

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO

“EFECTO DE CUATRO ARREGLOS ESPACIALES EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
MIXTA CACAO – PLÁTANO SOBRE LA INTENSIDAD DE ESCOBA DE BRUJA
(*Crinipellis pernicioso*) Y SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) DURANTE EL
PRIMER AÑO DE LA FASE DE ESTABLECIMIENTO”

ROY ROGER VERA VÉLEZ

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

SANTO DOMINGO – ECUADOR

2008

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
A. Sistemas de producción	5
B. Manejo integrado de plagas	6
C. Descripción general de los cultivos de cacao y plátano	6
D. Principales plagas de los Cultivos de Cacao y Plátano	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
A. Ubicación.....	13
B. Características de la parcela experimental	13
C. Material vegetal utilizado	14
D. Factores en estudio	15
E. Tratamientos	15
F. Diseño experimental	16
G. Variables evaluadas y métodos utilizados	17
1. En cacao	17
2. En plátano	19
H. Manejo del experimento	26

IV.	RESULTADOS	29
A.	Cultivo de cacao	29
1.	Número de escobas de bruja	29
2.	Agrietamiento en tallo y ramas (cánceres)	30
3.	Diámetro de tallo	31
4.	Altura de planta	32
B.	Cultivo de plátano	33
1.	Índice de emisión foliar	33
2.	Índice de infección de Sigatoka negra	34
3.	Número de hojas funcionales	35
4.	Diámetro de pseudotallo	36
5.	Altura de planta	37
6.	Días a la cosecha de plátano	38
7.	Peso de racimo	39
8.	Área bajo la curva del progreso de la enfermedad	40
9.	Población de nemátodos	41
a.	Frecuencia absoluta en el suelo	41
b.	Densidad poblacional en suelo	44
c.	Frecuencia absoluta en raíces	44
d.	Densidad poblacional en raíces	47
10.	Población de picudos negros	48
11.	Malezas en el sistema cacao – plátano	49
V.	DISCUSIÓN	51

VI.	CONCLUSIONES	57
VII.	RECOMENDACIONES	58
VIII.	RESUMEN	59
	SUMMARY	61
IX.	BIBLIOGRAFÍA	63
X.	ANEXOS	73

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción mixtos son los más habituales y frecuentes en Ecuador y en toda Latinoamérica ocupando en promedio el 80% de la superficie cultivada (Powers y McSorley, 2001), además de constituir un importante mecanismo de sostenibilidad económica para los productores y generar estabilidad ambiental.

En el Litoral ecuatoriano, el cacao y el plátano ocupan una gran extensión como monocultivos (144.942 ha en plátano y 300.000 ha en cacao), y asociados (101.258 ha en plátano y 191.272 ha en cacao) generando ingresos por casi 200 millones de dólares anuales (25 millones en plátano y 174 millones en cacao) (SICA, 2005; Reyes y Armijos, 1998).

A pesar de la gran extensión cultivada, la producción de ambos cultivos es baja debido especialmente a problemas fitosanitarios; en el caso del cultivo de cacao la enfermedad conocida como Escoba de bruja producida por el hongo *Moniliophthora (=Crinipellis) perniciosa* Aime y Phillips – Mora (2005), afecta a todos los tejidos en crecimiento de la planta, incluyendo los frutos cuando el cacao se encuentra en producción, se estima el daño hasta del 80% (Enríquez, 2004). En plátano la enfermedad conocida como Sigatoka negra producida por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, ocasiona una reducción en las cosechas en más del 50% con un costo que supera el 27%

del total de costos de producción; adicionalmente a esta enfermedad, existen otras plagas de importancia que afectan el cultivo como son el Picudo negro y varios nematodos fitoparásitos que son causa del uso de pesticidas de alta peligrosidad al establecimiento del cultivo (Williams *et al*, 2002 y Espinoza *et al*, 2003).

Dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP), se han desarrollado independientemente distintas prácticas para cacao y plátano con la finalidad de mejorar la productividad y disminuir la incidencia de las plagas que afectan su producción; prácticas como la remoción de frutos infectados y podas en cacao (Suárez, 1993), o cirugía de hojas infectadas con Sigatoka negra y trampeo para Picudo negro en plátano (Vera *et al*, 2002), pero aún se desconoce el aspecto fitosanitario del sistema combinado de los cultivos cacao – plátano, y en especial el efecto de esta asociación sobre los agentes fungosos causantes de la Escoba de bruja y Sigatoka negra, entre otras plagas que los afectan.

Es de esperar que la relación planta - patógeno tenga magnitudes diferentes cuando en un sistema mixto, un cultivo puede actuar como barrera al otro, particularmente cuando los patosistemas de cada cultivo son muy específicos como es el caso de cacao y plátano. Considerando que al asociar los cultivos de cacao y plátano, estos pueden actuar como bloqueo mutuo contra la dispersión de plagas, lo mejor es que se exploten bajo sistemas mixtos de producción, ya que al manejar un solo cultivo este

tiende a ser más susceptible a daños por ataque de estos organismos (Powers y McSorley, 2001).

El presente estudio pretende mostrar la incidencia y evolución de las enfermedades en sistemas mixtos de producción y observar el efecto de la combinación sobre las enfermedades y plagas en referencia, durante la fase de establecimiento del sistema cacao – plátano. Para ello se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar el efecto de los arreglos espaciales en sistemas de producción mixta de cacao y plátano sobre la incidencia de Escoba de bruja en cacao y Sigatoka negra en plátano y otras plagas que los afectan durante la fase de establecimiento.

Objetivos específicos

- Determinar la intensidad de la incidencia y evolución de Escoba de bruja en cacao y Sigatoka negra en plátano durante el primer año de la fase de establecimiento en los diferentes arreglos espaciales del sistema mixto cacao - plátano.

- Conocer el efecto de los arreglos espaciales sobre la población de nematodos fitoparásitos y Picudo negro en los diferentes arreglos espaciales del sistema mixto cacao - plátano.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. Sistemas de producción

Un sistema se define como un conjunto de elementos organizados que interactúan entre sí y con su ambiente, donde ingresa materia, energía y diversos organismos y se procesan para salir como materia, energía y organismos procesados (WIKIPEDIA, 2006).

Powers y McSorley (2001), señalan que los sistemas mixtos de cultivo propician una diversidad necesaria para su estabilidad. Proporcionan una especie de seguro al fracaso de un solo cultivo por problemas medioambientales, permitiendo asegurar una cosecha. Disminuye la competencia entre plantas por el mismo hecho fisiológico que la competencia intraespecífica (plantas de la misma especie) es mayor que la competencia interespecífica (plantas de diferente especie).

Los mismos autores mencionan, que el mayor problema de explotar un monocultivo es la susceptibilidad a enfermedades, que pueden desatar un gran desastre cuando una plaga vence la resistencia del cultivo. Por otra parte, el informe del Ministerio de Bienestar Social del Ecuador (1994), el empleo simultáneo de diferentes especies en cultivos mixtos son alternativas que ayudan a contrarrestar los efectos negativos de los cambios ambientales drásticos.

B. Manejo integrado de plagas

Existe un gran compendio de definiciones de manejo integrado de plagas (MIP) según Bajwa y Kogan, (1996), las cuales se ajustan a una idea de integración de técnicas de control de plagas sin afectar al medio ambiente.

De manera general se puede mencionar que el MIP es un planteamiento más aceptable desde el punto de vista ecológico, social y económico, el cual se basa en una combinación de técnicas, donde se integra el control biológico, manipulación del hábitat, modificación de las prácticas culturales y uso de variedades. Es necesario un monitoreo regular de las plagas y enfermedades que pueden afectar un cultivo y ejecutar acciones de prevención de daños. El uso de pesticidas químicos no es ajeno a esta estrategia, pero se usa como recurso final y de manera lo más específica posible en cuanto a la plaga presente (IPM/CRSP, 1997; Olkowski y Daar, 1991; Onate y Cariasio, 1998).

C. Descripción general de los cultivos de cacao y plátano

1. Cacao

El cacao es un cultivo tropical que pertenece a la familia *Esterculiaceae* y al género *Theobroma*, de la cual se conocen unas 20 especies donde la más conocida es *Theobroma cacao* (Vera, 1993). El mismo autor menciona que el cultivo se desarrolla en

forma óptima a una temperatura ambiental de 25 ° C, con una luminosidad entre 800 y 1000 horas/luz/año, una precipitación entre 1200 y 2500 mm/año y bajo una humedad relativa del 75 – 80% pudiendo soportar condiciones ambientales extremas por periodos cortos.

2. Plátano

El plátano es un cultivo tropical cuyas variedades son monocotiledóneas que pertenecen al orden *Escitaminales*; familia *Musaceae* y la sección *Eumusa* a la cual corresponden los plátanos comestibles cuyos principales cultivares son: Dominico y Barraganete que son triploides *AAB* resultantes de la unión de *Musa acuminata* x *Musa balbisiana* (Simmonds, 1973). El desarrollo de este cultivo se ve afectado si se cultiva sobre los 800 msnm, así mismo la cantidad alta de lluvias ocasiona un incremento en la incidencia de enfermedades. Se desarrolla de forma óptima a temperaturas entre los 18 y 33 ° C (Tazán, 1995).

D. Principales plagas de los cultivos de cacao y plátano

Tanto el cacao como el plátano son susceptibles a enfermedades independientes. Para cacao la más frecuente y grave a nivel de establecimiento es la Escoba de bruja causada por el hongo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips – Mora (Aime y Phillips – Mora, 2005).

M. pernicioso ha demostrado ser de ciclo anual definido para las condiciones de Ecuador influenciado por la distribución de las lluvias y estado fisiológico del hospedero. La etapa crítica para cacao es cuando la producción de basidiocarpos coincide con la brotación, floración y/o fructificación (Moreira, 1989 y Rivera, 1995).

Los basidiocarpos se desarrollan del micelio saprofítico dicariótico del hongo en las escobas secas, el mismo que da lugar o producen basidiosporas, que se liberan principalmente en la noche y se dispersan por causa del viento y el agua de lluvia, esta es la única forma infectiva del patógeno; las basidiosporas germinan en la superficie de las plantas y produce tubos germinativos monocarióticos que penetran al hospedero originándose la infección (Purdy y Schmidt, 1996).

Rivera (1995) indica que la Escoba de bruja presenta dos fases reproductivas en su ciclo de vida, una biótropa cuando las basidiosporas infectan los brotes produciendo un desbalance hormonal que provoca hiperplasias e hipertrofias, originando las típicas escobas, después de 7 a 8 meses, mueren y es aquí donde inicia la segunda fase del hongo como saprofítico invadiendo con su micelio el tejido muerto de la escoba hasta que las condiciones ambientales le permitan producir nuevamente las basidiosporas.

Madison y Mogrovejo (1984) mencionan que al establecimiento del cultivo de cacao la infección por el hongo *M. pernicioso* se produce en más del 50% de las

plántulas, obstaculizando el establecimiento de las mismas y afectando su formación y desarrollo posterior. Según los mismos autores, las plantas de cacao en establecimiento presentaron escobas terminales y no terminales (axilares, cánceres, etc) antes del año de edad, especialmente a finales de la época lluviosa, después de una brotación. Las plantas afectadas mostraron menor crecimiento que las sanas, demorando el ciclo de establecimiento del cacao y por ende su producción.

En el caso del plátano, la enfermedad más importante y devastadora es la Sigatoka negra causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. La enfermedad presenta seis estadíos desde pizcas, estrías, manchas hasta finalmente necrosar el área foliar en un periodo aproximado de 64 días (Espinoza *et al*, 2003 y Belalcázar, Merchán y Mayorga, 1991).

Guzmán (2004) menciona que la Sigatoka negra es una enfermedad policíclica donde los conidios (fase asexual) y las ascosporas (fase sexual) se producen de manera continua y dispersan la enfermedad. Los conidios aparecen en conidióforos sencillos y se forman en lesiones jóvenes como estrías (estadíos 2 y 3) y el primer estadío de mancha (estadío 4). Los conidios se producen más abundantemente en condiciones de alta humedad, en presencia de una película de agua.

El mismo autor señala que en *M. fijiensis*, las ascosporas se consideran más importantes para la dispersión de la enfermedad, especialmente a grandes distancias por efecto del viento, pero los conidios juegan un papel de prevalencia de la misma en periodos de baja humedad. Las ascosporas se producen en cuerpos fructíferos denominados pseudotecios en lesiones maduras, generalmente en las hojas más viejas en ambos lados de la hoja. Se requiere de suficiente agua lluvia o rocío para humedecer bien el pseudotecio y liberar las ascosporas. La liberación de aquellas es más abundante durante la noche que en el día y su capacidad de dispersión está limitada a unos pocos cientos de kilómetros debido a su susceptibilidad a la radiación ultravioleta. Se depositan en la superficie abaxial de la hoja en desarrollo (hoja bandera).

En Ghana, ciertas variedades de cacao, cultivadas en condiciones de vivero, son susceptibles al ataque de *Meloidogyne incognita*, especie que también ataca al cultivo del plátano, presentando hinchazones hipocótilas por encima del suelo, en raíces primarias y secundarias (Asare – Nyako y Owusu, 1977), sin embargo, en cacao en establecimiento no se han observado lesiones por nematodos comparadas con las del banano o plátano, en lugar de ello, al intercalar estos cultivos se reportan que el número de nematodos existentes en las raíces del cacao es inversamente proporcional a la distancia del banano o plátano (Olaolu, 1981).

Existen otros géneros importantes de nemátodos fitoparásitos como son *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* y *Radopholus*, reportados por Rivera *et al* (2001),

Espinoza *et al* (2003) y Triviño (2004), cuyo ataque puede ocasionar una disminución de hasta un 30% del número de raíces funcionales del plátano sin importar la edad del cultivo, lo que podría cambiar si se asociaran los cultivos de cacao y plátano, pues, según Jacobsen *et al* (2004) en Camerún la mayoría de personas practican sistemas de cultivos mezclados, esto hace que exista una amplia variedad de plantas hospederas para los nematodos, de modo que no se concentran en uno solo para producir daño como en el caso de un monocultivo.

Igual cosa podría suceder con el picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar), que es otra plaga importante del plátano ya que al destruir el rizoma (cormo, cepa) causa el volcamiento de plantas en más de un 10% con una pérdida del rendimiento estimado en un 30% además del debilitamiento fuerte de las que quedan de pie, tornándolas más susceptibles al ataque de Sigatoka negra y nematodos fitoparásitos (Vera *et al*, 2001; Quijije *et al*, 2001 y Espinoza *et al*, 2003).

Según Castrillón (2004) el picudo negro ataca en estado larval a musáceas en cualquier etapa de desarrollo, tanto en plantas provenientes de semilla *in vitro* o cormo, donde las larvas producen galerías que son puerta de entrada de microorganismos patógenos, afectando el vigor de los colinos y disminuyendo la vida útil de las plantaciones. Debido a que el insecto posee quimiorreceptores es fuertemente atraído por los compuestos volátiles contenidos en el cormo y en la base de la vaina de las hojas.

El mismo autor manifiesta que en Colombia la población del picudo negro está relacionada con el sistema de cultivo, siendo mayor en cultivos de plátano asociados con cacao o café seguido por el monocultivo y menores porcentajes con otros cultivos (hortalizas). Según Gold citado por Castrillón (2004), la asociación de cultivos no logró reducir la población del insecto en Tanzania, sin embargo Kehe citado por Castrillón (2004), manifiesta que en Costa de Marfil, la asociación banano/café, reduce la población, aunque en Ecuador no se han realizado estudios sobre esto, la situación podría presentarse diferente y obtener una reducción en la población del insecto al intercalar los cultivos de plátano y cacao.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Ubicación del área de investigación¹

El presente ensayo se realizó sobre una plantación cacao – plátano, sembrada en el mes de Mayo/2006 en el Lote “Las Tecas” de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), cantón Mocache, provincia de Los Ríos, a una altitud de 120 msnm, latitud 01° 05´Sur y longitud 79° 27´Oeste.

Según clasificación de Holdridge, la zona ecológica corresponde a un bosque húmedo tropical (bh-t), con temperatura media anual de 25 °C, precipitación media anual de 2.442,6 mm/año, heliofanía media anual de 889,4 horas/luz/año y una humedad relativa de 85,15 por ciento.

B. Características de la parcela experimental

Área total del ensayo : 29.717 m²

Área total de cada bloque : 4.752 m²

¹ Datos registrados de la Estación Meteorológica del INAHMI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. EET - Pichilingue. Promedio de 10 años registrados en la estación desde 1995 al 2005.

Número de bloques/repeticiones	:	4
Área de cada parcela experimental	:	864 m ² (24m x 36m)
Área de parcela útil	:	364.5 m ²
Separación entre bloques	:	3 metros
Separación entre parcelas	:	3 metros
Promedio de plantas/parcela/especie	:	100
Plantas útiles de cacao/parcela	:	36
Plantas útiles de plátano/parcela	:	60

C. Material vegetal utilizado

1. Plantas de cacao. Se utilizaron plantas pertenecientes al clon EET – 103 injertos en patrón de semilla de la variedad IMC – 67 como parcela útil, este mismo patrón se sembró en los bordes de las parcelas para posteriormente injertarse el clon EET – 103.

2. Plantas de plátano. Se utilizaron plantas del cultivar Barraganete provenientes de una plantación establecida cuyos colinos tenían aproximadamente 50 cm de altura, adicionalmente en la siembra se seleccionaron tamaños homogéneos de cormos (aproximadamente 1 kg) para colocarse en cada tratamiento/repetición.

D. Factores en estudio

Se evaluaron cuatro arreglos espaciales del sistema cacao – plátano, sobre las principales plagas de estos cultivos.

E. Tratamientos

1. Cacao - plátano en hileras dobles

El cacao fue dispuesto en hileras pareadas a 3,0 metros (entre planta) x 2,0 metros (entre hilera) x 4,0 metros de separación entre cada doble hilera. El tratamiento tuvo una densidad poblacional total de 1.944 plantas/ha, donde, el plátano se sembró a 6,0 metros entre cada doble hilera y 3,0 metros entre planta, con 0,5 metros dentro de la doble hilera, con densidades poblacionales de 833 plantas/ha y 1.111 plantas/ha, respectivamente (Anexo 2).

2. Cacao - plátano en hileras simples

Tanto en cacao como en plátano la distancia de siembra fue de 3,5 metros entre cada hilera y 3,0 m entre plantas. Este tratamiento tuvo una densidad poblacional total de 1.906 plantas/ha, con 953 plantas/ha para cada cultivo (Anexo 2).

3. Cacao - plátano en tres bolillo

El cacao y el plátano tuvieron un distanciamiento de 3,5 metros. Entre ellos se dispuso una hilera de plátano con una distancia de 1,75 x 3,5 metros, dando una densidad poblacional total de 2.838 plantas/ha, con 943 plantas/ha de cacao y 1.895 plantas/ha de plátano (Anexo 2).

4. Monocultivos de cacao y plátano en hileras simples (T)

Se utilizó un distanciamiento de 3,0 metros entre cada hilera y 3,0 metros entre planta, con una densidad poblacional de 1.111 plantas/ha (Anexo 2).

F. Diseño experimental

Los cuatro tratamientos representados por los sistemas cacao - plátano, fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones. Para el análisis estadístico de los datos de Escoba de bruja, cánceres, altura de planta de cacao, diámetro de tallo de cacao, índice de emisión foliar en plátano, índice de infección de Sigatoka negra, número de hojas funcionales, diámetro de pseudotallo, altura de planta de plátano, días a la cosecha, peso de racimo, área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) y población de Picudo negro, se realizó un análisis

de varianza (ADEVA) y para separar las medias entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Los resultados obtenidos de poblaciones de nematodos se describieron a través de un análisis de frecuencia y densidad poblacional, del mismo modo que con el tipo e intensidad de malezas donde los resultados se analizaron mediante el método de cuadro de frecuencia y abundancia.

G. Variables evaluadas y métodos utilizados

1. En cacao

a. Número de Escobas de bruja

En el mes de mayo/2007, se registró en una sola ocasión, el número de escobas cuando las plantas de cacao cumplieron un año de establecidas, donde se contó el total de escobas desarrolladas a nivel de brotes terminales, axilares y de pulvínulo de las plantas que comprendían la parcela útil (36 plantas).

b. Agrietamientos en tallo y ramas (cánceres)

Esta variable se registró en el mes de mayo/2007, contando el número de cánceres producidos en el tallo principal y en las ramas en 36 plantas de cacao cuando cumplieron un año de establecidas. Esta medida se realizó una vez al año.

c. Diámetro del tallo

En el mes de mayo/2007, se midió la circunferencia (cm) del tallo en 36 plantas de cacao a una altura de 15 cm utilizando una cinta métrica, desde la base del suelo. Esta medida se realizó una vez al año. El diámetro se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$D = \frac{C}{\pi}$$

Donde:

C = Circunferencia
D = Diámetro
 π = Constante (3.1416)

d. Altura de planta

En el mes de mayo/2007, se midió la altura (cm) de 4 - 5 ramas principales en 36 plantas de cacao desde la base del suelo utilizando una cinta métrica, se promediaron las medidas obteniendo la altura por planta. Esta medida se realizó una vez al año.

2. En plátano

a. Índice de emisión foliar en plátano

A partir de los cuatro meses de sembrado el sistema cacao – plátano, se registró, cada dos meses, el índice de emisión foliar designando a 10 plantas de plátano de la parcela útil de todos los tratamientos que tenían como componente al plátano. Esta variable consistió en determinar el tiempo desde que emerge una nueva hoja hasta que se abre completamente, utilizando para ello la escala de grados de emisión descrita por Belalcázar, Valencia y Lozada, (1991) hasta la floración (Anexo 3).

b. Índice de infección de Sigatoka negra

Quincenalmente, usando la escala de Stover modificada por Gauhl citado por Vera (2003) (Anexo 4), se registró el índice de infección de Sigatoka negra en plátano, desde que las plantas tuvieron cuatro meses de edad. Para el efecto se muestrearon 20 plantas al azar de la parcela útil de cada tratamiento hasta la floración y finalmente al momento de la cosecha (10 semanas después de la floración). El cálculo del índice de la enfermedad se realizó utilizando la fórmula propuesta por Townsend y Heuberger modificada citados por Reyes (1995) como se describe a continuación:

$$IE (\%) = \frac{\Sigma (a * b)}{k * n} * 100$$

Donde,

- $IE (\%) =$ Índice de la enfermedad en porcentaje
- $a =$ valores numéricos de la categoría de daño (escala de 0 a 6)
- $b =$ número de hoja afectadas por cada categoría de daño
- $k =$ número máximo de la escala ($k=6$)
- $n =$ número total de hojas evaluadas

c. Número de hojas funcionales

Al momento de la floración y la cosecha se registró el número de hojas funcionales. Se consideró hoja funcional aquella que presentó hasta grado 3, es decir, las que presentaron hasta 15% de área foliar afectada. Esta variable se determinó del registro de la escala anterior (b).

d. Diámetro del pseudotallo

Al momento de la floración se midió la circunferencia (cm) del pseudotallo en 10 plantas de plátano a una altura de 50 cm desde la base del suelo, utilizando para ello una cinta métrica (marca GIANT) y se calculó el diámetro en centímetros mediante la fórmula descrita en (c) para diámetro del tallo de cacao.

e. Altura de planta

Igualmente, al momento de la floración, se midió la altura de la planta (metros) de 10 plantas de plátano desde la base del suelo hasta el punto de inserción de la última hoja, utilizando para ello una regla de 4 metros de longitud.

f. Días a la cosecha

Se consideró como días a la cosecha el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la cosecha (en días) de la primera generación de plantas, cuando el 50% de racimos tuvieron 10 semanas después de la emergencia de la bellota.

g. Peso del racimo

Cosechado el racimo, se registró el peso total (raquis y manos) de los racimos en kilogramos de la primera generación de plantas dentro de la parcela útil de cada tratamiento.

h. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC)

Con los datos obtenidos de las evaluaciones de índice de infección de Sigatoka negra se determinó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), que cuantifica la enfermedad en el tiempo, con ayuda de la fórmula de Shaner y Finney citado por Vera, Suárez y Belezaca (2004).

$$\text{AUDPC} = \left[\sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i)/2][t_{i+1} - t_i] \right] / \Delta t$$

Donde:

n= Número de evaluaciones;

Y_i = Proporción de la enfermedad en la “i”- ésima observación;

t_i = Tiempo de la “i”- ésima observación, en días y

Δt = duración de la epidemia.

i. Población de nematodos

Semestralmente (en dos ocasiones) se registró la población de nematodos fitoparásitos y benéficos presentes mediante análisis nematológico de suelo y raíces. Para el análisis nematológico del suelo se colectaron tres submuestras de suelo por cada parcela (aproximadamente 200 g) utilizando una palilla metálica, en total se obtuvieron 20 muestras que fueron analizados en el laboratorio de Fitopatología del Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) siguiendo el método de Baerman modificado por Gowen y Edmuns modificado por INIAP citado por Rivera (2004).

Para el análisis nematológico en raíces, se extrajeron tres submuestras por parcela para conformar una sola, las raíces que se colectaron fueron de las plantas de plátano. En total sumaron 16 muestras que fueron analizadas en el laboratorio antes mencionado siguiendo el método de Taylor y Loegering modificado por INIAP citado por Rivera (2004).

Para efecto de análisis, se realizó un cálculo de la frecuencia y densidad poblacional de nematodos, utilizando la fórmula de frecuencia absoluta descrita por Volcy citado por Rivera (2004) y de densidad poblacional promedio descrita por Araya, Centeno y Carrillo citados por Rivera (2004), donde:

$$FA = \frac{NMCG}{NMA} \times 100$$

Donde:

FA = Frecuencia absoluta

NMCG = Número de muestras conteniendo un género

NMA = Número de muestras analizadas

$$DP = \frac{\sum NG}{NMA}$$

Donde:

DP = Densidad poblacional

$\sum NG$ = Sumatoria de nemátodos de un género

NMA = Número de muestras analizadas

j. Población de picudos negros

Semestralmente (en dos ocasiones) se colocaron trampas (una por cada parcela) tipo tajada o “sánduche” elaborada con porciones de pseudotallo de 80 cm de longitud con cuatro cortes transversales de 10 a 15 cm de ancho y dentro de ellas se introdujeron pedazos de piña que sirvieron como atrayente de los adultos del picudo negro. Las trampas se colocaron en el centro de cada parcela y fueron cubiertas con hojas de plátano para evitar su deshidratación rápida.

k. Tipo e intensidad de malezas

Al igual que para nematodos, en esta variable se realizó un análisis de frecuencia y abundancia, para determinar la dominancia de cada especie y observar diferencias entre los sistemas, para ello se utilizó el método de cuadro de frecuencia y abundancia definidos por Mejías y Burril *et al* citados por Cañizares *et al*, (2000). Se registraron en dos ocasiones, en la época lluviosa y seca las especies de malezas existentes en cada parcela. Para su identificación se utilizaron claves taxonómicas descritas por García *et al*, (1975) y Lorenzi (2000). Para el cálculo de la frecuencia, abundancia e índice de frecuencia y abundancia (dominancia) se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$F = \frac{Cs}{Ct} \times 100$$

Donde:

F = Frecuencia
 Cs = Número de cuadros con la especie
 Ct = Número total de cuadros.

$$A = \frac{Vsj}{Cs}$$

Donde:

A = Abundancia
 Vsj = Valor obtenido por la especie en los cuadros
 Cs = Número total de cuadros con la especie

$$I = F \times A$$

Donde:

I = Índice de frecuencia y abundancia
 F = Frecuencia
 A = Abundancia

H. Manejo del experimento

Se marcaron 20 plantas de plátano al azar por cada tratamiento dentro de la parcela útil, las cuales fueron objeto de evaluación durante el primer año del establecimiento. Para cacao se evaluaron 36 plantas de la parcela útil. Las parcelas se

identificaron con una caña guadua de 1,5 metros en cada esquina y pintada con color azul los 15 centímetros de la parte superior donde se describieron los respectivos tratamientos y repeticiones. El manejo agronómico se realizó de acuerdo a las prácticas de manejo recomendadas por el IPM/CRSP para plátano y por Suárez (1993) para cacao.

Las labores realizadas en plátano fueron las siguientes:

- Deshoje fitosanitario quincenal, que consistió en la eliminación total de hojas dobladas y totalmente necrosadas por la Sigatoka negra.
- Cirugía de hojas quincenal, que consistió en eliminar partes de la hoja que se encontraban necrosadas.
- Deshije cada dos meses, cuidando de dejar uno para la siguiente generación.
- Deschante cada mes en la época lluviosa y cada 2 meses en la época seca.
- Cosecha de plátano de la primera generación de plantas
- Repique de cormos de las plantas cosechadas.

Las labores para cacao fueron las siguientes:

- Deschuponamiento cada dos meses
- Riego quincenal en la época seca (10 litros/planta)
- Poda fitosanitaria

Las labores para cada sistema en conjunto fueron:

- Fertilización para cacao (135 kg/ha de N, 14 kg/ha de P_2O_5 y 135 kg/ha de K_2O) (Mite y Motato, 1993).
- Fertilización en plátano (65 kg/ha de N, 45 kg/ha de P_2O_5 y 156 kg/ha de K_2O) (Tazán, 2003) distribuidos en la siembra y a entrada y salida de la época lluviosa.
- Control de malezas manual cada mes en la época lluviosa y cada dos meses en la época seca, después de la evaluación de especies de maleza.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente estudio se presentan a continuación:

A. Cultivo de cacao

1. Número de Escobas de bruja

En la infección de escoba de bruja en cacao (Figura 1), se observaron diferencias estadísticas significativas tanto en escobas totales, axilares, terminales y pulvínulo. El monocultivo presentó mayor valor de infección con promedio de 2,36 escobas axilares, 1,73 escobas terminales y 2,24 pulvínulos infectados, dando una sumatoria promedio total de 3,39 escobas/planta, seguido por el arreglo espacial cacao - plátano en hileras simples con 1,77 escobas axilares, 1,54 escobas terminales y 1,60 pulvínulos infectados, con un promedio de 2,45 escobas de bruja/planta.

Los tratamientos cacao - plátano en hileras dobles y en tres bolillo presentaron los menores valores con 2,40 y 1,54 escobas/planta respectivamente.

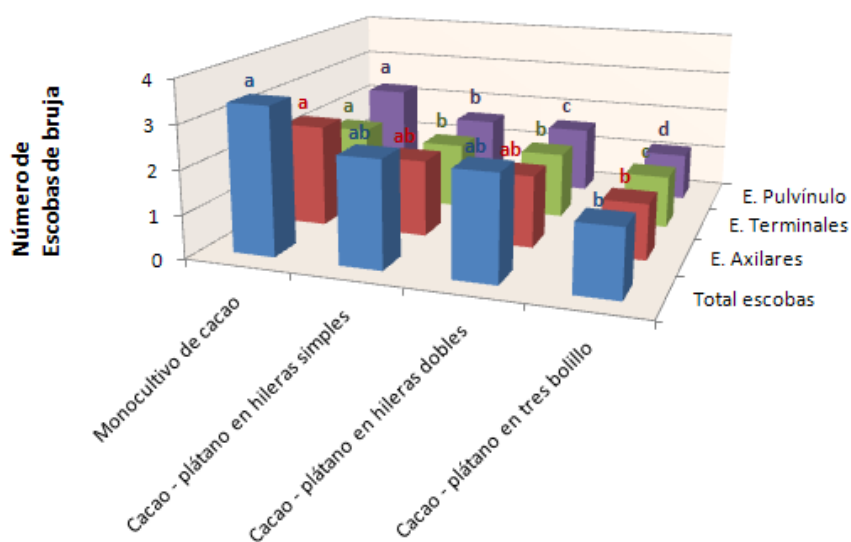


Figura 1. Número de Escobas de bruja clasificadas en totales, axilares, terminales y de pulvínulo, registradas en plantas de cacao manejadas en cuatro arreglos espaciales asociadas con plátano durante el primer año del establecimiento. EET – Pichilingue 2008.

2. Agrietamiento en tallo y ramas (cánceres)

En cuanto a número de cánceres producidos en tallo y ramas de las plantas de cacao se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$), donde el monocultivo presentó mayor susceptibilidad con 1,80 cánceres/planta, seguido por los arreglos cacao - plátano en hileras dobles y simples con 1,47 y 1,43 cánceres/planta, respectivamente. Finalmente se encuentra el arreglo cacao - plátano en tres bolillos con 1,33 cánceres/planta (Figura 2).

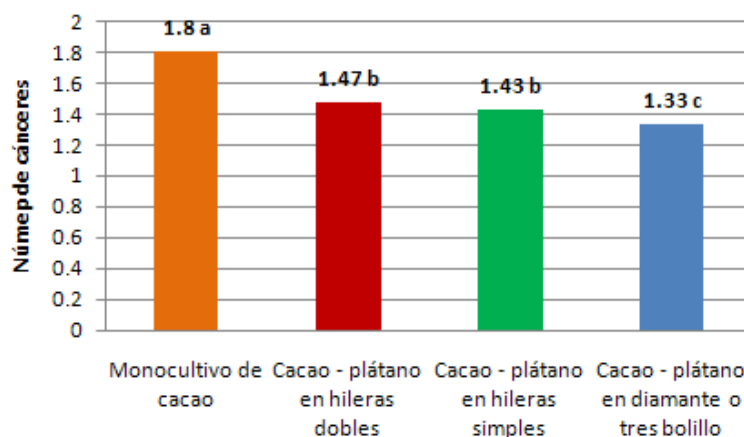


Figura 2. Promedio total de cánceres en tallos y ramas de cacao de un año de edad. EET – Pichilingue 2008

3. Diámetro de tallo

Diferencias estadísticas altamente significativas se encontraron en la evaluación del diámetro de tallo de las plantas de cacao (Figura 3) donde el monocultivo de cacao tiene el mayor promedio con 3,37 cm/planta seguido por los arreglos cacao - plátano en hileras dobles y simples con 3,18 y 3,02 cm/planta en su orden. El sistema cacao - plátano en tres bolillo presenta el menor valor con 2,50 cm/planta.

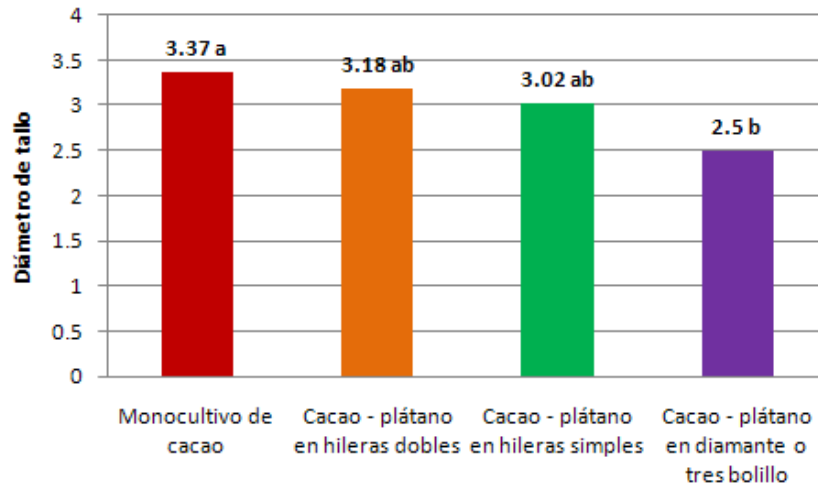


Figura 3. Registro de diámetro (cm) de tallo de cacao en diferentes arreglos evaluados a un año de edad del cultivo. EET – Pichilingue 2008.

4. Altura de planta

El tratamiento de cacao - plátano en doble hilera y el monocultivo de cacao presentaron los mayores valores de altura de planta (Figura 4) con 112,78 y 110,60 cm/planta respectivamente, los mismos que se diferenciaron estadísticamente de los tratamientos cacao - plátano en hileras simples y en tres bolillo que presentaron los menores valores (106,55 y 94,65 cm/planta respectivamente).

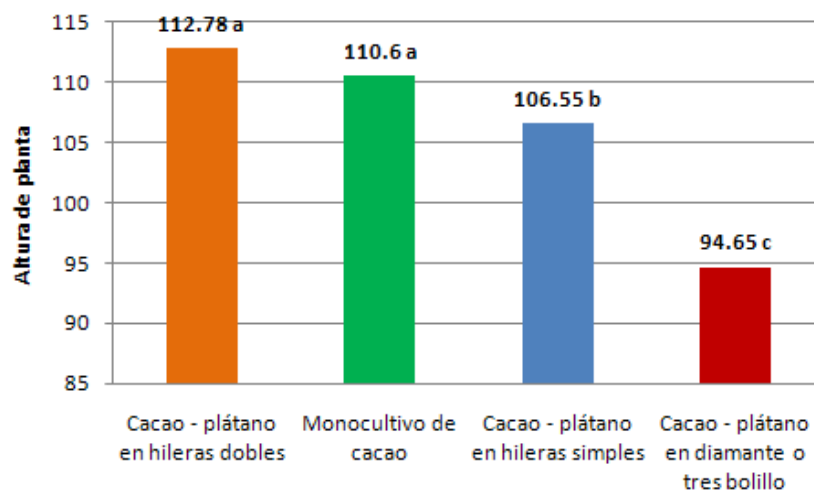


Figura 4. Altura de planta (cm) de cacao en cuatro arreglos evaluados a un año de edad del cultivo. EET – Pichilingue 2008.

B. Cultivo de plátano

1. Índice de emisión foliar

Sin diferencias estadísticas significativas se presentaron los resultados sobre índice de emisión foliar en plátano.

En el Cuadro 1, se observa que el monocultivo de plátano presentó el mayor índice en la época seca con 8,40 días/hoja, mientras que el menor valor le corresponde al arreglo cacao - plátano en tres bolillo con 7,60; los otros dos tratamientos

tienen valores intermedios; en la época lluviosa el mayor índice se presentó en el arreglo cacao - plátano en hileras simples (6,28), y el menor valor lo tiene el arreglo en diamante o tres bolillo con 5,45; los otros dos tratamientos poseen valores intermedios.

Cuadro 1. Índice de emisión foliar en plátano durante las épocas seca y lluviosa, en los cuatro arreglos espaciales del sistema mixto cacao – plátano en la primera fase de establecimiento. EET – Pichilingue 2008

Tratamientos	Épocas	
	Seca	Lluviosa
Cacao - plátano en hileras dobles	8,13	6,20
Cacao - plátano en hileras simples	8,33	6,28
Cacao - plátano en tres bolillo	7,60	5,45
Monocultivo de plátano	8,40	6,02
CV%	8,29	9,97
Fcalc.	2,68 ^{ns}	2,83 ^{ns}

2. Índice de infección de Sigatoka negra

Los cuatro arreglos espaciales no mostraron diferencias estadísticas significativas durante las evaluaciones quincenales ni en la época de floración y cosecha. En la Figura 5 se aprecia que durante los dos primeros meses (Sep – Oct) los valores son prácticamente iguales entre los tratamientos, pero conforme avanzan los meses (Nov - Ene), se observa un descenso en el índice de infección hasta llegar prácticamente a cero.

A partir del mes de febrero, los valores se incrementan continuando en el mes de marzo, donde se aprecia una ligera tendencia de parte del monocultivo a tener mayores índices en los posteriores ciclos de producción.

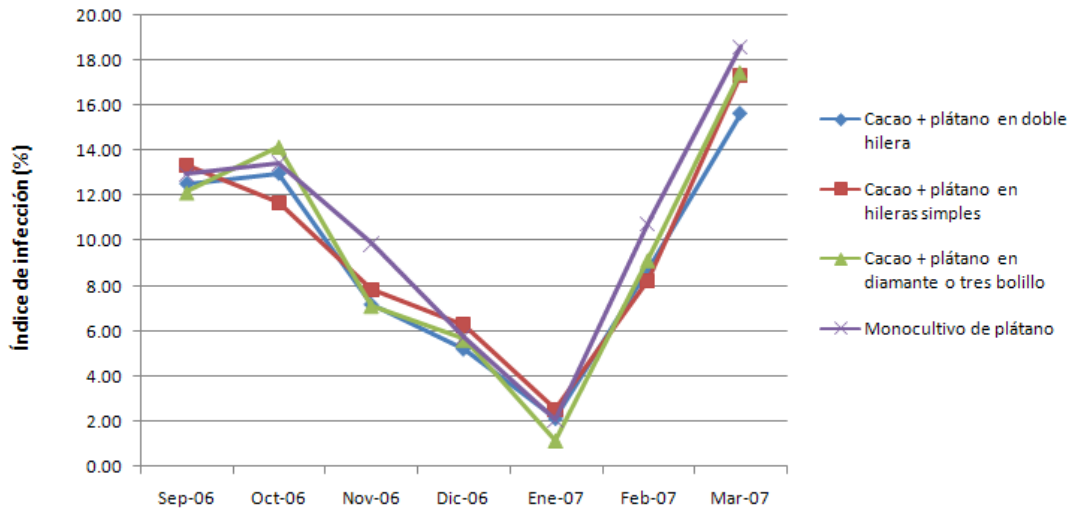


Figura 5. Índice de infección de la enfermedad de la Sigatoka negra en los arreglos espaciales del sistema mixto cacao – plátano de la primera generación de plantas de plátano. EET – Pichilingue 2008

3. Número de hojas funcionales

Los valores del Cuadro 2 muestran el número de hojas funcionales en promedio en cada tratamiento a la floración y a la cosecha. En el primer caso, los cuatro sistemas llegaron casi con el mismo número de hojas funcionales (14,40 hojas) a excepción del arreglo cacao - plátano en tres bolillo que presentó aproximadamente dos

hojas menos (12,95). A la cosecha, se presentaron más variaciones (entre 8.5 y 6.5 hojas) entre los tratamientos aunque sin llegar a precisar diferencias estadísticamente, el menor valor presentó el arreglo cacao - plátano en tres bolillo.

Cuadro 2. Número de hojas funcionales a la floración y cosecha de plátano en los diferentes arreglos espaciales del sistema mixto cacao – plátano en el primer año de la fase de establecimiento. EET – Pichilingue 2008

Tratamientos	Hojas Funcionales	
	Floración	Cosecha
Cacao - plátano en hileras dobles	14,40	8,50
Cacao - plátano en hileras simples	14,40	8,38
Cacao - plátano en diamante o tres bolillo	12,95	6,50
Monocultivo de plátano	14,40	7,73
CV%	5,92	21,62
Fcalc.	3,18 ^{ns}	0,23 ^{ns}

4. Diámetro de pseudotallo

Los cuatro arreglos espaciales en estudio dieron como resultado valores similares para diámetro de pseudotallo con 16,23 cm en cacao – plátano en hileras dobles, 16,03 cm en cacao – plátano en hileras simples, 16,15 en cacao – plátano en tres bolillo y 16,45 cm en el monocultivo, sin diferencias estadísticas significativas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diámetro de pseudotallo (cm) en los diferentes arreglos espaciales del sistema mixto cacao – plátano durante el primer año de la fase de establecimiento. EET – Pichilingue 2008

Tratamientos	Diámetro de pseudotallo (cm)
Cacao - plátano en hileras dobles	16,23
Cacao - plátano en hileras simples	16,03
Cacao - plátano en diamante o tres bolillo	16,15
Monocultivo de plátano	16,45
CV%	6,30
Fcalc.	0,12 ^{ns}

5. Altura de planta

En cuanto a altura de planta los valores se presentaron similares en los cuatro arreglos espaciales con 2,50 m en cacao – plátano en hileras dobles, 2,48 m en cacao – plátano en hileras simples, 2,48 m en cacao – plátano en tres bolillo y 2,50 m en el monocultivo, sin encontrar diferencias estadísticas entre los sistemas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Altura de planta (m) del plátano en los diferentes arreglos espaciales del sistema mixto cacao – plátano durante el primer año de la fase de establecimiento. EET – Pichilingue 2008

Tratamientos	Altura de planta (m)
Cacao - plátano en hileras dobles	2,50
Cacao - plátano en hileras simples	2,48
Cacao - plátano en diamante o tres bolillo	2,48
Monocultivo de plátano	2,50
CV%	4,36
Fcalc.	0,06 ^{ns}

6. Días a la cosecha de plátano

Cuando se registró el tiempo desde la siembra hasta la cosecha, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, sin embargo el monocultivo de plátano presentó el menor tiempo con 357 días en promedio, mientras que el mayor tiempo lo presentó el arreglo de cacao - plátano en tres bolillo (366 días), los otros tratamientos presentaron valores intermedios (Cuadro 5).

Cuadro 5. Días a la cosecha de plátano desde la siembra en los cuatro arreglos espaciales para el primer ciclo de cosecha. EET – Pichilingue 2008

Tratamientos	Días a la cosecha
Cacao - plátano en hileras dobles	358,14
Cacao - plátano en hileras simples	360,44
Cacao - plátano en tres bolillo	366,28
Monocultivo de plátano	357,86
CV%	3,33
Fcalc.	0,42 ^{ns}

7. Peso de racimo

El Cuadro 6 muestra el promedio de peso de racimo (raquis y manos) por tratamiento, y aunque tampoco hubo diferencias estadísticas significativas, hay diferencias numéricas entre ellos. El mayor peso se encontró en el arreglo cacao - plátano en hileras simples con 14,46 kg, seguido por el monocultivo de plátano con 14,00 kg, los tratamientos de cacao - plátano en hileras dobles y en tres bolillo obtuvieron los menores pesos con 13,31 y 12,72 kg respectivamente.

Cuadro 6. Peso del racimo (kg) del plátano en los cuatro arreglos espaciales evaluados en el primer año de establecimiento. EET – Pichilingue 2008

Tratamientos	Peso de racimo (kg)
Cacao - plátano en hileras dobles	13,31
Cacao - plátano en hileras simples	14,46
Cacao - plátano en diamante o tres bolillo	12,72
Monocultivo de plátano	14,00
CV%	17,59
Fcalc.	0,41 ^{ns}

8. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC)

En la Figura 6 se observa que el sistema de producción de monocultivo de plátano presenta el mayor valor de AUDPC con 1518,67 superando a los arreglos mixtos por casi 200 u², mientras que el de menor valor es el tratamiento de cacao - plátano en hileras dobles con 1259,15, estos datos no difieren estadísticamente entre ellos.

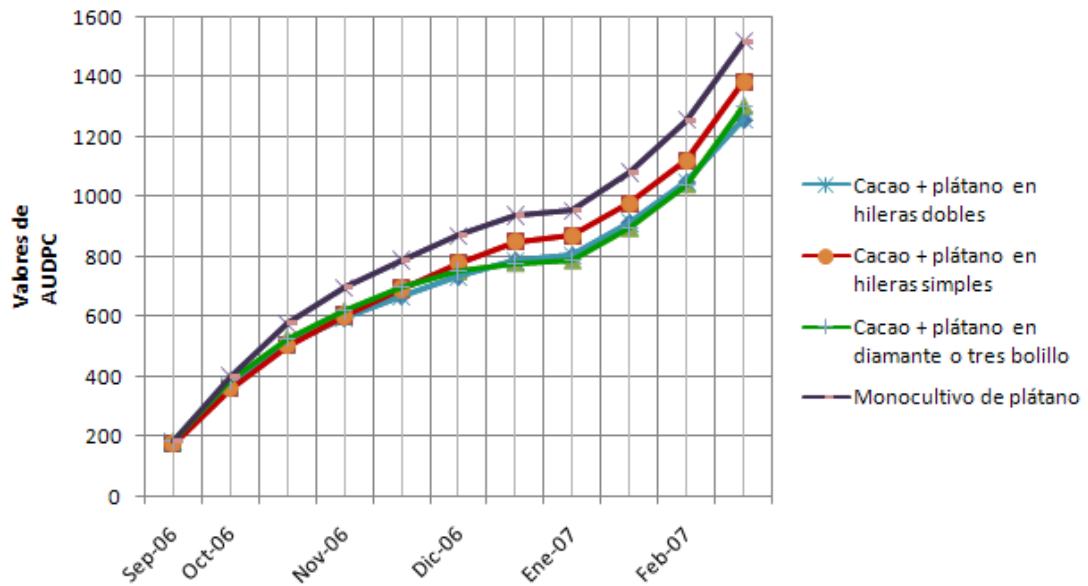


Figura 6. Valores de AUDPC para la primera generación de plantas de plátano del sistema cacao – plátano. EET – Pichilingue 2008

9. Población de nematodos

a. Frecuencia absoluta en el suelo

El género *Meloidogyne*, se presentó como el más frecuente sobre los demás nematodos fitoparásitos encontrados en suelo, en especial en el arreglo cacao - plátano en tres bolillo, donde presentó la mayor frecuencia con 75,00% mientras que el menor valor se obtuvo en el monocultivo de cacao con 41,67%, los otros arreglos tienen valores intermedios (Cuadro 7).

Radopholus similis, se presenta en los tratamientos: cacao - plátano hileras dobles, tres bolillo y monocultivo de plátano con 16,67%, en el arreglo cacao - plátano en hileras simples tiene un 25,00% de frecuencia, mientras que el monocultivo de cacao no se presenta (Cuadro 7).

Helicotylenchus spp, tiene la misma frecuencia en el monocultivo de plátano, monocultivo de cacao y cacao - plátano en hileras simples con el 16,67%, en el arreglo cacao - plátano en hileras dobles presenta un 8,33%, mientras que en el arreglo cacao - plátano en tres bolillo no se presenta (Cuadro 7)

El género *Pratylenchus* se encontró en igual proporción con 16,67% de frecuencia en el monocultivo de cacao y en el arreglo cacao - plátano en tres bolillo, en el arreglo cacao - plátano hileras simples la frecuencia es de 8,33%, mientras que en los tratamientos de cacao - plátano en hileras dobles y el monocultivo de plátano no se presenta (Cuadro 7).

En cuanto a los nematodos benéficos encontrados, *Rhabditis spp*, es el de mayor frecuencia absoluta, con 91,67% en los arreglos cacao - plátano en tres bolillo y cacao - plátano en hileras dobles, con 83,33% se presenta en los arreglos cacao - plátano en hileras simples y los monocultivos de cacao y de plátano.

El género *Dorylaimus*, se presentó con mayor frecuencia en el arreglo cacao - plátano en diamante o tres bolillo con 66,67%, seguido por el arreglo cacao - plátano en doble hilera con 58,33% y el monocultivo de plátano con 41,67%, a continuación se encuentra el arreglo cacao - plátano en hileras simples con 25,00% y por último el monocultivo de cacao con 33,33%. El género *Mononchus*, se presentó con mayor frecuencia absoluta en el monocultivo de plátano con 16,67%, mientras que el resto de arreglos tienen la misma frecuencia de 8,33% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de frecuencia absoluta de nematodos fitoparásitos y benéficos presentes en el suelo dentro de cada sistema cacao – plátano durante el primer año de la fase de establecimiento. EET – Pichilingue 2008

Tipo de nematodos		Cacao - plátano en hileras dobles	Cacao - plátano en hileras simples	Cacao - plátano en tres bolillo	Monocultivo de cacao	Monocultivo de plátano
Fitoparásitos	Meloidogyne spp	66,67	58,33	75,00	41,67	50,00
	Radopholus similis	16,67	25,00	16,67	0,00	16,67
	Helicotylenchus spp	8,3	16,67	0,00	16,67	16,67
	Pratylenchus spp	0,00	8,33	16,67	16,67	0,00
Benéficos	Mononchus spp	8,33	8,33	8,33	8,33	16,67
	Rhabditis spp	91,67	83,33	91,67	83,33	83,33
	Dorylaimus spp	58,33	25,00	66,67	33,33	41,67

b. Densidad poblacional en el suelo

Meloidogyne spp., posee la mayor densidad poblacional sobre los otros nematodos fitoparásitos en suelo, donde, en el arreglo cacao - plátano en hileras dobles presentó el mayor valor con 2366,66 nematodos/100cm³ de suelo, y los menores valores los tienen los monocultivos de plátano y de cacao con 383,33 y 166,66 nemátodos respectivamente, los demás arreglos poseen valores intermedios, mientras que *Radopholus similis* no se presentó en grandes poblaciones, al igual que *Helicotylenchus* y *Pratylenchus* (Cuadro 8).

En cuanto a nematodos benéficos, el género *Rhabditis*, se destaca como el de mayor población, es así que en el arreglo cacao - plátano en hileras dobles se encontró una población promedio de 1166,67 nematodos/100 cm³ de suelo, seguido por el monocultivo de cacao con 966,67 nematodos, a continuación se encuentra el arreglo cacao - plátano en tres bolillo con 683,33 nematodos, y por último se encuentran los arreglos cacao - plátano en hileras simples con 550,00 nematodos y el monocultivo de plátano con 533,33 nematodos; los otros géneros encontrados *Dorylaimus* y *Mononchus*, se encontraron en muy bajas poblaciones durante el primer año (Cuadro 8).

Cuadro 8. Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos y benéficos en 100 cm³ de suelo dentro de cada sistema cacao – plátano durante el primer año de la fase de establecimiento. EET – Pichilingue 2008

Tipo de nematodos		Cacao - plátano en hileras dobles	Cacao - plátano en hileras simples	Cacao - plátano en tres bolillo	Monocultivo de cacao	Monocultivo de plátano
Fitoparásitos	Meloidogyne spp	2366,66	833,33	583,33	166,66	383,33
	Radopholus similis	33,33	66,67	33,33	0,00	50,00
	Helicotylenchus spp	33,33	50,00	0,00	366,67	166,67
	Pratylenchus spp	0,00	16,67	33,33	33,33	0,00
Benéficos	Rhabditis spp	1166,67	550,00	683,33	966,67	533,33
	Dorylaimus spp	200,00	116,67	266,67	100,00	150,00
	Mononchus spp	16,67	16,67	33,33	33,33	66,67

c. Frecuencia absoluta en raíces

En el análisis nematológico de raíces (Cuadro 9), también el género *Meloidogyne*, se presentó como el de mayor frecuencia absoluta con un 100,00% en los arreglos cacao - plátano en hileras dobles, y de tres bolillo, y con un 87,50% en el monocultivo de plátano y cacao - plátano en hileras simples, en cuanto a *Radopholus similis*, la mayor frecuencia se encontró en el monocultivo de plátano con 87,50% seguido por el arreglo cacao - plátano en hileras simples con 75,00%, mientras que los arreglos cacao - plátano en hileras dobles y tres bolillo presentan menores valores (50,00 y 25,00% respectivamente); en cuanto a *Helicotylenchus spp*, los arreglos con mayor

frecuencia fueron el monocultivo de plátano y cacao plátano en doble hilera con 50,00%, los dos arreglos restantes presentan una frecuencia absoluta del 25,00 por ciento.

El género de nematodo no parásito *Rhabditis*, se encontró únicamente en el monocultivo de plátano con 12,50%, mientras que *Dorylaimus* se encontró solamente en los arreglos cacao - plátano en hileras dobles y simples con 25,00% en ambos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Porcentaje de frecuencia absoluta de nematodos fitoparásitos y benéficos en raíces de plátano de cada sistema cacao – plátano durante el primer año de la fase de establecimiento. EET – Pichilingue 2008

Tipo de nematodos		Cacao - plátano en hileras dobles	Cacao - plátano en hileras simples	Cacao - plátano en tres bolillo	Monocultivo de plátano
Fitoparásitos	Meloidogyne spp	100,00	87,50	100,00	87,50
	Radopholus similis	50,00	75,00	25,00	87,50
	Helicotylenchus spp	50,00	25,00	25,00	50,00
Benéficos	Rhabditis spp	0,00	0,00	0,00	12,50
	Dorylaimus spp	25,00	25,00	0,00	0,00

d. Densidad poblacional en raíces

Una alta población del género *Meloidogyne* se observó en el monocultivo de plátano con 7.325,00 nematodos/100 g de raíces (Cuadro 10), seguidamente se encuentra el arreglo cacao - plátano en hileras dobles con 3.675,00 nematodos, a continuación se encuentra el arreglo cacao - plátano en hileras simples con una población promedio de 2.525,00 nematodos y por último se encuentra con menor población de este género de nematodo el arreglo cacao - plátano en tres bolillo con 1.462,5 nematodos.

El género *Helicotylenchus*, se presentó con mayor población en el arreglo cacao - plátano en hileras simples con 1.075,00 nematodos/100 g de raíces, seguido por el monocultivo de plátano con 275,00 nematodos y por último se encuentran los arreglos cacao - plátano con hileras dobles y en tres bolillo con 200,00 y 75,00 nematodos respectivamente. *Radopholus similis* se presentó con una alta población en el monocultivo de plátano con 2.000,00 nematodos/100 g de raíces, seguido por el arreglo cacao - plátano en hileras simples con 700,00 nematodos, y por último se encuentran con menor población los arreglos cacao - plátano en hileras dobles y en tres bolillo con 375,00 y 150,00 nematodos, respectivamente.

Cuadro 10. Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos y benéficos en 100 gramos de raíces de plátano de cada sistema cacao – plátano durante el primer año de la fase de establecimiento. EET – Pichilingue 2008

Tipo de nematodos		Cacao - plátano en hileras dobles	Cacao - plátano en hileras simples	Cacao - plátano en tres bolillo	Monocultivo de plátano
Fitoparásitos	Meloidogyne spp	3.675,00	2.525,00	1.462,50	7.325,00
	Radopholus similis	375,00	700,00	150,00	2.000,00
	Helicotylenchus spp	200,00	1.075,00	75,00	275,00
Benéficos	Rhabditis spp	0,00	0,00	0,00	50,00
	Dorylaimus spp	75,00	100,00	0,00	0,00

10. Población de picudos negros

Los cuatro arreglos espaciales no mostraron diferencias estadísticas significativas en cuanto al número promedio de picudos por trampa. En la Figura 7 se aprecia que el arreglo cacao - plátano en tres bolillo presenta el mayor valor (17,00 picudos) seguida por el monocultivo de plátano (13,50) y por último se encuentran los arreglos cacao - plátano en hileras simples y dobles (9,00 y 6,50), respectivamente.

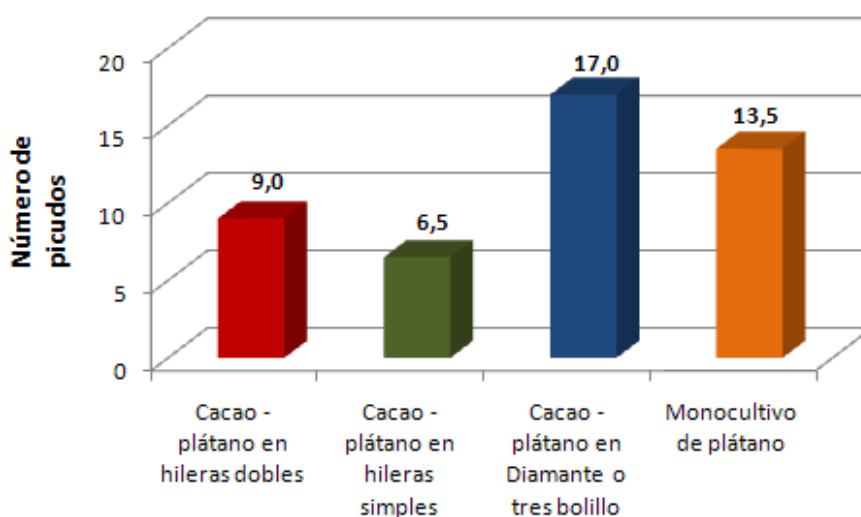


Figura 7. Número de picudos negros/trampa/arreglo espacial del sistema cacao – plátano durante el primer año de la fase de establecimiento. EET – Pichilingue 2008

11. Malezas en el sistema cacao – plátano

En el Cuadro 11 se observa que en los cuatro sistemas donde se encuentra el cultivo de plátano asociado o en monocultivo se destaca como la maleza más dominante a *Peperomia pellucida* con un índice desde 11,16 a 19,58 mientras que el monocultivo de cacao la maleza dominante fue *Galinsoga spp* con un índice de 13,75; en el mismo cuadro se puede observar varias especies de malezas cuyos índices no muestran una diferencia significativa entre los arreglos, entre las malezas más sobresalientes encontradas son: *Ludwigia decurrens*, *Galinsoga spp*, *Chamaesyce hirta*, *Sida sp*, *Laporteia aestuans* y *Eleusine indica*.

Cuadro 11. Índice de frecuencia y abundancia (dominancia) por especie de maleza/sistema durante el primer año de la fase de establecimiento. EET – Pichilingue 2008

Malezas	Sistemas	Nombre común	Cacao - plátano en hileras dobles	Cacao - plátano en hileras simples	Cacao - plátano en diamante o tres bolillo	Monocultivo de cacao	Monocultivo de plátano
Peperomia pellucida		Cordoncillo	19.58	12.45	15.55	0.99	11.16
Ludwigia decurrens		nc	5.56	0.41	0.48	1.65	0.20
Galinsoga spp		nc	2.98	10.18	0.93	13.75	5.94
Chamaesyce hirta		nc	2.61	2.02	11.15	6.24	1.83
Laportea aestuans		nc	2.30	3.09	5.05	0.62	1.10
Bidens pilosa		nc	1.86	0.46	2.24	0.11	1.79
Cyathula prostrata		nc	1.65	1.64	0.00	3.83	0.16
Eleusine indica		Paja de burro	1.23	1.30	2.70	1.86	2.38
Digitaria sanguinalis		Pata de gallina	0.96	0.53	1.23	0.68	1.57
Heteranthera limosa		nc	0.79	3.24	0.00	0.00	1.73
Phyllanthus spp		nc	0.64	5.02	2.92	0.26	0.71
Sida spp		Escoba	0.63	9.03	2.56	3.96	0.97
Amaranthus spinosus		Bledo	0.42	0.96	0.25	0.28	0.00
Commelina spp		nc	0.30	0.00	0.00	0.14	0.08
Panicum maximun		Saboya	0.12	0.16	0.02	0.08	0.02
Rottboellia cochinchinensis		Caminadora	0.00	0.91	0.08	0.12	0.04
Desmodium spp		pega pega	0.00	0.16	1.11	0.15	0.00
Emilia sonchifolia		nc	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00
Phaseolus atropurpureus		Siratro	0.00	0.08	0.08	0.00	0.00
Euphorbia heterophylla		Lechosa	0.00	0.02	0.02	0.29	0.00
Momordica charantia		Achochilla	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
Portulaca oleracea		Berdolaga	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Blechum pyramidatum		nc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

nc: no conocido

V. DISCUSIÓN

A. Cacao

En este cultivo se observó un efecto evidente de la barrera producida por el plátano, como se demuestra en los sistemas asociados donde existe una menor infección en comparación con el monocultivo, debido a que posiblemente se evita la fácil dispersión de las basidiosporas desarrolladas por el hongo *Moniliophthora perniciosa*, lo cual concuerda con lo mencionado por Suárez (1993) y Powers y McSorley (2001), quienes manifiestan que cultivos solos son más susceptibles al ataque de plagas y además que al asociarlos estos proveen de material orgánico que puede ser aprovechado mutuamente favoreciendo su desarrollo y resistencia a ciertos patógenos.

A pesar de que el monocultivo de cacao posee los mayores valores en cuanto a infección por escoba de bruja, resultó tener la mayor altura de planta y diámetro de tallo junto con el arreglo cacao - plátano en hileras dobles. Estas diferencias entre los tratamientos se debió posiblemente a la competencia por efecto de las densidades poblacionales entre los arreglos para el aprovechamiento de nutrientes y luz entre los dos tipos de cultivos, esto concuerda con lo mencionado por Hadfield *et al* (1993), quienes manifiestan que mientras mayor es la población de plantas, mayor es la competencia por nutrientes y espacio, y lo indicado por Amores (2006) quién señala que la disposición de las plantas es un factor que les permite aprovechar el agua del suelo y la luz solar para

realizar más eficientemente la fotosíntesis y absorción de nutrientes para su desarrollo inicial en campo.

B. Plátano

En esta fase, el desarrollo dentro de las plantas de cacao de los arreglos espaciales no constituyó competencia para plátano, lo que puede explicar el comportamiento de la Sigatoka negra en cuanto al índice de infección presentado durante el primer año. El desarrollo del plátano tampoco fue afectado por los arreglos, esto se demuestra en los resultados obtenidos de emisión foliar, diámetro de pseudotallo, altura de planta, peso de racimo y días a la cosecha, donde no existieron diferencias estadísticas significativas. Situación diferente se presenta en un sistema de monocultivo establecido con alta densidad poblacional como lo mencionan Belalcázar *et al* (1991)(a), Belalcázar, Rosales y Espinoza (2004) y Álvarez y Beltrán (2004), quienes manifiestan que los parámetros de desarrollo del cultivo de plátano se ve afectado, como es el caso del diámetro de pseudotallo, altura de planta y días a la cosecha que se incrementan a una mayor densidad.

Sin embargo fue posible observar diferencias aritméticas entre los diferentes arreglos espaciales, especialmente en relación al área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), donde el monocultivo presenta el mayor valor, posiblemente

debido a los factores micro climáticos (temperatura y humedad relativa) que se fueron modificando en cada sistema al alcanzar un mayor desarrollo de las plantas y que influyeron sobre el desarrollo de la enfermedad según mencionan Belalcázar, Merchán y Mayorga (1991), Orozco – Santos *et al* (2002) y Guzmán (2004) quienes señalan que mientras mayor es la humedad relativa y temperatura del ambiente, mayor es la incidencia y severidad de la Sigatoka negra.

En los arreglos se presentaron un alto número de hojas funcionales al momento de la floración (>12) y la cosecha del plátano (>6), posiblemente debido a que la presión de inóculo del hongo causante de la Sigatoka negra no era alto en el tiempo en que florecieron las plantas por tratarse de la época seca. Esto concuerda con Guzmán (2004) y Belalcázar, Merchán y Mayorga (1991) quienes manifiestan que la época lluviosa incrementa la patogenicidad del hongo mientras que en la época seca disminuye. Esto permitió llegar a la cosecha con un número de hojas funcionales entre 6.5 y 8.5 en promedio, el arreglo de cacao - plátano en tres bolillo alcanzó apenas 6 hojas indicando que en este tipo de arreglo la dispersión de esporas y su subsecuente germinación/penetración es más eficiente que en los otros sistemas.

Evidentemente la población de picudos adultos no es afectada por la disposición de los arreglos del sistema cacao – plátano durante el primer año del establecimiento, a pesar que es una plaga específica del cultivo de plátano, la presencia del cacao no parece ejercer un efecto en el desarrollo poblacional del insecto en comparación con el

monocultivo. Estos resultados difieren con los obtenidos por Castrillón y Gold citados por Castrillón (2004) donde mencionan que la población de picudos es mayor en sistemas asociados que en monocultivos, y aunque los valores entre los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas, la mayor población del insecto lo presentó el arreglo cacao - plátano tres bolillo, lo cual posiblemente se deba a que las condiciones de humedad y luz de este sistema crean un ambiente más favorable para su reproducción y desarrollo, debido a que los picudos se localizan en dichos ambientes para colocar los huevos en el interior de los cormos de las plantas de plátano como lo mencionan Belalcázar (1991), Merchán (2004) y Castrillón (2004).

El análisis nematológico realizado en suelo y raíces de plantas de plátano para cada arreglo espacial, determinó la existencia de los nematodos fitoparásitos representados por *Meloidogyne spp*, *Radopholus similis*, *Helicotylenchus spp* y *Pratylenchus spp*. Entre los nematodos benéficos se encontraron *Rhabditis spp* (bacteriófago), *Mononchus spp* (Predador) y *Dorylaimus spp* (Omnívoro), lo cual confirma lo indicado por Rivera (2004) y Araya (2004), quienes señalan que dichos nematodos están asociados a las plantaciones de plátano.

El género *Meloidogyne*, se presentó con más frecuencia en todos los sistemas de arreglos espaciales, tanto en suelo como en raíces, esto lo confirma Rivera (2004), Triviño (2004), Varón (1991) y Olaolu (1981) quienes manifiestan que este género es el

más frecuente en el plátano por su amplio rango de hospederos que les permite aumentar su población.

El monocultivo plátano presentó la mayor población de *Meloidogyne spp* en las raíces en comparación con los arreglos asociados, lo cual posiblemente se deba a que el nemátodo tenga mayor alimento con las raíces del plátano que alcanzaron de 3 a 4 metros de longitud. En tanto que en los arreglos asociados, las poblaciones disminuyen por la diversidad de raíces dada por el cacao y plátano. Esto concuerda con lo encontrado por Jacobsen *et al* (2004), quienes señalan que en cultivos asociados existe una disminución en la población de nematodos fitoparásitos cuyo daño no es tan eficiente en comparación con el monocultivo.

Las diferencias de las poblaciones de los nematodos (*Meloidogyne*, *Radopholus*, entre otros) entre los tratamientos posiblemente se deba a variaciones de humedad y temperatura del suelo, esto concuerda con Araya (2004) quien manifiesta que los mencionados parámetros alteran las poblaciones de nematodos en el suelo.

La población de malezas, en los arreglos donde se estudió el plátano, la más predominante fue *Peperomia pellucida*, conocida vulgarmente como “cordoncillo”, lo cual confirma lo mencionado por Tazán (2003) donde indica que esta es una de las malezas más frecuentes del cultivo de plátano. Al respecto García *et al* (1975) indican

que esta maleza se presenta en la época lluviosa posiblemente debido a su característica de requerir suelos húmedos y sombreados para su desarrollo.

En el monocultivo de cacao la situación es diferente, ya que la maleza dominante fue *Galinsoga spp*, aunque no la más frecuente durante la investigación. *Chamaesyce hirta* y *Eleusine indica* superan su frecuencia, esto difiere con Venegas (1993) donde menciona que en malezas de hoja ancha, *Amaranthus spp*, es la más predominante en el cultivo de cacao, pero concuerda con *Eleusine indica*, que es una de las gramíneas comunes en el cultivo. Estas diferencias posiblemente se dieron a que el terreno estuvo habitado por animales que son fuente de diseminación de semilla como lo menciona Anderson (1996).

Otras malezas presentes en el monocultivo de cacao, aunque con un bajo índice de dominancia fueron: *Amaranthus spp*, *Panicum maximum*, *Sida spp*, *Momordica charantia*, *Digitaria sanguinalis*, que se relaciona con lo indicado por Venegas (1993), donde menciona que son las más comunes en los cacaotales de Ecuador. En el resto de los arreglos no existen muchas diferencias entre ellos, es así que otras de las malezas presentes fueron: *Amaranthus spp*, *Commelina spp*, *Bidens pilosa*, *Digitaria sanguinalis*, *Sida spp*, *Phyllanthus spp*, lo cual confirma lo mencionado por Tazán (2003) y Belalcázar et al (1991) (b), donde estas malezas son las más comunes en el cultivo de plátano.

VI. CONCLUSIONES

1. En el sistema cacao – plátano, el cultivo de cacao no ejerce una competencia significativa sobre el cultivo del plátano durante el primer año de la fase de establecimiento, siendo así que no influye sobre el comportamiento del hongo *Mycosphaerella fijiensis* causante de la enfermedad de la Sigatoka negra, ni en la población del insecto – plaga *Cosmopolites sordidus* (Picudo negro) en cualquier tipo de arreglo asociado o en monocultivo y de igual forma con los demás parámetros de desarrollo del plátano.
2. El tratamiento mixto en tres bolillo de cacao - plátano, afecta el desarrollo del cultivo de cacao cuando se aumenta la población de plátano.
3. La asociación cacao – plátano hace menos eficiente la infección de *Moniliophthora perniciosa* (Escoba de bruja) en las plantas de cacao.
4. El nematodo fitoparásito *Meloidogyne spp*, fue el más frecuente y abundante en todos los arreglos espaciales independientemente del sistema asociado o en monocultivo.
5. El monocultivo plátano mantuvo una mayor población de los nematodos fitoparásitos (*Meloidogyne spp* y *Radopholus similis*) en las raíces del plátano, frente a los sistemas asociados cacao – plátano, durante el primer año de la fase de establecimiento.
6. Las malezas de hoja ancha predominan en el sistema cacao – plátano sobre las gramíneas durante el primer año de la fase de establecimiento.

VII. RECOMENDACIONES

1. En zonas favorables para Escoba de bruja en cacao, es conveniente el uso de una asociación con plátano para disminuir la incidencia de la enfermedad.
2. Continuar con las observaciones sobre el desarrollo del sistema cacao – plátano en los próximos ciclos de producción, para definir la influencia de los diferentes sistemas en el desarrollo de plagas.
3. Realizar un estudio del efecto de las condiciones micro climáticas (temperatura, humedad relativa, luminosidad y dirección del viento) sobre el sistema cacao – plátano.
4. Realizar un estudio del efecto del sistema cacao – plátano sobre la población de insectos.

VIII. RESUMEN

Diversos estudios se han realizado para disminuir la incidencia de las principales enfermedades del cacao y del plátano (escoba de bruja y sigatoka negra respectivamente), sin embargo el desconocimiento de un sistema combinatorio de ambos cultivos sobre las plagas en referencia hizo necesario establecer el presente estudio utilizando para ello cuatro arreglos espaciales como son: cacao - plátano en hileras dobles, cacao - plátano en hileras simples, cacao - plátano tres bolillo y los monocultivos de cacao y de plátano, donde, para las plantas de cacao se utilizó el clon EET 103 y para las de plátano al cultivar Barraganete, con una población promedio/especie de cultivo de 100 plantas aproximadamente.

Quincenalmente se evaluó el índice de infección de Sigatoka Negra de 20 plantas de plátano correspondientes a la parcela útil, este mismo índice se registró a la floración y a la cosecha al igual que el número de hojas funcionales (hasta grado 3 según escala de Stover modificada por Gauhl), se calculó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), se midió la altura de planta y diámetro de pseudotallo al momento de la floración, al momento de la cosecha se registró el peso de cada racimo/tratamiento y se registró los días desde la siembra a la cosecha; en cuanto al cacao se evaluó el número de escobas y cánceres desarrollados por planta/tratamiento/repetición cuando estas tenían 1 año de edad, también a esa misma edad se registró la altura de planta y diámetro de tallo; además semestralmente se

registró la población de picudos adultos, nematodos fitoparásitos y malezas en cada parcela.

Sin diferencias resultaron las evaluaciones correspondientes a *Sigatoka* negra (índice de infección y AUDPC), de igual forma ocurrió con las variables fenológicas del cultivo de plátano, mientras que en cacao los resultados demostraron diferencias altamente significativas en las variables de infección de escoba de bruja, cánceres, altura de planta y diámetro de tallo, siendo que el monocultivo de cacao presentó mayor infección y cánceres durante el primer año, pero también posee los mayores valores de altura de planta y diámetro de tallo junto con el arreglo cacao - plátano en hileras dobles.

No se observaron diferencias significativas entre los arreglos espaciales en la población de picudos adultos, pero en cuanto a la población de nematodos, se determinó que el género *Meloidogyne*, es el más frecuente en los sistemas cacao – plátano sin grandes diferencias entre ellos, aunque su población junto con la del nematodo barrenador *Radopholus similis*, en las raíces del plátano se presenta mayormente en el monocultivo.

Una mayor incidencia de malezas de hoja ancha se presentó durante el tiempo de estudio en los cuatro arreglos espaciales, aunque no se observan grandes diferencias entre ellos.

SUMMARY

Diverse studies to reduce the incidence of the main diseases of cacao and plantain (witch broom and black sigatoka respectively) have been made. However, the ignorance of a combined system of both cultivations on the plagues in reference made necessary to establish the present study using for it four space adjustments as they are: cacao - plantain in doubles rows, cacao - plantain in simples rows, cacao - plantain in diamond or three bobbin and the monoculture of cacao and plantain. In here, for the cacao plants the clone EET 103 was used and for those of plantain too, when, while cultivating barraganete, with a population average/specie of 100 plants approximate cultivation.

Every two weeks the percentage of infection of black Sigatoka in 20 banana plants, corresponding to the useful parcel, was evaluated. The same percentage was registered to the flowering and the harvest like the number of functional leaves (until degree 3 according to the scale of Stover modified by Gauhl). The area was calculated under the curve of progress of the disease (AUDPC), the height of the plants and the diameter of pseudo stem at the time of the flowering was measured, at the time of the harvest the weight of each cluster/treatment and the days from seedtime to the-harvests were registered. For the cacao, instead, the number of brooms and cancers developed by plant/treatment/repetition, when these had 1 year of age, was evaluated. Also at the same age the height of the plant and the diameter of stem were registered. In addition, every

semester, the population of adult black weevils, phytoparasits nematodes and weeds in each cacao-plantain system were registered.

The corresponding evaluations to black Sigatoka came out without significant differences (percentage of infection and AUDPC). The same thing happened with the fenologic variables of the plantain cultivation, while in the cacao the results demonstrated highly significant differences in the variables of infection of witch broom, cancers, height of the plant and diameter of the stem, being conclude that the monoculture of cacao presented/displayed greater infections and cancers during the first year, but also it has the greatest values of height of plant and diameter of stem along with the adjustment cacao - plantain in double rows.

No significant differences were observed between the space adjustments in the population of adult weevils, but in the population of nematodes, the *Meloidogyne* spp sort was determined, being the most frequent in the cacao - plantain systems without great differences among them. Although their population, along with the one of the drilling nematode "*Radopholus similis*", in the roots of the plantain appear mainly in the monoculture.

A greater incidence of wide leaf weeds appeared during the time of study in the four space adjustments, although great differences among them weren't observed.

IX. BIBLIOGRAFÍA.

Aime, M and Phillips – Mora, W. 2005. The causal agents of witches` broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *In. Mycologia*, 97(5), 1012 – 1022.

Álvarez, J y Beltrán, A. 2004. Tecnología de producción con altas densidades en bananos y plátanos en Cuba y avances hacia una producción orgánica. *In:* Rivas, G y Rosales, F. eds. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka Negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. INIBAP. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia. p. 65 – 66.

Amores, F. 2006. Ambiente, Fisiología y Agronomía del cacao. Taller Regional Andino de Aplicación Tecnológica en el Cultivo del Cacao. Quevedo – EC. p. 1 - 7

Anderson, W. 1996. Weed Science. Principles and Applications. Third Edition. Los Ángeles – San Francisco. p. 3 – 12.

Araya, M. 2004. Situación actual del manejo de nematodos en banano (*Musa* AAA) y plátano (*Musa* AAB) en el trópico americano. *In:* Rivas, G y Rosales, F. eds. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka Negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. INIBAP. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia. p. 79 – 97.

Asare – Nyako, A. and Owusu, G. 1977. *Meloidogyne incognita*, Infection in Cocoa Seedlings. *In*. 7th International Cocoa Research Conference. Proceedings. Douala Cameroun. p 457

Bajwa, W and Kogan, M. 1996. Compendium of IPM definitions (CID). “A collection of IPM definitions and their citations in Worldwide IPM Literature”. Integrated Plant Protection Center (IPPC). Oregon State University, US. Corvallis, Oregon.

Belalcázar, S; Rosales, F y Espinoza, J. 2004. Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. *In*: Rivas, G y Rosales, F. eds. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka Negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. INIBAP. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia. p. 55 – 63.

_____, S; Merchán, V y Mayorga, M. 1991. Control de Enfermedades. *In*. Belalcázar, S. El Cultivo del Plátano en el Trópico. Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario – Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) Canadá - Comité Departamental de Cafeteros del Quindio – Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y Plátano INIBAP – LAC. p. 243 – 272.

_____, Valencia, J y Lozada, J. 1991. La planta y el fruto. *In*. Belalcázar, S. El Cultivo del Plátano en el Trópico. Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario – Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) Canadá - Comité Departamental de Cafeteros del Quindio – Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y Plátano INIBAP – LAC. p 67

_____, Valencia, J; Lozada, J y Toro, J. 1991(a). Establecimiento del Cultivo. *In.* Belalcázar, S. El Cultivo del Plátano en el Trópico. Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario – Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) Canadá - Comité Departamental de Cafeteros del Quindio – Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y Plátano INIBAP – LAC. p 136

_____, Salazar, C; Cayón, G; Lozada, J; Castillo, L y Valencia, J. 1991 (b). Manejo de Plantaciones: Manejo de Malezas. *In.* Belalcázar, S. El Cultivo del Plátano en el Trópico. Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario – Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) Canadá - Comité Departamental de Cafeteros del Quindio – Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y Plátano INIBAP – LAC. p 196

Cañizares, A; García de S, M; Salcedo, F. y Guillén, L. 2000. Un Aporte a la Determinación del Período Crítico de Interferencia de Malezas en Cafetales. Monagas, Venezuela. BIOAGRO. v. 12, pt. 3, p. 63 – 70.

Castrillón, C. 2004. Situación actual del picudo negro del banano (*Cosmopolites sordidus* Germar) (Coleóptera: Curculionidae) en el mundo. *In:* Rivas, G y Rosales, F. eds. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka Negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. INIBAP. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia. p. 125 – 134.

- Enríquez, G. 2004. Cacao Orgánico. Guía para Productores Ecuatorianos: Enfermedades del Cacao. Quito, Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. p. 241 – 270.
- Espinoza, A; Lara, E; Pico, J; Guadamud, A. 2003. Combate de las Enfermedades y Plagas importantes del Plátano (AAB) mediante el uso de prácticas culturales, un entomopatógeno y biocidas de baja toxicidad. Boletín Divulgativo No. 394. Durán, Ecuador. Estación Experimental Boliche. p 6
- García, J; Macbryde, B; Molina, A y Herrera – Macbryde, O. 1975. Malezas prevalentes de América Central. El Salvador, San Salvador. International Plant Protection Center. p. 1 - 145.
- Guzmán, M. 2004. Epidemiología de la Sigatoka Negra y el sistema de preaviso biológico. *In*: Rivas, G y Rosales, F. eds. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka Negra, nemátodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. INIBAP. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia. p. 25 – 26.
- Hadfield, W; Vera, J; Chong, J y Motato, N. 1993. Sombreamiento: Aspectos fisiológicos para el Sombreamiento. *In*. Suárez, C. ed. Manual del Cultivo de Cacao. 2da Edición. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. p. 48 – 57.

INTEGRATED PEST MANAGEMENT PROJECT (IPM/CRSP) 1997. Annual Report, University of California State-wide Integrated Pest Management Project, California. p 77

Jacobsen, K; Fogain, R; Mouassom, H and De Waele, D. 2004. Musa based cropping systems of the Cameroon highlands: a case study of the west and the northwest provinces of Cameroon with emphasis on nematodes. Francia. *Fruits* v 59(5) p. 311 – 318.

Lorenzi, H. 2000. Manual de Identificação e de controle de plantas daninhas. Plantio direto e convencional. 5ta Edición. Brasil. Instituto Plantarum de Estudos da flora Ltda. p. 27 – 339.

Maddison, A and Mogrovejo, E. 1984. Witches' Broom and the Establishment of cacao. *In*. 9th International Cocoa Research Conference. Proceedings. Lomé Togo. p 389 – 394.

Merchán, V. 2004. Manejo Integrado del picudo negro del plátano y el banano. *In*: Rivas, G y Rosales, F. eds. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka Negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. INIBAP. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia. p. 139 – 140.

MINISTERIO DE BIENESTAR SOCIAL (MBS). 1994. Manual Ambiental: Uso de Plaguicidas y Fertilizantes en las áreas de la Costa del Ecuador. p 9

- Mite, F y Motato, N. 1993. Suelos y fertilizantes: Requerimiento nutricionales del cacao. *In.* Suárez, C. ed. Manual del Cultivo de Cacao. 2da Edición. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. p. 71
- Moreira, C. 1989. Aspectos Epidemiológicos de la Escoba de Bruja *Crinipellis pernicioso* en la zona de Quevedo. Tesis de Grado previa la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. p 8
- Olaolu, S. 1981. Changes in Nematode types and population density in the first two years of cocoa establishment. *In.* 8th International Cocoa Research Conference. Proceedings. Cartagena, Colombia. p 301 – 306.
- Olkowoski, W. and S. Daar. 1991. Common sense pest control. Taunton Press. p 715
- Olate, P. and Carias, M. 1988. Integrates pest management on major food crops in southeast Asia: an abstract bibliography (1977-1987). Agricultural Information Bank for Asia and National Crop Protection Center. Univ. Philippines, Los Banos. p 173.
- Orozco – Santos, M; Farias– Larios, J; Manzo – Sánchez, G y Guzmán – González, S. 2002. Manejo Integrado de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) del banano en el trópico seco de México. *In:* ACORBAT. Memorias. XV Reunión Internacional. Cartagena de Indias. CO. p 119- 124.

- Powers, L y McSorley, R. 2001. Principios Ecológicos en Agricultura: Sistemas de Cultivo. Madrid, España. Ediciones Paraninfo. p 265
- Purdy, L and Schmidt, R. 1996. Status of cacao witches` broom: Biology, Epidemiology, and management. *In: Phytopathology. Ann. Rev. Gainesville, Florida. University of Florida. 34: 573 – 594.*
- Quijije, R.; Vera, D.; Williams, R.; Suárez, C.; Carranza, I. 2001. Effects of Trapping Systems and other IPM Practices on the Population Dynamics of *Cosmopolites sordidus* on Plantain in Ecuador. *In. IPM/CRSP, Eight Annual Report. p 13-16.*
- Reyes, W. 1995. Comportamiento agronómico y grado de resistencia y/o susceptibilidad al ataque de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en cultivares introducidos de banano y plátano. Tesis. Ing. Agr. Babahoyo, Los Ríos. Universidad Técnica de Babahoyo. EC. p. 25.
- Reyes, W. y Armijos, F. 1998. Densidades de Siembra en Plátano cv Barraganete (AAB) en El Carmen, Ecuador. *In ACORBAT (Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Banano en el Caribe y en América Tropical). XIII Reunión ACORBAT – ECUADOR '98. Guayaquil, Ecuador. p. 4*
- Rivera, J. 1995. Evaluación de la reacción de materiales promisorios de cacao de origen nacional a Escoba de Bruja *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Universidad Agraria del Ecuador. p. 88

Rivera, R. 2004. Determinación cualitativa y cuantitativa de nematodos en áreas plataneras del Trópico Húmedo del Litoral Ecuatoriano”. Tesis de Ing. Agr. Guayaquil, EC. Universidad de Guayaquil. p. 27 – 59.

_____, R.; Suárez, C.; Ellis, M.; Triviño, C.; Vera, D. 2001. Survey of the incidence and economic importance of nematodes of plantain in Ecuador. *In*. IPM/CRSP, Eight Annual Report. p 17-21.

SICA. 2005. Superficie, Producción y Rendimiento de cacao y plátano. Consultado 30 Mayo 2006. Disponible en: www.sica.gov.ec

Simmonds, N. 1973. Los Plátanos. Primera Edición. Editorial BLUME. Longman, Londres. p. 65 – 66.

Suárez, C. 1993. Enfermedades del cacao y su control. *In* Suárez, C. ed. Manual del Cultivo de Cacao. 2da Edición. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. p. 90 – 104.

Suárez, C; Belezaca, C; Flowers, W; Echeverría, F; Carroll, R; Williams, R; Ellis, N; Norton, G; Alwang, J and Justicia, R. 2002. IPM for Plantain/Coffee Agroforestry System in northwestern Ecuador: a land use alternative to Low – Quality Pasture within a fragile agro – ecosystem. *In*: IPM CRSP (Integrated Pest Management; Collaborative Research Support Program). Eight Annual Report. Virginia. USA. p. 315 – 324.

- Tazán, L. 1995. El cultivo del Plátano en Ecuador. Programa Nacional de Banano. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Guayaquil, EC. p. 15 – 58.
- Tazán, L. 2003. El cultivo de plátanos en Ecuador. Editorial Raíces. Guayaquil, EC. Ministerio de Agricultura y Ganadería. p. 49
- Triviño, C. 2004. Manejo de nematodos en musáceas del Ecuador. *In*: Rivas, G y Rosales, F. eds. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka Negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. INIBAP. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia. p. 120
- Varón, F. 1991. Control de nemátodos. *In*. Belalcázar, S. El Cultivo del Plátano en el Trópico. Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario – Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) Canadá - Comité Departamental de Cafeteros del Quindío – Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y Plátano INIBAP – LAC. 196 p. 329- 333.
- Venegas, F. 1993. Las malezas del cacao y su control. *In*. Suárez, C. ed. Manual del Cultivo de Cacao. 2da Edición. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. p. 59 – 64.
- Vera, D. 2003. Componentes Epidemiológicos e progresso da Sigatoka Negra em Bananeira e Bananeira-da-terra. Tese para obtenção do título de “Magister Scientiae”. Minas Gerais – Brasil. Universidad Federal de Viçosa. p. 7

Vera, J. 1993. Clasificación del Cacao. *In* Suárez, C. ed. Manual del Cultivo de Cacao. 2da Edición. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. p. 8 – 17.

Vera, D.; Solís, K.; Suárez, C.; Williams, R.; Carranza, I.; Flowers, W. 2001. Mass Production of Local Strains of Entomopathogenic Fungi to Control Black Weevil in Plantain. *In*. IPM/CRSP, Eight Annual Report. United States. p. 11-13.

_____, Suárez, C; Williams, R; Ellis, M y Norton, G. 2002. Desarrollo de un Programa de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), para Sistemas de Producción basados en Plátano. *In* INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). Revista Técnica Informativa del INIAP. Quito, Ecuador. p. 5 – 9.

_____, Suárez, C y Belezaca, C. 2004. Estrategias de Manejo Integrado de la Sigatoka Negra en Plátano cv “Barraganete” (*Musa* AAB) en el Ecuador. *In* Memorias del XVI Reunión Internacional ACORBAT 2004. Oaxaca, México. p. 170 – 173.

WIKIPEDIA. 2006. Enciclopedia Libre. Sistemas. Consultado 01 de agosto de 2006. Disponible en www.wikipedia.org

Williams, R; Carranza, I; Cedeño, J and Suárez, C. 2002. Effect of trapping systems & certain IPM practices on the population dynamics of *Cosmopolites sordidus* (The Banana Stem Borer) on plantain in Ecuador. *In*. IPM CRSP (Integrated Pest Management / Collaborative Research and Support Program). Ninth Annual Report. US. Virginia Tech. p. 313.