó en el campo el porcentaje de plántulas perdidas para reponerlas de inmediato.

La resiembra no se realizó en el área de experimento debido a que no existieron pérdidas.

6.6.5 RIEGO

Se utilizó el método de riego por gravedad, colocando tubos de PVC para transportar el agua del Río “Motagua” (utilizando bomba) hacia la parcela. Se efectuaron aproximadamente dos riegos por semana.

No se aplicó riego en el período comprendido desde la aplicación del nematicida hasta el muestreo de nemátodos.

6.6.6 CONTROL DE MALEZAS

El desmalezado se hizo a los 12 días después del trasplante, en forma mecánica utilizando cultivadoras y también en forma manual con azadones.

6.6.7 APORQUE

Esta es una labor que consistió en aplicar una cobertura de tierra al tronco de la planta creando un ambiente mas propicio para el desarrollo de las plantas y también favoreciendo la humedad y la mejor absorción de nutrimentos, además de realizar control extra de hierbas y elevar el lomillo de siembra, favoreciendo el drenaje.

Se hizo a los 12 días después del transplante, juntamente con el desmalezado, utilizando cultivadora y azadones.

6.6.8 CAPADO

Consiste en la eliminación del brote floral. Esta provoca los cambios fisiológicos en la planta para que se inicie el proceso de maduración de la hoja, alargamiento y engrosamiento de la misma (Chaverri Guerrero 1995).

Se efectuó a los 60 DDT, dejando 22 hojas por planta. Se eliminaron las hojas del meristemo apical.

6.6.9 DESHIJE

Consistió en la eliminación de los brotes laterales que crecen profusamente después de la capa como un efecto inmediato de la pérdida de la dominancia apical. Estos brotes (hijos) se eliminaron cuanto antes (en su aparición) para evitar que compitan con la hoja, por el agua, la luz, los nutrientes y en la fotosíntesis.

6.6.10 CONTROL FITOSANITARIO

Se aplicaron insecticidas y funguicidas dependiendo a la incidencia de plagas y enfermedades existentes.

6.6.11 FERTILIZACIÓN

Se efectuaron 3 fertilizaciones: a los 7, 28 y 45 DDT, utilizando los fertilizantes Dimon 1, Dimon 2 y Dimon 3, respectivamente. Dichas formulaciones fueron establecidas y entregadas por la Compañía.

6.6.12 MUESTREO DE NEMÁTODOS

Para obtener información válida sobre la presencia de las especies de nemátodos o estimar la densidad de la población, se necesita contar con un plan de muestreo correcto que tenga en cuenta la superficie del lote problema, el tamaño y el número de muestras (Agrios 1998).

En la primera localidad se hicieron tres muestreos: 1) Antes del transplante; 2) A los 18 días después del transplante y 3) A los 33 días después del transplante.

En la segunda localidad, debido a que se utilizaron tres fechas de aplicación del nematicida, se hicieron cuatro muestreos: 1) Antes del transplante; 2) A los 18 días después del transplante; 3) A los 33 días después del transplante y 4) A los 43 días después del transplante.

Los muestreos a nivel de raíces se hicieron de la siguiente manera: Se arrancaron 3 plantas por unidad experimental (25 por localidad, por muestreo), éstas se escogieron al azar. Se utilizó piocha para arrancar la planta con la raíz con suelo en forma de pilón. Estas 3 plantas se colocaron en una bolsa plástica, bien cerradas para evitar la pérdida de humedad, se identificaron y se llevaron al laboratorio de la empresa.

Se ha comprobado en laboratorio que 3 plantas de tabaco son suficientes y confiables para realizar aislamiento y conteo de Nematodos⁴.

⁴ Ing. Agr. Rodolfo Ortiz. Asesor Agrícola, Soluciones Analíticas, Guatemala, Guatemala, C.A.

6.6.13 COSECHA

Después del capado, veinticinco días después se iniciaron las labores de cosecha cuando la hoja adquirió un color verde pálido o un amarillo tenue. En este caso, la cosecha se hace de las hojas inferiores hacia arriba (se cosechan aquellas que presentan las características adecuadas para lograr un buen proceso de secado).

El proceso más interesante en el cultivo del tabaco lo constituye el secado. El buen empeño en esta labor determinará la calidad y peso de la hoja (Infoagro.com 2002).

Los procesos que se dan son los siguientes:

- a. Maduración de la hoja y fijación de color
- b. Secado de la lámina
- c. Secado de la vena

La curación se refiere a los cambios que se producen en la hoja recién cosechada, bajo condiciones controladas de humedad y temperatura porque al final del proceso la hoja seca presenta una textura, cuerpo, color y grado de calidad convenientes en la fabricación de cigarrillos.

6.6.14 CALCULO DE RESULTADOS

- a) Se realizó el Análisis de Varianza (ANDEVA) para el conteo de nemátodos en cada una de las localidades, posteriormente se compararon si existen o no diferencias significativas entre los tratamientos.

- b) Se determinó el rendimiento en Quintales por Manzana de cada uno de los tratamientos evaluados, lo anterior utilizando las plantas que quedaron en cada una de las unidades experimentales, cortando y pesando las hojas, posteriormente se relacionó con el espacio (área) que ocupan.

- c) Se determinó el Costo por Manzana en cada uno de los tratamientos en cada una de las localidades. Es necesario mencionar que en cada uno de los tratamientos, se sumó, a un costo fijo establecido para todos, el gasto efectuado por la aplicación de los nematicidas (relacionados para un área de 1 Manzana de terreno), esto incluye costo del o los productos y de los jornales. Los demás elementos y/o actividades que se realizaron en la producción y manejo del experimento fueron los mismos para cada uno de los tratamientos. Lo anterior permitió establecer la relación COSTO-BENEFICIO en un área de una manzana de terreno, realizando el análisis financiero en cada uno de los tratamientos evaluados.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 EFECTIVIDAD DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CONTROL DE NEMATÓDOS

El muestreo realizado al suelo, diez días después de la preparación del terreno y dos días antes del transplante, indicó que no existía presencia de nemátodos en las dos localidades en donde se llevó a cabo la investigación (Anexo 11).

Otros muestreos al suelo realizados por la empresa tabacalera, en años anteriores, también han dado los mismos resultados⁵.

Es necesario mencionar que los dos terrenos en donde se realizó la investigación tenían aproximadamente 1 mes de no ser utilizados, y que desde entonces (hasta el muestreo de suelo efectuado) no se había realizado ningún riego, sino que se aprovechó el agua de lluvia (que humedeció el suelo) para realizar la preparación del terreno.

Posteriormente se realizaron muestreos a nivel de raíces, tres días después de la aplicación del nematicida, éstos indicaron que existía presencia de nemátodos (Anexo 9 y 10).

Lo anterior indica que los nemátodos se distribuyen hacia los terrenos de cultivo, siendo el agua utilizada para riego uno de los principales factores.

7.1.1. ANÁLISIS DE VARIANZA

Debido a que los muestreos a nivel de raíces indicaron presencia de nemátodos en cada unidad experimental, se realizó el Análisis de Varianza –ANDEVA-. Este se hizo manualmente.

⁵ Ing. Agr. Armando Franco Chacón, Jefe del Departamento Investigación y Laboratorio, Empresa Tabacalera DIMON Guatemala S. A., Río Hondo, Zacapa.

Este análisis se hizo por separado en cada una de las localidades, tomando en cuenta los resultados obtenidos en el conteo de nemátodos en la última aplicación del nematicida (o sea al finalizar el tratamiento), a los 33 días después del trasplante (para la primera localidad, tres días después de la segunda aplicación) y a los 43 días después del trasplante (para la segunda localidad, tres días después de la tercera aplicación).

En los cuadros 4 y 5 se resume los resultados obtenidos para el control de nemátodos en cada tratamiento y cada localidad.

CUADRO 3: Resumen Análisis de Varianza para el conteo de nemátodos en la primera localidad, aldea "El Remolino, Teculután, Zacapa, a los 33 días después del trasplante.

FV	GL	Fc	Ft	
			0.05	0.01
Tratamientos	4	1017.62 **	3.26	5.41
Hileras	4	1.76 (NS)	3.26	5.41
Columnas	4	1.31 (NS)	3.26	5.41
Error	12			
total	24			

CV = 4.77 %

CUADRO 4: Resumen Análisis de Varianza para el conteo de nemátodos en la segunda localidad, aldea "La Reforma", Huité, Zacapa, a los 43 días después del trasplante.

FV	GL	Fc	Ft	
			0.05	0.01
Tratamientos	4	739.762 **	3.26	5.41
Hileras	4	0.315 (NS)	3.26	5.41
Columnas	4	1.778 (NS)	3.26	5.41
Error	12			
total	24			

CV = 4.88 %

Tomando en cuenta los resultados anteriores se rechaza la Hipótesis nula, ya que existen diferencias altamente significativas, para el control de nemátodos, entre los tratamientos evaluados.

7.1.2 PRUEBA DE MEDIAS

Debido a que existieron diferencias entre los tratamientos evaluados, se realizó, manualmente, la Prueba de Tukey para conocer qué tratamiento es el que mejor controló nemátodos. Los resultados fueron los siguientes:

CUADRO 5: Resultado de la prueba de medias para el control de nemátodos de los tratamientos evaluados, primera localidad, aldea “El Remolino”, Teculután, Zacaca.

TRATAMIENTO	MEDIA*	LITERAL
T1 (Vydate 24 SL – Nemix 3)	592	A
T2 (Vydate 24 SL – Vydate 24 SL)	1069	B
T5 (Vydate 24 SL – ninguno)	3766	C
T3 (Nemix 3 - Nemix 3)	4070	D
T4 (Nemix 3 – Vydate 24 SL)	5019	E

* Número de nemátodos por 25 grs. de raíz.

CUADRO 6: Resultado de la prueba de medias para el control de nemátodos de los tratamientos evaluados, segunda localidad, aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa.

TRATAMIENTO	MEDIA*	LITERAL
T6 (Vydate 24 SL – Nemix 3 – Vydate 24 SL)	935	A
T7 (Vydate 24 SL – Vydate 24 SL – Vydate 24SL)	2664	B
T8 (Nemix 3 – Nemix 3 – Nemix 3)	2969	C
T5 (Vydate 24 SL – ninguno – ninguno)	3028	C
T9 (Nemix 3 – Vydate 24 SL- Nemix 3)	5844	D

* Número de nemátodos por 25 grs. de raíz.

En la primera localidad, el tratamiento uno (T1) es estadísticamente superior al resto de los tratamientos evaluados para controlar nematodos, en 2 aplicaciones, a los 15 y 30 días después del transplante, utilizando Vydate 24 SL en la primera y Nemix 3 en la segunda aplicación.

Para la segunda localidad, el Tratamiento seis (T6) fue estadísticamente superior a los otros tratamientos para controlar nematodos, realizando 3 aplicaciones, a los 15, 30 y 40 días después del trasplante, utilizando Vydate 24 SL, Nemix 3 y nuevamente Vydate 24 SL, respectivamente.

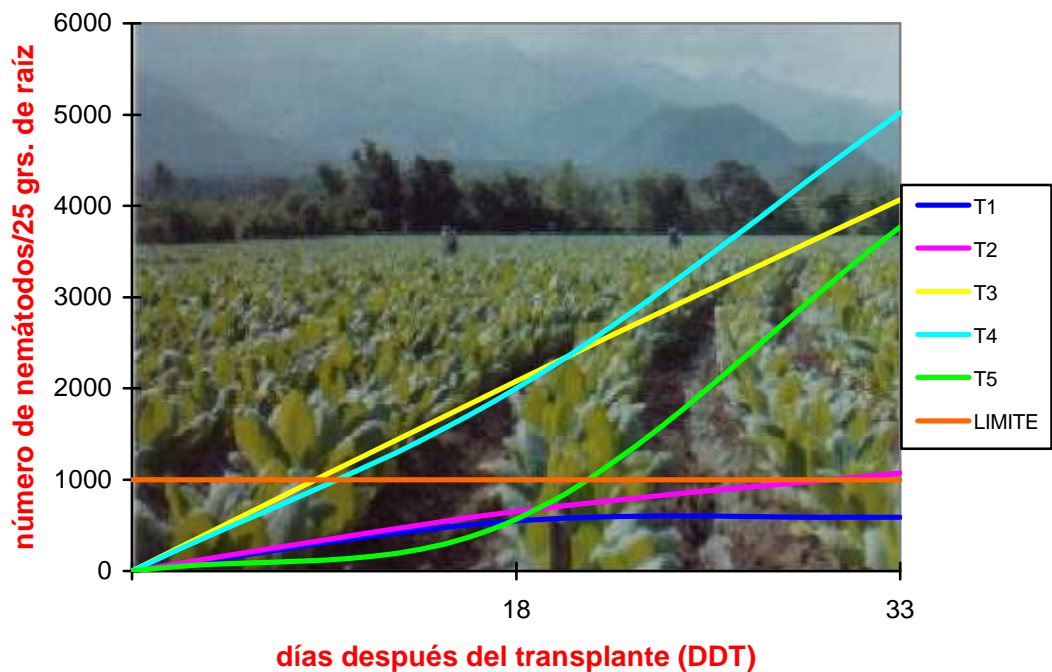
Comparando ambos resultados, los tratamientos uno y seis controlan eficientemente nemátodos, teniendo la misma base de aplicación, la combinación Vydate 24 SL y Nemix 3, aplicados en la primera y segunda fecha, respectivamente.

Aplicar Nemix 3 a los 30 días después del trasplante, es más efectivo cuando se utiliza Vydate 24 SL es la primera aplicación.

Es importante notar que tres aplicaciones con Nemix 3 son más eficientes para disminuir poblaciones de nemátodos que realizar solamente dos aplicaciones con este producto.

Graficando el monitoreo de población de nemátodos, utilizando los datos obtenidos en el muestreo de raíces realizado 3 días después de cada aplicación del nematicida (Anexo 9 y 10), en la primera localidad, observamos lo siguiente:

GRÁFICA 1: Conteo de nemátodos tres días después de cada aplicación del producto (a los 18 y 33 DDT), con cada uno de los tratamientos evaluados en la primera localidad, Aldea "El Remolino", Teculután, Zacapa.



Debido a que se ha determinado en laboratorio que mantener poblaciones de nemátodos por debajo de los 1,000 nemátodos/25 gramos de raíz no ocasiona daños considerables al cultivo y que una incidencia mayor a esta cantidad, perjudica notablemente al cultivo, notándose en la reducción en calidad, tamaño y peso de hojas de tabaco⁶, se utilizó este dato como base para comparar la efectividad entre los tratamientos, en el control de nemátodos.

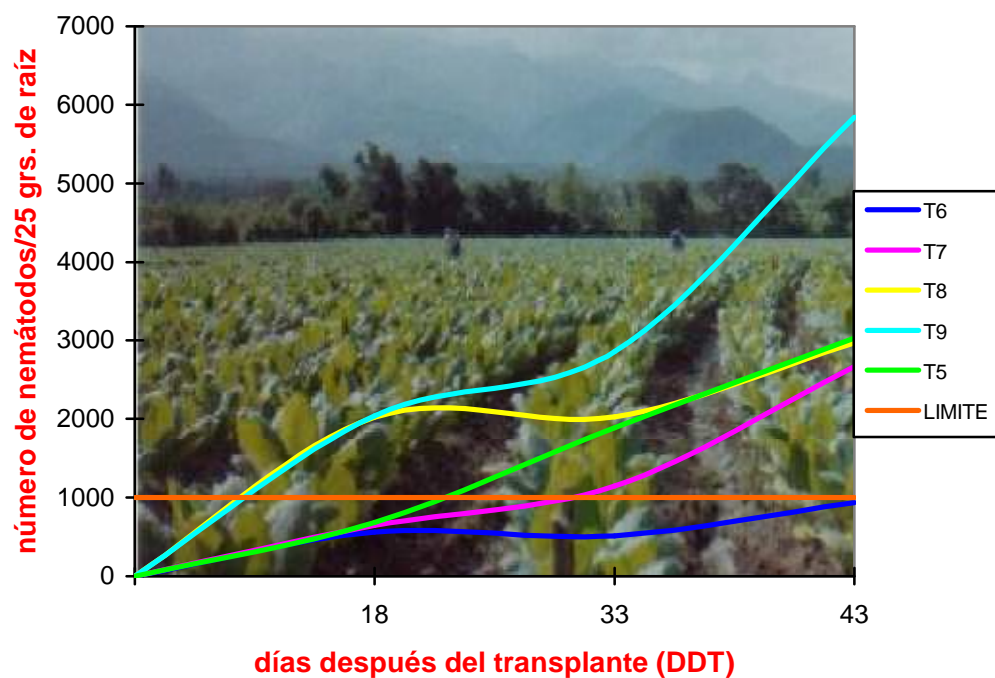
Notamos en la gráfica que los tres tratamientos (T1, T2 y T5) en los que se utilizó Vydate 24 SL en la primera aplicación (15 DDT), fueron los que mayor cantidad de nemátodos controlaron, bajando las poblaciones a una cantidad menor de los 1,000 nemátodos por 25 gramos de raíz. También nótese que estos tratamientos fueron los que menor cantidad de nemátodos presentaron en el muestreo de raíz realizado a los 33 días después del transplante.

⁶ Ing. Agr. Julio del Cid. Laboratorio de Fitopatología. Soluciones Analíticas. Guatemala. Guatemala.

También observamos que la aplicación de Nemix 3, a los 15 días después del transplante, no es efectivo en el control de nemátodos, ya que no tiene el mismo efecto (como se ve en la gráfica) que Vydate 24 SL en esa aplicación.

Graficando los resultados en el muestreo de nemátodos realizado en la segunda localidad, obtenemos.

GRÁFICA 2: *Conteo de nemátodos tres días después de cada aplicación del producto (a los 18, 33 y 43 DDT), con cada uno de los tratamientos evaluados en la segunda localidad, Aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa.*



En la segunda localidad (utilizando tres fechas de aplicación) tenemos resultados similares a los obtenidos en la primera localidad (en donde se utilizaron dos fechas de aplicación), la aplicación de Vydate 24 SL a los 15 días después del transplante es efectivo en la disminución de poblaciones de

nemátodos, no teniendo el mismo efecto la utilización de Nemix 3 en la misma fecha.

Sin embargo, utilizar Nemix 3 en tres fechas de aplicación (ver Gráfica 2), controla mejor las poblaciones de nemátodos que solamente realizar 2 aplicaciones con este producto (ver Gráfica 1).

De lo anterior establecemos que Vydate 24 SL aplicado a los 15 días después del trasplante disminuye considerablemente las poblaciones de nemátodos, a una cantidad menor de los 1,000 nemátodos/25 gramos de raíz. Esto debido a que este producto tiene acción sistémica y de contacto, lo cual permite ser efectivo en el control, al ser aplicado al suelo, al momento que los nemátodos comienzan a colonizar las raíces (este proceso inicia al momento del trasplante).

7.2 DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO OBTENIDO CON CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS

7.2.1 CALCULO DEL RENDIMIENTO EN QUINTALES POR MANZANA

La determinación del rendimiento se hizo individualmente por localidad y en cada unidad experimental, tomando como base las plantas existentes en cada área de muestreo.

Esta área de muestreo estaba conformada por 16 plantas de tabaco (ver Anexo 5), distribuidas en dos surcos de siembra, pero como se arrancaron 3 plantas por unidad experimental para realizar el muestreo de nemátodos, para la etapa de corte quedaron únicamente, en ésta área, 10 plantas en la primera localidad y 7 en la segunda localidad.

Para establecer el rendimiento obtenido en cada unidad experimental, y en cada tratamiento, se pesaron (en gramos) las plantas de cada área de muestreo y se comparó con el área que las mismas ocupan.

El procedimiento utilizado fue el siguiente:

Lugar:	Aldea "El Remolino"
Unidad experimental:	T1, Hilera 4
Total plantas:	10
Área:	3.6 m ²
Plantas por Manzana:	19445
Peso de hojas:	1040.3 gramos/10 plantas
1 Libra:	453.59236 gramos

$$Rendimiento = \frac{1040.4 \text{ g.}}{3.6m^2} \times \frac{1 \text{ Lb}}{453.59236 \text{ g.}} \times \frac{1qq}{100lbs.} \times \frac{7,000m^2}{1Mz}$$

$$Rendimiento = 44.60qq/Mz$$

El anterior procedimiento se hizo en cada unidad experimental, obteniendo el rendimiento en quintales por manzana (qq/Mz) de los tratamientos evaluados (ver Anexo 12) en ambas localidades.

7.2.2 ANÁLISIS DE VARIANZA

Con los datos de rendimiento, se realizó, manualmente, el análisis de varianza para cada localidad (Anexo 7 y 8).

En resumen se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO 7: Resumen Análisis de Varianza para rendimiento en la primera localidad, Aldea “El Remolino”, Teculután, Zacapa.

FV	GL	Fc	Ft	
			0.05	0.01
Tratamientos	4	751.63 **	3.26	5.41
Hileras	4	0.8 (NS)	3.26	5.41
Columnas	4	0.61 (NS)	3.26	5.41
Error	12			
total	24			

CV = 0.584 %

CUADRO 8: Resumen Análisis de Varianza para rendimiento en la segunda localidad, Aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa.

FV	GL	Fc	Ft	
			0.05	0.01
Tratamientos	4	573.691 **	3.26	5.41
Hileras	4	1.5 (NS)	3.26	5.41
Columnas	4	1.62 (NS)	3.26	5.41
Error	12			
total	24			

CV = 4.88 %

Tomando en cuenta los resultados anteriores, se rechaza la Hipótesis nula, ya que existen diferencias altamente significativas en el rendimiento de hojas de tabaco entre los tratamientos evaluados.

7.2.3 PRUEBA DE MEDIAS

Existiendo diferencias altamente significativas entre los tratamientos en ambas localidades, se realizó, manualmente, la Prueba de Tukey para determinar el tratamiento con mejor rendimiento en el peso de hojas de tabaco. Los resultados fueron los siguientes:

CUADRO 9: Resultado de la prueba de medias para rendimiento, de los tratamientos evaluados, primera localidad, Aldea “El Remolino”, Teculután, Zacaca.

TRATAMIENTO	MEDIA*	LITERAL
T1 (Vydate 24 SL – Nemix 3)	44.86	A
T2 (Vydate 24 SL – Vydate 24 SL)	42.51	B
T3 (Nemix 3 - Nemix 3)	41.38	C
T5 (Vydate 24 SL – ninguno)	39.39	D
T4 (Nemix 3 – Vydate 24 SL)	37.17	E

* Rendimiento en Quintales por Manzana.

CUADRO 10: Resultado de la prueba de medias para rendimiento, de los tratamientos evaluados, segunda localidad, Aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa.

TRATAMIENTO	MEDIA*	LITERAL
T6 (Vydate 24 SL – Nemix 3 – Vydate 24 SL)	44.78	A
T8 (Nemix 3 – Nemix 3 – Nemix 3)	41.97	B
T7 (Vydate 24 SL – Vydate 24 SL – Vydate 24SL)	41.71	B
T5 (Vydate 24 SL – ninguno – ninguno)	39.26	C
T9 (Nemix 3 – Vydate 24 SL- Nemix 3)	37.37	D

* Rendimiento en Quintales por Manzana.

También se determinó la calidad de la hoja, clasificándolas en Muy Buenas (MB), Buenas (B) y las hojas de menor calidad como Regulares (R). Los resultados fueron los siguientes.

CUADRO 11: Determinación de calidad de las hojas de tabaco en cada uno de los tratamientos evaluados en las dos localidades.

PRIMERA LOCALIDAD	CALIDAD DE HOJA*	SEGUNDA LOCALIDAD	CALIDAD DE HOJA*
T1	MB	T6	MB
T2	B	T7	B
T3	B	T8	B
T4	R	T9	R
T5	B	T5	B

* Determinación de calidad de hoja (tomando en cuenta tamaño, color, textura y peso) establecido por el Evaluador de Calidad de la Empresa Tabacalera DIMON Guatemala S.A.

Haciendo una comparación de control de población y rendimiento-calidad de hojas, establecemos que los tratamientos que menos controlaron nemátodos (manteniendo poblaciones por encima de los 1,000 nemátodos/25 grs. de raíz) fueron en los que menor rendimiento y menor calidad de hojas se obtuvieron.

Esto indica que los daños que los nemátodos provocan a nivel de raíces aumentan en relación a la población existente en las mismas, notándose en la disminución del desarrollo morfológico de la planta.

También observamos que los tratamientos evaluados que tuvieron una menor incidencia de nemátodos, fueron en los que se obtuvieron un mayor rendimiento y mejor calidad de hojas.

Un dato interesante es que el T3 (aplicación de Nemix 3 a los 15 y 30 días después del transplante) utilizado en la primera localidad, aunque ocupa un cuarto lugar en el control de nemátodos, se coloca en tercer lugar en el rendimiento obtenido, esto en relación con los otros tratamientos. Esto se debe a que Nemix 3, que es un producto orgánico, posee fitohormonas que ayudan en el crecimiento de las raíces y tallos, también en la emisión de nuevas raíces, recuperando las raíces afectadas por los nemátodos, beneficiando al cultivo en el peso de las hojas de tabaco.

Notamos también que el tratamiento ocho (T8), utilizado en esta investigación en una segunda localidad, que consiste en tres aplicaciones de Nemix 3, ocupa una segunda posición en rendimiento, lo cual comprueba que mayores aplicaciones de este producto beneficia el peso de hojas de tabaco.

La disminución de poblaciones de nemátodos en los primeros 40 días después del transplante evita daños en las raíces, obteniéndose mejores resultados en cuanto a peso y calidad de hojas de tabaco.

Con los datos y resultados anteriores se determinó que los tratamientos uno (T1) y seis (T6), que mejor controlaron las poblaciones de nemátodos, fueron en los que se obtuvo el mayor rendimiento en peso y mejor calidad de hojas de tabaco.

7.3 ANÁLISIS FINANCIERO

Se obtuvo la rentabilidad de cada uno de los tratamientos evaluados en cada localidad, haciendo la relación COSTO-BENEFICIO (Anexo 7 y 8), con base al costo al producir e ingresos obtenidos en un área de 1 Manzana de terreno (7,000 m²). En resumen se tienen los siguientes resultados:

CUADRO 12: Rentabilidad de los tratamientos evaluados, primera localidad, Aldea “El Remolino”, Teculután, Zacapa.

TRATAMIENTO	CALIDAD HOJA*	PRECIO**	RENTABILIDAD (%)
T1	MB	Q 595.00	88.07
T2	B	Q 525.00	59.99
T3	B	Q 525.00	50.51
T4	R	Q 460.00	20.47
T5	B	Q 525.00	55.05

* Datos provistos por el Evaluador de Calidad de la Hoja de la Empresa DIMON S.A., Río Hondo, Zacapa

**Precio de venta del quintal dependiendo a la calidad de la hoja.

CUADRO 13: Rentabilidad de los tratamientos evaluados, segunda localidad, Aldea “La Reforma”, Huité, Zacapa.

TRATAMIENTO	CALIDAD HOJA*	PRECIO**	RENTABILIDAD (%)
T6	MB	Q 595.00	79.97
T7	B	Q 525.00	50.48
T8	B	Q 525.00	44.11
T9	R	Q 460.00	14.25
T5	B	Q 525.00	54.54

* Datos provistos por el Evaluador de Calidad de la Hoja de la Empresa DIMON S.A., Río Hondo, Zacapa

**Precio de venta del quintal dependiendo a la calidad de la hoja.

Cabe mencionar que el precio de venta del quintal de hojas de tabaco varía según la calidad de la misma, entre mejor sea la calidad mayor será su precio en el mercado.

Comparando los resultados, el tratamiento 1 (T1) de la primera localidad, que consistió en la aplicación combinada de Vydate 24 SL como primera aplicación (a los 15 DDT) y Nemix 3 en la segunda aplicación (a los 30 DDT), es el tratamiento con mejor rentabilidad.

En la segunda localidad, el tratamiento seis (T6), es el que mejor rentabilidad tiene, pero aunque tiene la misma eficiencia que el T1 de la primera localidad, la rentabilidad es menor debido a que se realizan gastos adicionales en la utilización de productos y jornales para efectuar un tercer control de nemátodos.

8. CONCLUSIONES

1. La utilización de los nematicidas Vydate 24 SL (Oxamil) y Nemix 3 (producto orgánico), aplicados a los 15 y 30 días después del trasplante, respectivamente, controló eficientemente la incidencia de nemátodos y se obtuvo un mayor rendimiento en el peso y calidad de las hojas.
2. La aplicación de los nematicidas, a los 15, 30 y 40 días después del trasplante; utilizando la combinación de Vydate 24 SL, Nemix 3 y Vydate 24 SL, respectivamente, controló de mejor forma la incidencia de nemátodos y se obtuvo un mayor rendimiento en el peso y calidad de las hojas de tabaco.
3. La utilización de Vydate 24 SL y Nemix 3, combinados en dos aplicaciones (a los 15 y 30 días después del trasplante, respectivamente) tiene una mayor rentabilidad en relación a los otros tratamientos evaluados (con una, dos y tres fechas de aplicación) en las dos localidades de estudio.
4. El aumento de aplicaciones con Nemix 3, beneficia el desarrollo de nuevas raíces, lo cual mejora el rendimiento en peso de hojas de tabaco.
5. Mantener poblaciones de nemátodos por debajo de los 1,000 nemátodos por 25 grs. de raíz, en los primeros 42 días después del trasplante, permite obtener mejor rendimiento en peso y calidad de hojas de tabaco.

9. RECOMENDACIONES

1. Para el control de nemátodos en plantaciones tabacaleras de Zacapa, utilizar Vydate 24 SL y Nemix 3 en dos fechas de aplicación, a los 15 y 30 días después del trasplante, respectivamente.
2. Realizar muestreos de nemátodos para monitorear el grado de incidencia de los mismos, si después de la segunda aplicación el número de nemátodos sobrepasa los 1000/25 grs de suelo, realizar una tercera aplicación a los 40 días después del transplante.
3. Realizar análisis de agua en la fuente utilizada para riego, así detectar el grado de infestación de nemátodos que provoca en el cultivo.
4. Evaluar el rendimiento en peso de hojas de tabaco, calidad de hojas, y la efectividad en el control de nemátodos al utilizar Vydate 24 SL a los 15 días después del transplante y Nemix 3 (aplicado a los 30 y 40 días después del transplante).

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, GN. 1998. Fitopatología. Trad. M Guzmán Ortiz. 2 ed. México, Grupo Noriega Editores. 838 p.
2. Akehurst, BC. 1973. El tabaco. Trad. E Riambau Sauri. Barcelona, Es, Editorial Labor S. A. 447 p.
3. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. p. 213 – 215.
4. Chaverri Guerrero, R. 1995. El cultivo del tabaco. San José, CR, Editorial Universal Estatal a Distancia. p. 3 – 108.
5. DUPONT, USA. 1998. Vydate 24 SL. Guatemala, DUWEST. 1 p.
6. Franco y Franco, HA. 2002. Evaluación de dos programas de fertilización y cuatro fungicidas sistémicos en la producción de pilones de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) tipo Burley, bajo el sistema de bandejas flotantes, en el municipio de Río Hondo, Departamento de Zacapa. Tesis Ing. Agr. Chiquimula, GT, USAC. 43 p.
7. IGM (Instituto Geográfico Militar, GT). 1992. Mapa topográfico de Guatemala, hoja de Zacapa, no. 2260 I. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
8. INFOAGRO (Información Agropecuaria, GT). 2002. El cultivo del tabaco. Guatemala. Consultado 2 feb. 2003. Disponible en www.infoagro.com/herbáceas/industriales/#5.

9. Orgánica Internacional, GT. 2000. Nemix 3: hoja técnica. Guatemala, Insumos Orgánicos para Centroamérica y el Caribe. 2 p.
10. Sitún Alvizures, M. 2001. Investigación agrícola: guía de estudio. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura, Comité Editorial. 137 p.