

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

TEMA

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO
PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE CACAO TIPO NACIONAL

AUTOR

DIEGO FELIPE SAQUICELA ROJAS

INFORME TECNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2010

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

TEMA

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO
PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE CACAO TIPO NACIONAL

AUTOR

DIEGO FELIPE SAQUICELA ROJAS

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

SANTO DOMINGO – ECUADOR
2010

TEMA

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO
PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE CACAO TIPO NACIONAL

AUTOR

DIEGO FELIPE SAQUICELA ROJAS

REVISADO Y APROBADO

MAYO. ESP. ING. RENÉ GONZÁLEZ.
DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
SANTO DOMINGO

Ing. Paula Plaza
DIRECTORA

Ing. Luis Núñez
CODIRECTOR

Ing. Vinicio Uday
BIOMETRISTA

TEMA

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO
PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE CACAO TIPO NACIONAL

ESTUDIANTE

DIEGO FELIPE SAQUICELA ROJAS

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DEL
INFORME TÉCNICO.

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. Paula Plaza DIRECTORA	_____	_____
Ing. Luis Núñez CODIRECTOR	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN ESTA
SECRETARÍA.

SECRETARÍA ACADÉMICA

DEDICATORIA

A mis queridos padres Alberto y María
y a mi hermano Rodrigo

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento a Dra. Carmen Suárez, INIAP – Estación Experimental Tropical Pichilingue, ESPE - Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Santo Domingo y SENACYT.

AUTORÍA

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor

Diego Saquicela

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL:.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. EL CACAO TIPO NACIONAL EN ECUADOR	6
2.1.1. Área de Cultivo	6
2.1.2. Situación Actual del Cultivo de Cacao Tipo Nacional en Ecuador.....	6
2.2. LAS ENFERMEDADES DEL CACAO.....	9
2.2.1. Moniliasis	10
2.2.2. Escoba de bruja.....	12
2.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LAS ENFERMEDADES EN CACAO	13
2.4. EL MANEJO INTEGRADO DE LAS ENFERMEDADES EN CACAO	14
2.4.1. La Fertilización	15
2.4.2. La Remoción de Frutos Enfermos y Escobas	16
2.4.3. Experiencias con <i>Trichoderma spp.</i> para el Control de Enfermedades en Cacao	18
2.4.4. Experiencias con Azoxistrobina para el Control de Enfermedades del Cacao	22
2.5. RELACIÓN BENEFICIO COSTO EN CACAOTERAS	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN	25
3.1.1. Ubicación Política	25
3.1.2. Ubicación Geográfica	25
3.1.3. Ubicación Ecológica.....	26
3.2. MATERIALES	26
3.2.1. Instalaciones.....	26
3.2.2. Equipos.....	26

3.2.3.	Herramientas	27
3.2.4.	Insumos	28
3.2.5.	Otros Requerimientos.....	28
3.3.	MÉTODOS.....	29
3.3.1.	Factores en Estudio.....	29
3.3.2.	Componentes comparados.....	30
3.3.3.	VARIABLES MEDIDAS	31
3.3.4.	Análisis Estadístico.....	31
3.3.5.	Características de las Unidades Experimentales (UE)	34
3.3.6.	Métodos Específicos de Manejo del Experimento	35
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1.	RESULTADOS AGRONÓMICOS.....	42
4.1.1.	Incidencia de Enfermedades en Mazorcas.	42
4.1.2.	Comparación de la Evolución Trimestral de la Incidencia de Enfermedades	44
4.1.3.	Comparación de Cantidades de Mazorcas Producidas.....	47
4.1.4.	Comparación de la Evolución Trimestral del Número de Mazorcas por Hectárea	50
4.1.5.	Comparación de Producción (kg cacao seco/ha).....	51
4.1.6.	Comparación de la Evolución Trimestral de Producción Acumulada (kg Cacao Seco/Trimestre)	53
4.1.7.	Diferenciación Gramos por Mazorca	54
4.1.8.	Evolución Trimestral de la Relación Peso Fresco – Cantidad de Mazorcas.....	55
4.1.9.	Interacciones entre Componentes.....	56
4.2.	EGRESOS, INGRESOS Y BENEFICIO – COSTO	57
4.3.	REQUERIMIENTOS DE INVERSIÓN PARA LAS TECNOLOGÍAS.....	59
V.	CONCLUSIONES	64
VI.	RECOMENDACIONES	65
VII.	RESUMEN	66
VIII.	SUMMARY	67
IX.	BIBLIOGRAFÍA	68
X.	ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Extrapolación Económica de Fertilización y Control de Enfermedades en Cacao	24
Cuadro 2. Costos de producción y retorno neto en manejo tradicional, remoción quincenal y remoción semanal de mazorcas enfermas	24
Cuadro 3. Detalle de los tratamientos usando la matriz de Taguchi L_42^3 modificada por el autor	30
Cuadro 4. Esquema de las comparaciones realizadas	30
Cuadro 5. Distribución de los datos del ensayo para análisis de interacciones	33
Cuadro 6. Interacción Remoción de frutos enfermos X Control (Químico o Biológico)	33
Cuadro 7. Interacción Remoción de frutos enfermos X Fertilización	33
Cuadro 8. Interacción Control (Químico o Biológico) X Fertilización	33
Cuadro 9. Detalle de costos, ingresos brutos e ingresos netos y relación B/C para los componentes en US\$	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Ubicación del Ensayo.....	25
Figura 3. Distribución porcentual de mazorcas por componente de manejo integrado.....	42
Figura 4. Evolución trimestral de la incidencia de enfermedades.....	44
Figura 5. Cantidades de mazorcas por componente de manejo integrado.....	47
Figura 6. Evolución trimestral de cantidades de mazorcas.....	50
Figura 7. Producción en peso seco obtenida por cada componente de manejo integrado.....	51
Figura 8. Evolución trimestral de la producción en peso seco por ha.....	53
Figura 9. Relación peso fresco - mazorcas sanas por componente de manejo integrado.....	54
Figura 10. Evolución trimestral de la relación Peso Fresco - Cantidad de mazorcas sanas.....	55
Figura 11. Interacción porcentual <i>Trichoderma</i> x Remoción en mazorcas sanas.....	56
Figura 12. Interacción porcentual <i>Trichoderma</i> x Remoción en mazorcas enfermas.....	57
Figura 13. Requerimientos exclusivos para Solo Poda.....	60
Figura 14. Requerimientos exclusivos para Poda + Remoción.....	60
Figura 15. Requerimientos exclusivos para Poda + <i>Trichoderma</i>	61
Figura 16. Requerimientos exclusivos para Poda + Azoxistrobina.....	62
Figura 17. Requerimientos exclusivos para Poda + Fertilización.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuadros de interacciones entre componentes.....	74
Anexo 2. Matriz $L_4 2^3$ original	80
Anexo 3. Detalle de las depreciaciones	81
Anexo 4. Distribución mensual histórica de la precipitación (1970 - 2009) y del 2009 registrada en la Estación Meteorológica Pichilingue.....	82
Anexo 5. Entrevista realizada al propietario de la finca La Central	83
Anexo 6. Croquis del ensayo.....	87

I. INTRODUCCIÓN

Ecuador produce el 61% del cacao fino de aroma del mundo (CORPEI 2009) el cual se cultiva principalmente en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, Esmeraldas y El Oro en su mayor parte por pequeños productores, quienes además de cacao tipo Nacional, cultivan en sus propiedades cacao CCN – 51 (en la mayoría de los casos éste recibe mejor manejo), plátano (que puede estar asociado con el cacao tipo Nacional), palma africana, especies de ciclo corto (maíz, arroz, soya) entre otros (SICA, 2003a; SICA, 2003b; MAG e INEC, 2002; INEC, 2009).

En el 2008, la producción de cacao en el Ecuador contribuyó con el 8% al Producto Interno Bruto (PIB) Agropecuario y representó el 1,25% del PIB Total. Así mismo, este cultivo ejerce una influencia directa sobre alrededor de 600 000 personas las que representan al 12% de la Población Económicamente Activa (PEA). En ese mismo año Ecuador exportó 108 596 TM de cacao, por un valor aproximado de USD 289 793 318; divisas que representan el 3% del valor de las exportaciones no petroleras del país (CORPEI, 2009).

El cacao fino de aroma (tipo Nacional) de Ecuador es altamente susceptible a Moniliasis y Escoba de bruja y las pérdidas van en un rango de 30 a 80%. A pesar de que las recomendaciones para el manejo integrado de enfermedades existen, estas han sido adoptadas por pocos productores, lo cual ha dado por resultado en una baja de la

calidad final debido, entre otros factores, a que se mezclan granos de mazorcas sanas y enfermas (Hebbar, 2007).

La baja productividad que se observa en determinadas plantaciones de cacao tipo Nacional no siempre se debe a la avanzada edad de éstas, sino a exceso de sombra; manejo inadecuado de enfermedades, insectos y de la fertilidad del suelo (Enríquez, 2004). Según Hebbar (2007), al aplicar manejo a las plantaciones de cacao tipo Nacional abandonadas, pueden incrementarse los rendimientos de los actuales $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ a no menos de $600 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ en promedio, lo cual indica el potencial productivo que éstas tienen.

En relación a las enfermedades de este cultivo, el Departamento Nacional de Protección Vegetal ubicado en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, ha venido trabajando en la generación de tecnologías de manejo de enfermedades de cacao, con énfasis en el manejo de Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*). Como resultado en la actualidad existen cepas aisladas de *Trichoderma spp.* que inhiben el desarrollo de estos patógenos (Guerrero y Arias, 2006), además se ha investigado con moléculas fungicidas de baja toxicidad (tipo III o IV) estableciendo las que mejor se adaptan al manejo de enfermedades en el cultivo de cacao y a la par se ha desarrollado la metodología de aplicación apropiada para este biocontrolador y para pesticidas (Suárez, 2008 – *com. per.*)¹

¹ Suárez, C. 2008. Entrevista. INIAP – EET Pichilingue.

Además de esto, se han establecido parámetros para las prácticas culturales que permiten mitigar el efecto de las enfermedades en gran medida, como las podas, adaptadas especialmente a las plantaciones ya descritas, o la remoción de frutos enfermos; que son fundamentales al momento de disminuir la presión de inóculo (Suárez y Solís, 2003) así como se conoce las condiciones edáficas y exigencias nutricionales necesarias para un normal desarrollo del cacao y el efecto positivo de la fertilización sobre su rendimiento (Mite y Motato, 1996).

La presencia de otros cultivos más rentables que las cacaoteras manejadas inadecuadamente empeoran el problema, pues al rehabilitar plantaciones de cacao se obtiene resultados de producción en un mediano plazo, lo que da lugar a que el productor, por motivos económicos principalmente, se dedique mucho más a otros cultivos que al cacao (Suárez, 2008 – *com. per.*)¹.

En la actualidad subsisten interrogantes de tipo económico acerca de la viabilidad del uso de los componentes del manejo integrado (remoción de frutos enfermos, uso de biocontroladores, uso de fungicidas, prácticas culturales, fertilización) en plantaciones de cacao tipo Nacional, ya que las investigaciones realizadas aún son insuficientes para conocer estos aspectos en nuestro medio; se espera entonces establecer cuanto y como se complementan entre sí y con las condiciones intrínsecas de una plantación, los componentes del manejo integrado.

La presente investigación se la ejecutó como una actividad dentro del proyecto “Integración del componente biológico a la estrategia de control integrado de la Escoba de bruja y Moniliasis en huertas de cacao, con el uso de especies de *Trichoderma spp.*”, con el fin de establecer claramente el aporte de los componentes del manejo integrado (remoción de frutos enfermos, control biológico, fertilización, control con fungicida), en el incremento de la productividad de las plantaciones de cacao tipo Nacional. Para lograr esto se realizó un análisis costo – beneficio comparando entre aplicar y no aplicar cada uno de los factores señalados.

Esta información es fundamental para complementar la ya existente en lo referente al manejo de Moniliasis y Escoba de bruja, dado que una evaluación económica que considere los mencionados componentes del manejo integrado por separado, realizado en unidades experimentales representativas, es lo que en última instancia facilitará la elección de cual o cuales medidas tomar, en función de las condiciones de la plantación, de las situación climáticas, de la disponibilidad de capital para invertir en el manejo de la misma y de las aspiraciones del productor.

Para cumplir con la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar los componentes del manejo integrado en cacao tipo Nacional, medido en términos de productividad y costos del control de enfermedades.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar el aporte que brinda cada uno de los componentes del manejo integrado: remoción de frutos enfermos, control químico, control biológico, fertilización; en la reducción de las enfermedades en plantaciones de cacao y su efecto en la producción.
- Conocer cómo interactúan entre sí, los factores estudiados, para mejorar la comprensión del efecto de la aplicación de cada uno de ellos y su respuesta ante diversas condiciones.
- Determinar la relación beneficio – costo de los componentes del manejo integrado del cacao tipo Nacional (remoción de frutos enfermos, control químico, control biológico, fertilización).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL CACAO TIPO NACIONAL EN ECUADOR

2.1.1. Área de Cultivo

De acuerdo con el III Censo Nacional Agropecuario del año 2000 y con proyecciones y estudios más actuales realizados por el INEC se observa que el tamaño de las fincas que cultivan cacao es muy diverso (de hasta menos de una hectárea), muchas fincas tienen cacao asociado con otros cultivos y además no existe uniformidad en la cantidad de árboles por hectárea (MAG e INEC, 2002; Enríquez, 2004; INEC, 2009).

En total a nivel nacional existen 322 518 ha de cacao solo y 132 897 ha de cacao asociado. Este cultivo está presente principalmente en la costa en las provincias de Manabí, Guayas, Los Ríos y Esmeraldas; en donde alrededor del 55% de las cacaoteras son de 20 años o más (MAG e INEC, 2002; INEC, 2009).

2.1.2. Situación Actual del Cultivo de Cacao Tipo Nacional en Ecuador

2.1.2.1. Condiciones agronómicas y fitosanitarias

La mayoría de agricultores cacaoteros son de escasos recursos económicos y carecen de un servicio de transferencia de tecnología adecuado; el cual en la mayoría de las regiones es inexistente. De este modo, los rendimientos en el país seguirán siendo bajos (alrededor de $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$) mientras que los resultados de la investigación

señalan producciones que pasan los 3 000 kg·ha⁻¹·año⁻¹ y en fincas seleccionadas, aunque sean muy escasas, el promedio puede pasar de 1 000 kg·ha⁻¹·año⁻¹ (Enríquez, 2004).

El cultivo más importante asociado al cacao es el café. Este sistema de producción es el más tradicional y usado en la parte oriental del país. El plátano es el segundo cultivo más importante asociado con el cacao; también se encuentra asociado con otros cultivos como banano o cítricos, o en combinaciones de tres o más cultivos de entre los mencionados (MAG e INEC, 2002).

En el país más del 60% de las cacaoteras son cultivadas sin intervención de productos sintetizados (Suárez y Solís, 2003) y las actuales condiciones de cultivo de cacao hacen que la aplicación de prácticas culturales y aplicaciones de fungicidas sean dificultosas e ineficientes, especialmente cuando los árboles son muy altos. La reducción de la altura de los árboles puede reducir las enfermedades de mazorca significativamente al facilitarse el manejo de la plantación, e incrementar las producciones, de los actuales 300 kg·ha⁻¹·año⁻¹ a no menos de 600 kg·ha⁻¹·año⁻¹ (Hebbar, 2007), lo cual indica el potencial promedio que tienen las plantaciones en nuestro medio.

En la mayoría de los casos existen muchos cultivos asociados con el cacao, lo cual complica el panorama para poder aplicar tecnología a cada uno de los cultivos (Enríquez, 2004).

2.1.2.2. Condiciones económicas

En la actividad agrícola es común observar que el productor tenga un escaso conocimiento de la estructura de sus costos, situación que se constituye en uno de los factores limitantes para negociar su producto. Al no conocer sus costos, el productor difícilmente podrá fijar un precio a su producto y compararlo con el del mercado (CORPEI, 2009).

Los exportadores y pequeños comerciantes (centros de acopio) juegan un papel muy importante en la cadena de suministro de granos de cacao y en la fijación del precio del producto. Este precio es a menudo un 30 o 40% más bajo que el precio del mercado, lo cual provee poco incentivo a los productores para tratar de producir más o mejorar la calidad de los granos. Esto da como resultado que las plantaciones de cacao Nacional sean descuidadas y en la actualidad exista muy poca aplicación de tecnología. Sin embargo, desde inicios del 2006 hasta la actualidad, los precios de cacao han mejorado a nivel internacional, lo cual ha incrementado también el precio a nivel de productores y por ende la posibilidad de incorporar mayor cantidad de tecnología en las plantaciones (Hebbar, 2007).

2.2. LAS ENFERMEDADES DEL CACAO

Las tres enfermedades fungosas del cacao más importantes a nivel mundial son: Moniliasis (*Moniliophthora roreri*), Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y mazorca negra (*Phytophthora spp.*) (Evans, 2007; Hebbbar, 2007).

De todas las enfermedades que atacan al cultivo del cacao en el mundo, la mazorca negra es la de mayor difusión y ocupa el primer lugar como causa de pérdidas de la cosecha (Evans, 2007; Suárez, 1996) y por esta razón ha sido ampliamente estudiada en Brasil y África. Sin embargo, Suárez (1996) añade que la mazorca negra es de presencia más bien ocasional en la zona cacaotera del Ecuador y no alcanza la gravedad de la Moniliasis y Escoba de bruja. Por tal razón la investigación en Ecuador sobre mazorca negra se ha reducido a observaciones que comprueban lo establecido en otros países.

Las enfermedades genuinas del cacao son aquellas que tienen una clara asociación con el sitio de origen del cultivo, ya que han coevolucionado con él, teniendo por tanto un alto nivel de especialización (Pereira, 2000) y capacidad para adaptarse a los cambios a través del surgimiento de patotipos, razas o cambios de agresividad (Suárez, 2006). Las enfermedades clásicas en Sudamérica, que entran en esta categoría son Moniliasis y Escoba de bruja (Pereira, 2000).

El cacao tipo Nacional que se cultiva en Ecuador forma un grupo diferente a los tres ya existentes, con características genéticamente específicas que difieren del

Forastero, Criollo y Trinitario. El ingreso de las variedades foráneas, ofreció un hospedante muy susceptible que causó la ruptura del equilibrio que existía entre el patógeno y el cacao Nacional, esto no solo hizo visible la enfermedad sino que favoreció la multiplicación progresiva del hongo (Suárez y Solís, 2008).

2.2.1. Moniliasis

Según Purdy (2001) la Moniliasis es una enfermedad que se presentó en la región costa del Ecuador. El hongo que causa la enfermedad fue ubicado en el género *Monilia*, y fue designado *Monilia roreri* en 1933. Actualmente se acepta como válido el nombre de *Moniliophthora roreri* ([Ciferri & Parodi] Evans *et al.*).

El ciclo de esta enfermedad es relativamente simple. Las conidias (esporas asexuales de *M. roreri*) son producidas en la superficie de las mazorcas enfermas ya sean inmaduras o momificadas. En la esporulación la masa de conidias producida aparece como un polvo café crema en la superficie de la mazorca (Purdy, 2001).

La penetración e infección puede ocurrir en cualquier fase de desarrollo del fruto, sin embargo son más susceptibles durante los tres primeros meses de edad. Después de la penetración en el fruto, el hongo se desarrolla intercelularmente, presentando normalmente un largo período de incubación. Aunque en frutos jóvenes pueden ser observadas áreas con crecimientos anormales, formando protuberancias pronunciadas en la superficie de los frutos, los síntomas externos pueden estar completamente ausentes

antes de la formación de lesiones entre 45 a 90 días después de la penetración del hongo. Esta podría ser considerada la fase biotrófica del hongo, en tanto que la necrotrófica; que puede ser precedida por una maduración irregular y prematura; se desarrolla rápidamente, con el apareamiento de lesiones irregulares con coloraciones pardas o castaño-oscuras, que van uniéndose y gradualmente cubriendo toda la superficie del fruto, aunque en infecciones tardías predominan las lesiones restringidas, castaño-oscuras y cóncavas (Oliveira y Luz, 2005).

Entre los tres y ocho días después del inicio de la lesión y dependiendo de la humedad; un crecimiento micelial blanco-crema se desarrolla sobre los tejidos infectados, cubriéndose enseguida por una densa masa de polvo crema constituida por las esporas del hongo, que va mudando gradualmente de coloración hasta gris y marrón (Oliveira y Luz, 2005).

La lluvia influye sobre el desarrollo de la enfermedad, al llevar agua suficiente y por consiguiente humedad a la superficie de la mazorca para apoyar la germinación de la spora y la iniciación de la enfermedad. Las conidias de *M. royeri* viven mucho tiempo en estado seco y pueden producirse en mazorcas momificadas durante muchos meses (Purdy, 2001).

De forma condensada, las medidas generales de control existentes, abarcan la remoción de frutos infectados antes de la esporulación dejándolos sobre el suelo, reducción de niveles de humedad, reducción de sombra, poda, control de malezas y

también disminución de la altura de copa de los árboles buscando facilitar la remoción de frutos infectados. El uso de fungicidas modernos muestra perspectivas interesantes, así como la obtención de clones resistentes (Oliveira y Luz, 2005) en donde aún hay mucho por investigar.

2.2.2. Escoba de bruja

Según Purdy (2001) la Escoba de bruja fue observada ya en el siglo XVIII, pero la investigación científica de esta enfermedad comenzó en Surinam en 1890 por Gregor Stahel que aisló y nombró al hongo patógeno como *Marasmius perniciosus*. Posteriormente se lo llamó *Crinipellis perniciosus* y en la actualidad se conoce como *Moniliophthora perniciosus* ([Stahel] Aime & Phillips-Mora).

El patógeno es un hongo basidiomicete que produce un pequeño basidiocarpo, en el cual se desarrollan las esporas. Las esporas son transportadas por el viento y si llegan al suelo o a superficies secas, pierden inmediatamente su viabilidad. Las esporas germinan después de llegar a superficies húmedas de estructuras no lignificadas de cacao como brotes, hojas jóvenes, cojinetes florales o mazorcas (Purdy, 2001).

Los síntomas de la enfermedad están caracterizados por el excesivo crecimiento de las emisiones foliares con proliferación de yemas laterales y engrosamiento de los tejidos infectados. En frutos adultos se pueden observar algunas variaciones en los síntomas como amarillamientos precoces sin síntomas necróticos, con deformaciones o

con presencia de lesiones necróticas externas pudiendo ser estas cóncavas o no y rodeadas por halos cloróticos (Oliveira y Luz, 2005). Las escobas o mazorcas enfermas que están necrosadas y sin humedad no producen basidiocarpos, pero cuando éstas son expuestas a lluvias o humedad desarrollan basidiocarpos y producen basidiosporas (Purdy, 2001).

Las tácticas de control de la enfermedad comprenden control químico y biológico, la selección y mejoramiento genético buscando resistencia y el manejo integrado. La poda fitosanitaria es efectiva pero puede aumentar excesivamente los costos de producción (Oliveira y Luz, 2005).

2.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LAS ENFERMEDADES EN CACAO

Las tres enfermedades: Escoba de bruja, Moniliasis y mazorca negra, son los mayores factores limitantes de la producción (a nivel mundial). Las pérdidas en la producción de hasta el 100% y la falta de un método barato para controlar las enfermedades, causan descuido de las fincas lo cual inicia un círculo vicioso, ya que la presión de inóculo que se encuentra en el ambiente, genera un efecto adverso sobre los esfuerzos de manejo de algunas pequeñas parcelas (Krauss y Soberanis, 2001).

El manejo del cacao en presencia de Moniliasis es difícil y requiere frecuente remoción de mazorcas enfermas y/o esporuladas, quizás hasta a intervalos de siete días.

La aplicación de fungicidas es demasiado costosa para ser considerada porque proteger las mazorcas en desarrollo con fungicidas químicos requiere de frecuencias de aplicación que no son apropiadas por los costos (Purdy, 2001), sin mencionar la ineficiencia de las mismas en condiciones de una huerta tradicional.

Hasta el momento, la Moniliasis continúa siendo uno de los factores que limita la producción cacaotera, es endémica, afecta exclusivamente a las mazorcas y en nuestro país sola o combinada con Escoba de bruja, pueden causar desde el 60 al 100% de pérdidas en la producción, las cuales dependen de la duración e intensidad de las lluvias y de la temperatura (Suárez y Solís, 2008).

2.4. EL MANEJO INTEGRADO DE LAS ENFERMEDADES EN CACAO

La lucha integrada es el sistema de regulación de plagas que, teniendo en cuenta su hábitat y la dinámica poblacional de las especies consideradas (hospederos y plagas-patógenos), utiliza todas las técnicas y métodos apropiados, compatibilizando al máximo su interacción, con efecto de mantener las plagas en niveles que no originen daños económicos (FAO citado por Carrero, 1996)

El manejo integrado del cultivo de cacao incluye manejo agronómico (reducción de copa y fertilización), remoción semanal de frutos enfermos (todo el año) y protección de frutos en la época lluviosa con fungicidas (opcional). La poda tiene como

característica especial que constituye la base para las demás labores, pues con ella busca reducir altura y mejorar el estado sanitario general, condiciones que facilitan la aplicación de otras labores haciendo más manejable la plantación (Suárez, 2006).

A más de esto en el corto plazo se espera integrar hongos del genero *Trichoderma* para biocontrol de escoba y Moniliasis en la estrategia de manejo; y en el mediano plazo se espera que los genes de resistencia disponibles estén incorporados a los nuevos cultivares que se ofrezcan al productor, lo que hará más eficientes las tácticas antes mencionadas. En las actuales condiciones, el manejo de enfermedades debe enfocarse en dos ángulos, evitar la diseminación de propágulos y proteger los tejidos sanos antes o inmediatamente después de haberse producido el contacto con los hongos (Suárez, 2006).

2.4.1. La Fertilización

En investigaciones realizadas en Perú, se evaluó diferentes mezclas de antagonistas biológicos, fungicidas cúpricos y un control absoluto tanto en ausencia como en presencia de fertilización. Los datos obtenidos al promediar los diversos tratamientos indican que hay 79% de mazorcas sanas en ausencia de fertilización y 82% en presencia de fertilización, observándose un incremento de $144 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ de cacao seco en promedio al aplicar fertilización durante dos años (Krauss y Soberanis, 2002).

En experimentos de fertilización realizados en la zona de Quevedo, Babahoyo, Vinces, Naranjito y Naranjal, se encontró incrementos sobre el rendimiento de cacao seco de 454, 500, 318, 591 y 364 kg·ha⁻¹·año⁻¹ respectivamente, debido a la aplicación de fertilizantes (Mite y Motato, 1996)

2.4.2. La Remoción de Frutos Enfermos y Escobas

La práctica de tumbar frutos enfermos, y dejarlos en el campo para su degradación natural ha dado excelentes resultados a partir del segundo año de aplicación (si es que se hace únicamente remoción). Para un mayor éxito en la práctica ésta deberá tener un carácter acumulativo e integral, mientras mayor sea el área incluida más rápido disminuirá el inóculo. Así mismo, mientras más años consecutivos se la practique mayores serán sus beneficios, puesto que al disminuir la presión de inóculo será más factible la aplicación de otros métodos de control (Suárez, 1996).

En estudios realizados en Colombia se comparó el porcentaje de frutos afectados con Moniliasis y el peso de la cosecha, entre tratamientos que consistían: a) dejar las mazorcas enfermas sobre el suelo, b) cubiertas con hojarasca o malezas c) un testigo en el cual se retiraba y enterraba las mazorcas fuera de las parcelas, sin hallar diferencias significativas entre ellos al final de dos años de ensayo, obteniéndose no más de 5% de mazorcas infectadas con Moniliasis en todos los tratamientos (Aranzazu, 1987).

Las mazorcas enfermas deben ser removidas cada semana a lo largo de todo el año (Mujica *et al.*, 2007, Krauss y Soberanis, 2001). Al iniciar un programa de control de monilia, se deben eliminar preferiblemente en horas de la mañana, para aprovechar la humedad presente en los frutos, con lo cual se evita que las semillas o esporas se desprendan y se dispersen por la plantación, causando nuevas infecciones. En adelante si el control ha sido realizado correctamente, es decir cada siete días, no deberán encontrarse frutos con esporulación dentro del cultivo, lo cual permite que la remoción de frutos enfermos se pueda realizar en cualquier hora del día (Mujica *et al.*, 2007). A más de esto se podría hacer una o dos podas sanitarias que eliminen escobas vegetativas durante este período (Krauss y Soberanis, 2001).

La remoción semanal de mazorcas enfermas es la práctica más eficiente y barata. En estudios en Perú, la incidencia de Moniliasis se redujo 36%, de Escoba de bruja (en mazorcas) un 29%, de mazorca negra un 49% y se observó un 31% de incremento en rendimiento con la remoción semanal al compararla con la remoción quincenal (Soberanis *et al.*, 1999).

En Ecuador el ciclo de las enfermedades se inicia con la estación lluviosa, a partir de las fuentes primarias de inóculo constituidas principalmente por esporas producidas en la superficie de los frutos maduros infectados o en frutos momificados que aún están en la planta; los frutos momificados y dejados en la copa son considerados como la principal fuente de inóculo para el inicio de los brotes de esta enfermedad, en tanto que al caer en el suelo son degradados por microorganismos, dejando así de tener un papel

importante en la diseminación de la enfermedad. Trabajos realizados en diferentes países mostraron que los frutos infectados y dejados sobre el suelo no son importantes como fuentes de inóculo para la diseminación de la enfermedad lo cual es una ventaja en términos económicos (Oliveira y Luz, 2005).

2.4.3. Experiencias con *Trichoderma spp.* para el Control de Enfermedades en Cacao

Trichoderma spp. es típicamente considerado un organismo del suelo asociado con las raíces de las plantas y es comúnmente considerado por su potencial para controlar enfermedades en las plantas en lo que podría ser una muy firme asociación con muchos aspectos típicos de las asociaciones endofíticas. Solamente un pequeño número de aislamientos de este hongo han sido estudiados con algún detalle por su habilidad biocontroladora, además muy poco se conoce acerca de la naturaleza de la interacción *Trichoderma* – Cacao (Bailey *et al.*, 2008). Las observaciones realizadas en *Trichoderma* sugieren que los diferentes hongos endofíticos asociados con cacao reducen el daño asociado con patógenos en distintas formas en las cacaoteras. Las endofitas pueden inhibir la infección de patógenos y su proliferación en el hospedero directamente (ej. vía antibiosis, competencia o micoparasitismo), o indirectamente vía estímulo de respuesta de resistencia intrínseca al hospedero (Mejía *et al.*, 2008).

La actividad antagonista de las cepas de *Trichoderma spp.* es atribuible a uno o más complejos mecanismos, incluyendo competencia por nutrientes, antibiosis, la

actividad de las enzimas líticas de la pared celular, inducción de la resistencia sistémica e incremento de la disponibilidad de nutrientes. Muchos estudios principalmente *in vitro*, han evidenciado las bases moleculares de la triple relación entre el patógeno, la planta y el agente biocontrolador, sin embargo la complejidad de esta interacción ha sido poco estudiada *in situ* (Lu, Z. *et al.*, 2004).

Dado que por lo general conviven las tres enfermedades en cacao, el éxito se consigue al lograr un biocontrol simultáneo para todos. Los agentes de biocontrol como mezcla de cepas son los que tienen mejores expectativas para controlar los tres patógenos. Considerando que son afectados por las condiciones ambientales existentes en el campo pueden obtenerse rendimientos inconsistentes de los mismos, especialmente cuando son conformados por una sola cepa (o especie); se sugiere como alternativa el uso de mezcla de cepas (o especies) de microorganismos. Recientes estudios dan soporte a la hipótesis que mezclas de cepas son más efectivas en el control simultáneo de las tres mayores enfermedades de cacao en comparación con cepas solas (Krauss y Soberanis, 2001).

En investigaciones realizadas en Quevedo – Ecuador, se observó que algunas especies de *Trichoderma* controlaron a nivel de campo las enfermedades de la mazorca de cacao de manera similar a un fungicida a base de sulfato de cobre (en términos porcentuales), además con *Trichoderma* se obtuvo en promedio 49,36% de mazorcas enfermas, mientras que con un testigo sin control llegó a 63,80% de mazorcas enfermas (Durango, 2001).

Posteriormente Guerrero y Arias (2006) evaluaron el efecto de *Trichoderma koningiopsis* y *T. stromaticum* como agentes de biocontrol, tanto solos como en una mezcla entre sí. Las diferencias entre aplicar cada especie sola o la mezcla de las dos especies no fue significativa, sin embargo, la aplicación de los biocontroladores produjo en promedio 49,55% de mazorcas sanas, mientras que en el testigo no tratado este valor fue de 34,34%. En este trabajo se hicieron remociones de frutos enfermos cada quince días en toda el área del ensayo.

En el campo las aplicaciones de *Trichoderma* se hicieron a razón de 1×10^{13} esporas·ha⁻¹. Las dos especies; *T. stromaticum* y *T. koningiopsis*, han mostrado especificidad biocontroladora para Escoba de bruja y Moniliasis respectivamente, por lo que se logra complementar su acción al combinarlos entre sí. Estos organismos forman parte de la Colección de Microorganismos Antagónicos mantenida en Departamento Nacional de Protección Vegetal en la Estación Experimental Pichilingue del INIAP (Solís, C. 2009 – *com. per.*)².

En Perú, Krauss y Soberanis (2002) indican que con el uso de *Trichoderma* (5×10^{12} esporas·ha⁻¹·aplicación⁻¹) se pudo lograr un 72,4% de mazorcas sanas (valor promedio entre tres cepas), mientras que con el testigo se obtuvo 65,1%. Cabe aclarar que este ensayo no consideró ningún control cultural.

² Solís C. 2009. Entrevista. INIAP – EET Pichilingue.

De acuerdo a investigaciones realizadas en ese país, con control cultural (remoción semanal de mazorcas enfermas) existió un 42% de mazorcas sanas; al añadir biocontroladores a este control cultural usando cepas o mezclas de cepas de biocontroladores (todos con concentración de 5×10^5 conidias/ml), se obtuvo 68% de mazorcas sanas en promedio, estos valores son promedios entre tres localidades, en donde la principal enfermedad es Moniliasis (Krauss y Soberanis, 2001); así mismo, en investigaciones realizadas en Costa Rica al aplicar *Trichoderma* (5×10^{12} esporas-ha⁻¹·aplicación⁻¹) para el control de enfermedades en cacao, se logró 36% de mazorcas sanas mientras que en el testigo no tratado obtuvo 32% (Bateman *et al.*, 2005).

De Perú se reporta una clara tendencia de disminución de Moniliasis con una alta frecuencia de aplicación. Solamente la más alta frecuencia de aplicación (10 aplicaciones a dos semanas de intervalo) reduce significativamente la incidencia de Escoba de bruja, es decir, el decremento en la incidencia de enfermedades fue significativo con el incremento y la regularidad de la frecuencia de aplicaciones. El porcentaje de mazorcas sanas fue más alto con 10 aplicaciones así como los rendimientos absolutos aumentan con una frecuencia de aplicación regular (15% de incremento en rendimiento) (Krauss y Soberanis, 2002).

2.4.4. Experiencias con Azoxistrobina para el Control de Enfermedades del Cacao

Azoxistrobina se destaca por su acción sistémica y curativa como mejor fungicida para tratar enfermedades de la mazorca especialmente Moniliasis en investigaciones realizadas en Quevedo – Ecuador. Las dosis probadas fueron de 0,8 L·ha⁻¹ y 0,3 L·ha⁻¹, sin hallarse diferencias significativas entre ambas. Al aplicar este químico se obtuvo 39,09% de mazorcas enfermas promediando entre dosis, mientras que con el testigo sin químico logró 63,80% de mazorcas enfermas (Durango, 2001)

Según Guerrero y Arias (2006), el uso de azoxistrobina muestra un efecto reductor en la cantidad de mazorcas enfermas. Se obtuvo 54,62% de mazorcas sanas con este químico, mientras que en el testigo no tratado se logró 34,34% de mazorcas sanas, habiendo usado azoxistrobina en dosis de 0,5 L·ha⁻¹. Así mismo se reporta que el Bankit logra reducir la incidencia de manera estable a través de sucesivos ciclos de aplicación, llegando hasta un 20% de mazorcas enfermas en cacao CCN – 51 en el tercer año de aplicación (Arias, D. 2010 - *com. per.*)³.

2.5. RELACIÓN BENEFICIO COSTO EN CACAOTERAS

En trabajos realizados por Krauss y Soberanis (2002), al hacer un análisis económico del control de enfermedades en el que se considera control cultural, químico

³ Arias, D. 2010. Entrevista. INIAP – EET Pichilingue.

y biológico, los diferentes rendimientos de los tratamientos de biocontrol fueron promediados porque no tuvieron diferencias significativas. El biocontrol no solo fue el que más incrementó la producción sino que fue el que mayor ganancia obtuvo en términos de retorno neto. La relación costo beneficio fue más alta para el control cultural (remoción semanal de frutos enfermos) sin fertilización, seguida de biocontrol, y la más baja fue la de fungicida. La fertilización incrementó los costos de producción, pero esto fue compensado por el incremento de retorno bruto, independientemente de la medida de control de enfermedades. El retorno neto fue consistentemente mejorado por la fertilización, mientras que la relación costo beneficio decreció por la aplicación de fertilización (Krauss y Soberanis, 2002).

En definitiva, el retorno neto, fue más alto para biocontrol combinado con fertilización, (9,1% más que el control cultural sin fertilización) seguido de biocontrol sin fertilización (3,6% más que el control cultural sin fertilización). Los datos se muestran en el Cuadro 1 (Krauss y Soberanis, 2002).

Cuadro 1. Extrapolación Económica de Fertilización y Control de Enfermedades en Cacao*

Opciones de Manejo de Enfermedad	Control Cultural		Fungicida		Biocontrol	
	No	Si	No	Si	No	Si
Fertilización						
Producción extrapolada (kg·ha⁻¹·año⁻¹)	1244	1381	1292	1433	1411	1565
Retorno bruto (\$ ha⁻¹·año⁻¹)^a	1033	1146	1072	1190	1171	1299
Costo de producción (\$ ha⁻¹·año⁻¹)^b	293	381	576	664	404	492
Retorno neto (\$ ha⁻¹·año⁻¹)	740	765	496	526	767	807
Relación Beneficio – Costo	3,53	3,01	1,86	1,79	2,90	2,64

^a Basado en un precio de US\$ 0,83 kg⁻¹

^b Compuestos de costos fijos de producción de US\$ 293 ha⁻¹·año⁻¹ incluyendo, remoción semanal de mazorcas enfermas, costo de biocontrol de US\$ 111 ha⁻¹·año⁻¹ incluyendo materiales y trabajo, control con fungicida de US\$ 283 ha⁻¹·año⁻¹ (para 10 aplicaciones anuales) y costos de fertilización de US\$ 88 ha⁻¹·año⁻¹

*Tomado de Krauss y Soberanis, 2002

Con respecto al costo - beneficio de remoción y comparando entre frecuencias quincenal, semanal y sin remoción se obtuvo el presente resumen de información que muestra la ventaja de la práctica en las condiciones de Perú:

Cuadro 2. Costos de producción y retorno neto en manejo tradicional, remoción quincenal y remoción semanal de mazorcas enfermas*

	Costo de producción (\$ ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Retorno bruto (\$ ha ⁻¹ ·año ⁻¹) ^{***}	Retorno Neto (\$ ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Relación Beneficio - Costo
Tradicional (No remoción)**	125	208	83	1,7
Remoción quincenal de mazorcas enfermas	229	721	492	3,1
Remoción semanal de mazorcas enfermas	293	943	650	3,2

**Los costos de producción para el manejo tradicional fueron calculados de acuerdo con Césare (1986) usando precios actualizados. Las producciones de 145,5 Kg·ha⁻¹·año⁻¹ para el sistema tradicional son derivadas de datos de la temporada anterior.

*** Dado un precio por Kg en fincas de US\$ 1,43

*Tomado de Soberanis W. *et al.*, 1999

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

Provincia : Los Ríos

Cantón : Mocache

Parroquia : Mocache

Sitio : Peñafiel

Finca : La Central

3.1.2. Ubicación Geográfica

Coordenadas geográficas : 1° 07' 04.6'' Sur 79° 33' 43.3'' Oeste

Coordenadas UTM : 659996.9470 Este 9876394.2134 Norte Zona 17

Mapa :

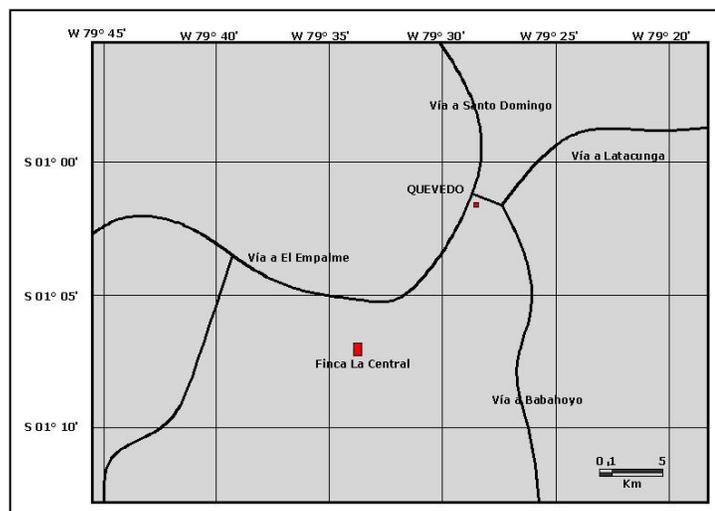


Figura 1. Mapa de la Ubicación del Ensayo

3.1.3. Ubicación Ecológica

La Estación Meteorológica Pichilingue, ubicada a 120 msnm y a 9 km aproximadamente del área de ensayo, señala los datos climáticos promedio desde 1970 al 2009:

Temperatura (media anual) : 24,8 °C

Precipitación (media anual) : 2232,3 mm

Humedad Relativa : 83,73%

Heliofanía : 880,3 horas luz·año⁻¹

Textura del Suelo : Franco

3.2. MATERIALES

3.2.1. Instalaciones

- 1 tendal
- 1 fermentador
- 13 429 árboles de cacao del complejo Nacional x Trinitario de la finca La Central.

3.2.2. Equipos

- 4 aspersores motorizados de espalda

- 1 podadora de altura
- 1 motosierra
- 2 motoguadañas
- 4 tanques de 200 L

3.2.3. Herramientas

- 4 podaderas
- 2 machetes
- 6 serruchos de podar
- 6 tijeras de podar
- 10 baldes (12 litros)
- 40 saquillos
- 4 trajes (Overoles)
- 4 protectores (Orejeras)
- 2 gafas protectoras
- 6 brochas
- 2 medidas volumétricas de 500 ml
- 1 balanza (10 kg)
- 1 soga

3.2.4. Insumos

- Análisis de suelos
- 52 sacos de Úrea (46% N)
- 11 sacos de DAP (18% N, 46% P)
- 10 sacos de Muriato de Potasio (60% K)
- 37 sacos de Sulpomag (22% K, 18% Mg, 22% S)
- 24 L de fungicida Bankit
- 1,2 kg de esporas de biocontroladores (*Trichoderma spp.*)
- 30 kg de Cuprofix
- 4 sacos de 25 kg de cal agrícola
- 10 L de cloro

3.2.5. Otros Requerimientos

- 90 galones de gasolina
- 10 L de aceite para motores de 2 tiempos
- 40 L de aceite a granel
- 65 cañas guaduas
- 16 galones de pintura esmalte rojo
- 5 galones de diluyente
- 1 galón de pintura látex azul

3.3. MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló durante el primer año (enero a diciembre de 2009) de implementación de tecnologías de manejo integrado en una plantación de cacao tipo Nacional, usando el Análisis Regular de Taguchi (ITESM, 1989), que es un análisis estadístico con el cual se logra reducir la cantidad de unidades experimentales e incrementar su tamaño, siendo esta metodología la que rige la disposición de los factores en las unidades experimentales. A partir de la disposición de los factores, se establece un análisis beneficio – costo para realizar la evaluación económica.

3.3.1. Factores en Estudio

En esta investigación se estudiaron los efectos de tres de los factores que intervienen en el manejo integrado de enfermedades en el cultivo de cacao y que se consideran esenciales para la reducción del efecto de las enfermedades, los cuales son:

- A. Remoción de frutos enfermos
- B. Control Biológico (como adicional se incluye Control Químico)
- C. Fertilización

Estos factores fueron distribuidos usando una matriz L_42^3 (Anexo 2) modificada por el autor (Cuadro 3), en la cual se añaden a los 4 tratamientos originales, 2 más (T5 y T6) para incluir el Control Químico quedando entonces 6 tratamientos. Previa la

aplicación de los tratamientos se realizó una poda en todo el campo experimental como manejo inicial.

Cuadro 3. Detalle de los tratamientos usando la matriz de Taguchi $L_4 2^3$ modificada por el autor

Tratamientos	Factores			Descripción de Tratamiento
	A	B	C	
	Remoción de frutos enfermos	Control	Fertilización	
T1	Sin	Sin	Sin	Solo Poda
T2	Sin	Con	Con	Poda + <i>Trichoderma</i> + Fertilización
T3	Con	Sin	Con	Poda + Remoción + Fertilización
T4	Con	Con	Sin	Poda + Remoción + <i>Trichoderma</i>
T5	Sin	Con	Con	Poda + Azoxistrobina + Fertilización
T6	Con	Con	Sin	Poda + Remoción + Azoxistrobina

En donde:

Con = Se aplica el factor

Sin = No se aplica el factor

3.3.2. Componentes comparados

Dadas las características del ensayo y de la metodología, se realizaron comparaciones entre componentes y mas no entre tratamientos, siendo la Prueba de t la que complementó el Método Taguchi y sirvió para discriminar diferencias significativas, así:

Cuadro 4. Esquema de las comparaciones realizadas

Solo Poda	vs.	{	Poda + Remoción Poda + <i>Trichoderma</i> Poda + Azoxistrobina Poda + Fertilizante
-----------	-----	---	---

3.3.3. Variables Medidas

Las variables medidas fueron:

- A) Variables de producción
 - a. Cantidad de mazorcas sanas
 - b. Cantidad de mazorcas enfermas (patógenos)
 - c. Cantidad de mazorcas dañadas (roedores y aves)
 - d. Peso fresco de la cosecha
- B) Variables económicas
 - e. Registro de la evolución del precio de cacao a nivel de centros de acopio
 - f. Registro de los costos que representa la aplicación de los factores en estudio

3.3.4. Análisis Estadístico

El análisis estadístico fue realizado conforme la metodología de Taguchi, la cual no compara entre tratamientos sino entre niveles de aplicación de cada factor; esto en el caso del presente ensayo significa comparar “Sin factor” vs. “Con factor” o, dependiendo del interés que se tenga, también compara entre promedios deseados.

Para el objetivo “Determinar el aporte que brinda cada uno de los componentes del manejo integrado: remoción de frutos enfermos, control químico, control biológico, fertilización, en la reducción de las enfermedades en plantaciones de cacao y su efecto en la producción”; el análisis estadístico se realizó en base a las variables de producción

(a. b. c. y d.); obteniendo gráficos en los que se comparan cada una de las variables mencionadas, al añadir cada componente a la poda.

Las cantidades de mazorcas se las comparó también luego de haberlas transformado en porcentaje (incidencia). Los pesos de los diferentes lotes se los compararon transformándolos a peso seco y proyectándolos a hectárea y para tener una visión de la evolución fitosanitaria y productiva dentro del cultivo se elaboraron curvas comparativas trimestrales para cantidad y porcentaje de mazorcas sanas y enfermas, así como para producción. Además se generó una variable a partir de las registradas en campo que es la relación gramos de almendras frescas por mazorca la cual también se la describe en curvas comparativas trimestrales. Cabe reiterar que el ensayo abarca un año, siendo los trimestres del primero al cuarto: enero – marzo, abril – junio, julio – septiembre y octubre – diciembre del 2009.

El análisis estadístico para el objetivo “Conocer cómo interactúan entre sí, los factores estudiados, para mejorar la comprensión del efecto de la aplicación de cada uno de ellos y su respuesta ante diversas condiciones” se lo hizo usando cuadros que complementan la metodología de Taguchi. A partir de los datos promedio del Cuadro 5, se completan los cuadros de interacción y se los analiza de una manera gráfica.

Cuadro 5. Distribución de los datos del ensayo para análisis de interacciones

Tratamientos	Factores			Datos promedio entre repeticiones
	A. Remoción de frutos enfermos	B. Control	C. Fertilizante	
T1	Sin	Sin	Sin	Y1
T2 (o T5)	Sin	Con	Con	Y2
T3	Con	Sin	Con	Y3
T4 (o T6)	Con	Con	Sin	Y4

Cuadro 6. Interacción Remoción de frutos enfermos X Control (Químico o Biológico)

	Remoción de frutos (Sin)	Remoción de frutos (Con)
Control (Sin)	Y1	Y3
Control (Con)	Y2	Y4

Cuadro 7. Interacción Remoción de frutos enfermos X Fertilización

	Remoción de frutos (Sin)	Remoción de frutos (Con)
Fertilizante (Sin)	Y1	Y4
Fertilizante (Con)	Y2	Y3

Cuadro 8. Interacción Control (Químico o Biológico) X Fertilización

	Control (Sin)	Control (Con)
Fertilizante (Sin)	Y1	Y4
Fertilizante (Con)	Y3	Y2

Luego de completar los cuadros de interacción con los datos obtenidos, se los analizó gráficamente para visualizar el comportamiento de los factores. Los datos analizados en este objetivo fueron porcentaje de mazorcas sanas y enfermas, cantidad de mazorcas sanas y enfermas, producción (peso seco estimado) y peso fresco por mazorca.

Para el cumplimiento del objetivo “Determinar la relación Beneficio – Costo de los componentes del manejo integrado del cacao tipo Nacional (remoción de frutos enfermos, control químico, control biológico, fertilización)” se analizó la información de las variables d., e. y f, elaborando cuadros en las que se pueda ver: costos de producción en detalle, producción, retorno bruto, retorno neto y relación beneficio – costo; al aplicar Poda + cada uno de los componentes: remoción de frutos enfermos, control químico, control biológico y fertilización; y al no aplicar ningún factor (testigo Solo Poda).

3.3.5. Características de las Unidades Experimentales (UE)

Área UE Total : 1 ha (560 árboles)

Área UE Neta : 100 árboles

Número de UE : 24

Repeticiones : Cuatro

Área total del ensayo : 24 ha

3.3.6. Métodos Específicos de Manejo del Experimento

Se detallan a continuación las actividades realizadas:

3.3.6.1. Control de malezas

El control de malezas se lo hizo al iniciar el ensayo y después conforme fue requerido, con el fin de tener condiciones para poder realizar todas las demás actividades. En esta actividad se utilizaron glifosato, machete y motoguadaña dependiendo del estado y tipo de maleza.

3.3.6.2. Establecimiento de línea de base

Se recopiló toda la información posible acerca del lote, incluyendo el manejo que recibió anteriormente y las condiciones en las que se encuentra. Se realizaron análisis de suelos, tomando una muestra por cada repetición (con sus respectivas submuestras), en el Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la EET Pichilingue del INIAP para realizar las fertilizaciones en base a estos datos.

Se complementó la línea de base con una entrevista al productor, diagnosticando así el nivel de producción, manejo y presencia de enfermedades que hay en la plantación, la estacionalidad o ritmo de producción que existía en la plantación, antecedentes de producción y aspectos relacionados a la plantación con el fin de tener

una mejor perspectiva de la situación del lugar para así manejar el ensayo integrando la mayor cantidad de información y las aspiraciones del productor (Ver Anexo 5).

3.3.6.3. Mapeo de los lotes

Se elaboró un croquis de la finca estableciendo la ubicación específica de cada árbol. Esta información sirvió para establecer los lotes y teniendo en cuenta la información de la entrevista, también para establecer las repeticiones.

3.3.6.4. Delimitación de las parcelas

La delimitación de las parcelas se la hizo para definir los árboles que formaron parte de la parcela neta y los límites de la parcela total, trabajando en base al mapa elaborado. Como marcas de los límites se usó trozos de caña guadua de 1,5 m con el extremo superior pintado de rojo.

3.3.6.5. Poda

La poda en este ensayo se la hizo a todos los tratamientos al inicio (no fue un factor en estudio) buscando disminuir la sombra, eliminar ramas innecesarias, abrir y bajar la copa, equilibrando la arquitectura de los árboles tanto como fue posible sin alterar su producción. Para la protección de heridas se usó pasta bordelesa (3 partes de cal agrícola y 1 de Cuprofix).

3.3.6.6. Distribución de los tratamientos

La distribución de los tratamientos en el campo fue formando cuatro grupos de seis lotes cada uno y aleatorizando los seis tratamientos dentro de cada grupo (Anexo .

3.3.6.7. Aplicación del factor remoción de frutos enfermos

La remoción se la hizo a intervalos semanales cortando los pedúnculos de los frutos con síntomas y/o signos perceptibles a simple vista de enfermedad, dejándolos en el suelo en el lugar en que caigan, esta actividad corresponde a los tratamientos T3, T4 y T6. Al aplicar este factor se contabilizó frutos enfermos, con Moniliasis y dañados. Estos datos se añadieron a los obtenidos en las cosechas para la tabulación posterior. Se estimó una eficiencia de esta labor de 75% dadas las condiciones de altura de los árboles, es decir que 25% de las mazorcas enfermas no se removieron en la semana en que mostraron síntoma.

3.3.6.8. Aplicación del factor Control *Trichoderma*.

El control con aplicación de *Trichoderma* correspondió a los tratamientos T2 y T4 y fue realizado usando aspersores motorizados de espalda de uso exclusivo para productos biológicos (SHTIL SR-420). La concentración y frecuencia de aplicación fueron dependientes de la fenología de la plantación y el clima. El objetivo de la aplicación del control biológico (y también del control químico) fue proteger flores y

frutos en desarrollo. Se realizaron cinco aplicaciones en la época de mayor floración y formación de frutos (en época lluviosa) cada tres semanas con una concentración de 1×10^{12} esporas \cdot ha $^{-1}$, para cada una de las especies usadas (*Trichoderma koningiopsis* y *T. stromaticum*). Estas cepas se las adquirió en el Laboratorio de Biocontrol del DNPV de la EET Pichilingue del INIAP. La aplicación de biocontrolador consideró la humedad ambiental y la intensidad de la luz solar, buscando hacerlas en días nublados y húmedos; con el fin de favorecer la germinación de estas esporas.

3.3.6.9. Aplicación del factor Control Azoxistrobina

El control con aplicación de Azoxistrobina se lo realizó en los tratamientos T5 y T6 únicamente, en la misma semana de aplicación de *Trichoderma*, usando aspersores motorizados de espalda de uso exclusivo para productos químicos (SHTIL SR-420). La dosis de aplicación fue de 0,5 L \cdot ha $^{-1}$ de producto comercial (Bankit i.a. azoxistrobina 250 g \cdot L $^{-1}$). Tanto para azoxistrobina como para *Trichoderma* la altura estimada de alcance de la aplicación en condiciones de trabajo fue de seis metros.

3.3.6.10. Aplicación del factor fertilización

Se aplicó en los tratamientos T2, T3 y T5, trabajando con fertilizantes como Urea, Fosfato Diamónico (DAP), Muriato de Potasio y Sulpomag siendo las dosis por elemento: 160 g \cdot planta $^{-1}$ de N, 30 g \cdot planta $^{-1}$ de P, 85 g \cdot planta $^{-1}$ de K, 40 g \cdot planta $^{-1}$ de Mg y 50 g \cdot planta $^{-1}$ de S en base a la información del análisis de suelo.

3.3.6.11. Cosecha

La cosecha para el registro de datos se la hizo en todos los 100 árboles que conforman la parcela útil, cosechando únicamente mazorcas sanas y mazorcas con infecciones tardías que aún conserven almendras sanas, desechando las almendras enfermas.

3.3.6.12. Registro de costos y precios

En cada actividad realizada se registró los costos de mano de obra, equipos, insumos, herramientas e instalaciones. Se registró además la evolución de los precios del cacao en el mercado, en centros de acopio de Quevedo (el ensayo se encuentra ubicado en el área de influencia de esta ciudad). Para el análisis se trabajó con un valor promedio entre centros de acopio.

3.3.6.13. Procesamiento de datos contables.

Los datos contables se los analizó teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Se tomó para el cálculo de los costos de producción, únicamente los materiales, equipos, herramientas y mano de obra que intervinieron en el proceso productivo.
- La depreciación de las instalaciones (tendal y fermentador) se calculó con el método del porcentaje mientras que la depreciación de los equipos se la calculó

con el método de la suma de dígitos.

- Los insumos y otros se asignaron de acuerdo con las necesidades de cada componente.
- Se registró los costos diferenciando entre componentes.
- El promedio de precios de cacao se lo hizo entre centros de acopio próximos al área experimental (Quevedo), prefiriendo los centros de acopio en los cuales el propietario de la finca vendió su producción normalmente.
- El valor de la poda inicial que fue amortizado en el primer año corresponde al 20% del valor total y se completará este rubro en cinco años, período escogido por ser el promedio estimado para lograr estabilizar la producción y terminar de establecer todos los componentes de manejo integrado en una finca con cacao tipo Nacional de características medias.
- El valor de fertilizantes se distribuye en un 70% para el primer año y un 30% para adicionar a este rubro en el segundo año, esto dado que el efecto de los fertilizantes no es inmediato y las condiciones climáticas inciden en su desempeño.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran las tendencias observadas en el primer año de introducción de manejo integrado a una plantación que estuvo recibiendo durante los últimos cinco años únicamente como labor el control de malezas esporádico y cuyos rendimientos estimados en los dos años previos se ubican en $270 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ aunque existen referencias no cuantificadas de producciones mucho más altas en épocas en las que el cacao recibió mejor manejo. Los árboles de cacao al ser perennes y no recibir un manejo adecuado, pasan a un estado de inactividad fisiológica, el cual es necesario romper para recuperar su pleno potencial productivo siendo necesario un tiempo indeterminado para lograrlo (este tiempo irá de acuerdo con la genética, estado fitosanitario, clima, manejo subsecuente, etc.).

Los resultados que se presentan a continuación son cuadros y figuras de resumen para cada variable en los que se hacen comparaciones entre componentes del manejo integrado. Se inicia discutiendo los resultados agronómicos con el fin de entender el efecto de cada componente y valorar el potencial que tienen individualmente, para luego explicar los requerimientos de inversión para cada componente y finalmente describir su relación beneficio – costo.

Los resultados de mazorcas dañadas se analizan únicamente en la comparación de los totales de mazorcas (como indicador del potencial productivo) dado que esta variable no se debe a los factores en estudio sino a presencia de ardillas, aves y otros.

Finalmente cabe señalar que el presente ensayo muestra y analiza datos desde una perspectiva poco conocida, existiendo breves referencias a nivel internacional, por lo cual la discusión se centra en aspectos fisiológicos y ambientales.

4.1. RESULTADOS AGRONÓMICOS

4.1.1. Incidencia de Enfermedades en Mazorcas.

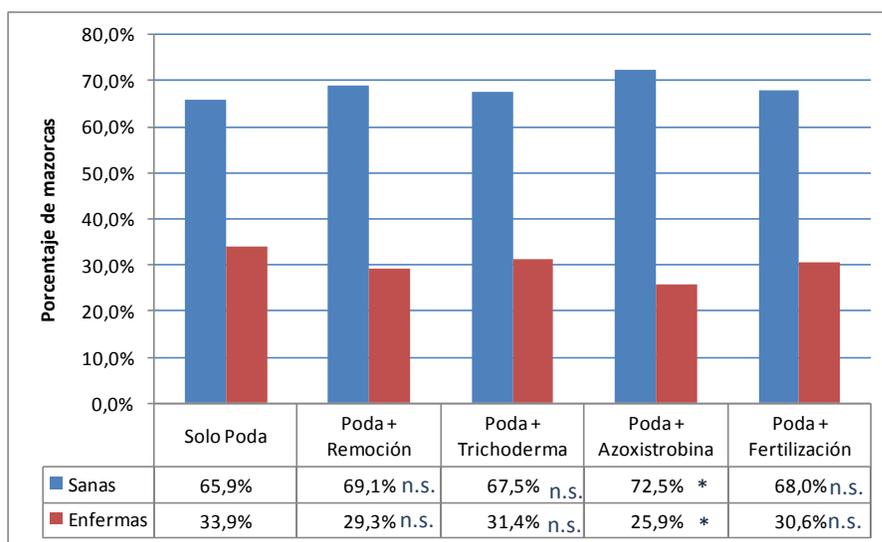


Figura 2. Distribución porcentual de mazorcas por componente de manejo integrado

En la Figura 3 se muestra el porcentaje de mazorcas sanas y enfermas (incidencia) comparando entre Solo Poda y Poda + cada uno de los demás componentes (Prueba de t dos colas 5%), evidenciándose diferencias significativas únicamente entre Solo Poda y Poda + Azoxistrobina. Los demás componentes si bien reducen la presencia de enfermedades en mazorcas no lo hacen de manera significativa. Poda + Azoxistrobina causa una reducción de 8% de mazorcas enfermas comparándola con Solo Poda llegando a una incidencia de 25,9%, lo cual muestra la acción del fungicida sistémico

aplicado sobre los cojinetes florales y frutos en formación como reductor de infecciones tempranas de mazorcas.

En ningún caso se observa incidencia de enfermedades mayor a 33,9%, siendo ésta una condición atribuible a las labores de poda y a una recuperación en la resistencia natural de los frutos. Hay que considerar que mientras más se ha logrado reducir la incidencia de una enfermedad, tanto más difícil será continuar reduciéndola, especialmente durante el primer año de manejo. Tales son las razones por las que se aprecia similitud estadística en los demás componentes.

4.1.2. Comparación de la Evolución Trimestral de la Incidencia de Enfermedades

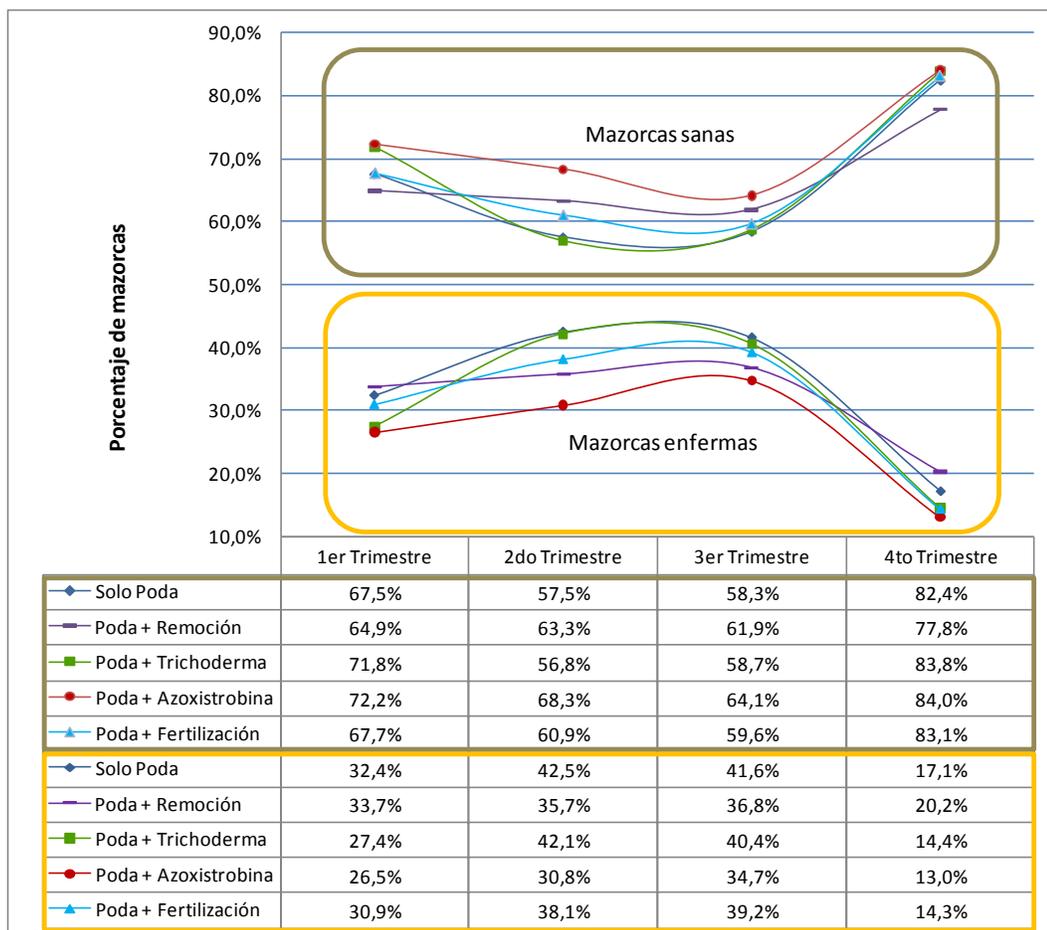


Figura 3. Evolución trimestral de la incidencia de enfermedades

En la Figura 4 se compara el comportamiento en el tiempo de Solo Poda y Poda + cada uno de los demás componentes, en términos de variaciones porcentuales trimestrales de mazorcas diferenciando entre sanas y enfermas. Se observa que el comportamiento de las enfermedades en cada uno de los componentes es variable durante el año.

Poda + Remoción es el componente que muestra una incidencia de 33,7% siendo ésta la mayor en el primer trimestre, lo cual puede deberse a las características de la labor, que sacude los frutos enfermos en algunos casos en esporulación y causa una dispersión - infección involuntaria hacia otros frutos, especialmente cuando se está introduciendo esta práctica por primera vez en una plantación semiabandonada. Sin embargo este componente solo incrementó hasta 35,7% para el segundo trimestre, lo cual indica que este componente permite amortiguar el incremento de enfermedades que ocasiona la época lluviosa incluso mejor que el fungicida químico, esto aún considerando la gran cantidad de inóculo existente en el ambiente y el breve tiempo de manejo. En el tercer trimestre continúa con una incidencia de 36,8%, por debajo de los demás y solo superado por el químico.

La disminución de la incidencia en el cuarto trimestre observada en todas las curvas, es consecuencia de la sequía presentada en esta época, la cual creó un ambiente poco favorable para las enfermedades en todo el ensayo. Si bien normalmente existe baja pluviosidad al final del año y la incidencia de enfermedades disminuye en consecuencia; durante la ejecución del estudio se presentaron condiciones inferiores a la media (Ver Anexo 4), razón por la cual en trabajos de esta naturaleza y con plantas perennes como cacao, los efectos se esperan en plazos mayores.

Poda + *Trichoderma* tiene 27,4% de incidencia de enfermedad, una de las más bajas en el primer trimestre, pero en el segundo y tercer trimestre pasa a tener una incidencia de 42,1% y 40,4% respectivamente; lo cual es prácticamente igual a Solo

Poda, demostrando así que este componente en lo referente a reducción de incidencia es aún inestable, condición esperada de un agente biológico en el primer año de integración al manejo.

Poda + Azoxistrobina muestra la menor incidencia en el primer y segundo trimestre con un 26,5% y 30,8% respectivamente, correspondientes a la epidemia mayor de las enfermedades de mazorcas, pero incrementa más que cualquier otro componente desde el segundo al tercer trimestre hasta 34,7%, lo cual puede deberse a que cesa el efecto de la molécula fungicida. Para el segundo semestre del año se observa mayor similitud con las otras curvas es decir que el efecto del componente cesa y existe mayor influencia del clima. Esta información permite deducir que el efecto del fungicida químico alcanza menos tiempo y es posible ajustar frecuencias de aplicación.

Los resultados de Poda + Fertilización eran esperados a finales de año pero es presumible que las condiciones climáticas atenuaron su efecto, especialmente en lo referente a incidencia.

4.1.3. Comparación de Cantidades de Mazorcas Producidas

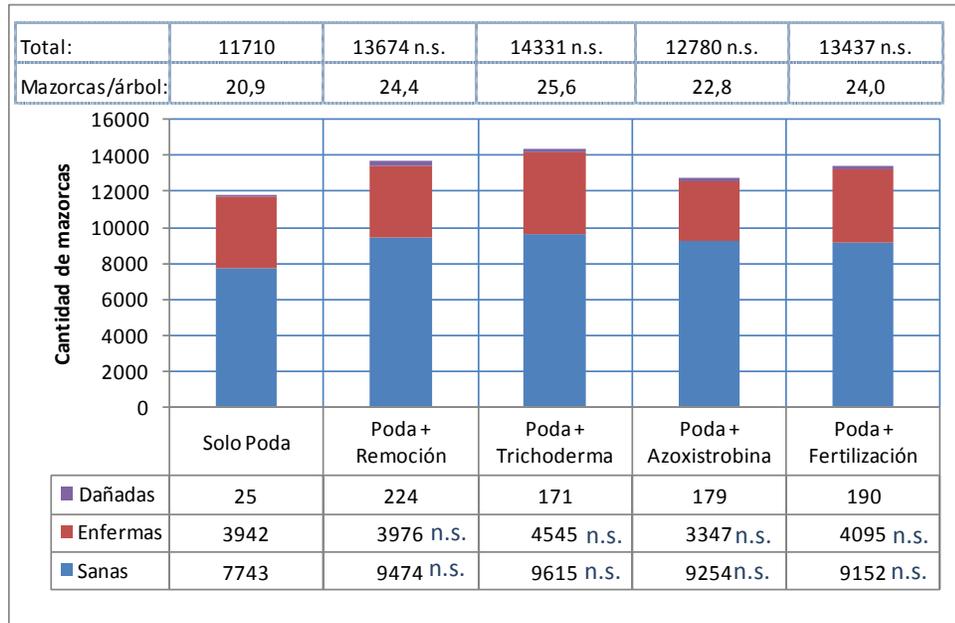


Figura 4. Cantidades de mazorcas por componente de manejo integrado

En la Figura 5 se compara el total de mazorcas por hectárea producidas en todo el año diferenciando entre sanas, enfermas, dañadas comparando entre Solo Poda y poda + cada uno de los componentes; observándose un aspecto diferente de la distribución porcentual, aunque no hay significancia estadística entre los componentes comparados (Prueba de t dos colas 5%).

Con Poda + Remoción existe un incremento de 1731 mazorcas sanas con respecto a Solo Poda lo cual puede deberse a la constante eliminación de mazorcas enfermas, lo que ocasionaría una disminución en el desgaste de energía por parte de la planta al defenderse de las infecciones y por ende un mejor aprovechamiento de esa energía en nuevas mazorcas sanas. En cuanto a mazorcas enfermas existe un incremento de 34

mazorcas con respecto a Solo Poda, es decir que prácticamente se mantiene la cantidad de mazorcas. En este caso sería deseable la reducción de mazorcas enfermas pero esta no se presenta debido a que cuando se inició con esta labor y durante los primeros meses se presentaban aún mazorcas en esporulación cada semana y al hacer remoción se sacudió aunque sea levemente esas mazorcas, con lo que se favoreció la dispersión – infección hacia otras mazorcas.

También es necesario considerar que no fue posible remover la totalidad de las mazorcas enfermas dada la altura de los árboles la cual provocó que las mazorcas enfermas más altas y por ende más infectivas sean las más difíciles de remover; así, la eficiencia estimada de la labor es de 75% (es decir que 25% de las mazorcas enfermas no se removieron en la semana en que mostraron síntoma). Además las condiciones del ensayo, que fue realizado en condiciones y extensiones semejantes a las de un productor, requirieron que ésta y todas las labores se las realicen eficientemente, sin gastar demasiado tiempo, especialmente teniendo en cuenta la evaluación económica realizada. En todo caso, este componente es digno de resaltar porque aún con las limitaciones descritas, logra incrementar la cantidad de mazorcas sanas.

En el caso de Poda + *Trichoderma* se obtiene 1872 mazorcas sanas más que en Solo Poda, siendo aquí donde se evidencia claramente su efecto positivo, lo cual es notable considerando que tuvo para controlar principalmente a dos patógenos endémicos (Escoba de bruja y Moniliasis) con altas cantidades de inóculo presente en la plantación. Este resultado sugiere una interacción planta – agente biológico (asociación endofítica),

que hace que incida en este resultado al incrementar la cantidad de mazorcas sanas evitando que se pierdan mazorcas recién formadas como cherelles. En este caso las mazorcas enfermas también se incrementan en 603 lo que se debe a la inestabilidad propia del componente biológico en el primer año; probablemente estas mazorcas enfermas son las protegidas en sus fases tempranas pero que luego enfermaron (infecciones tardías).

Con relación a Poda + Azoxistrobina se puede resaltar que logra 595 mazorcas enfermas menos que Solo Poda siendo el único componente que logra una reducción de mazorcas enfermas; además hay un incremento de 1511 mazorcas sanas con respecto a Solo Poda, lo cual es resultado de la disminución de procesos infecciosos en las mazorcas y de un mejor estado sanitario de la planta, pues este fungicida también actúa efectivamente contra escoba a nivel de brotes, situación que significa para la planta un ahorro de energía y nutrientes.

En lo referente a Poda + Fertilización, se puede ver 153 mazorcas enfermas mas y 1409 mazorcas sanas mas en relación a Solo Poda lo que se observa como un efecto preliminar de la fertilización aunque atenuado por la sequía presentada en el período de estudio. En lo referente a nutrición de la planta es necesario considerar el aporte que existió de material orgánico en todo el ensayo como resultado de la poda que se adicionó al mulch ya existente. Al final del primer año en el ensayo cabe esperar que los procesos de humificación de ese material se encuentren avanzados.

Cuando se compara el total de mazorcas se observa que los incrementos de Poda + Remoción, Poda + *Trichoderma*, Poda + Azoxistrobina y Poda + Fertilización; con respecto a Solo Poda son de 1964; 2621; 1070 y 1727 mazorcas respectivamente lo cual muestra el potencial que tienen cada uno de los componentes de manejo integrado en el incremento de producción a pesar de trabajar con ellos en solamente un año partiendo de una plantación con poco manejo, destacándose especialmente Poda + *Trichoderma*.

4.1.4. Comparación de la Evolución Trimestral del Número de Mazorcas por Hectárea

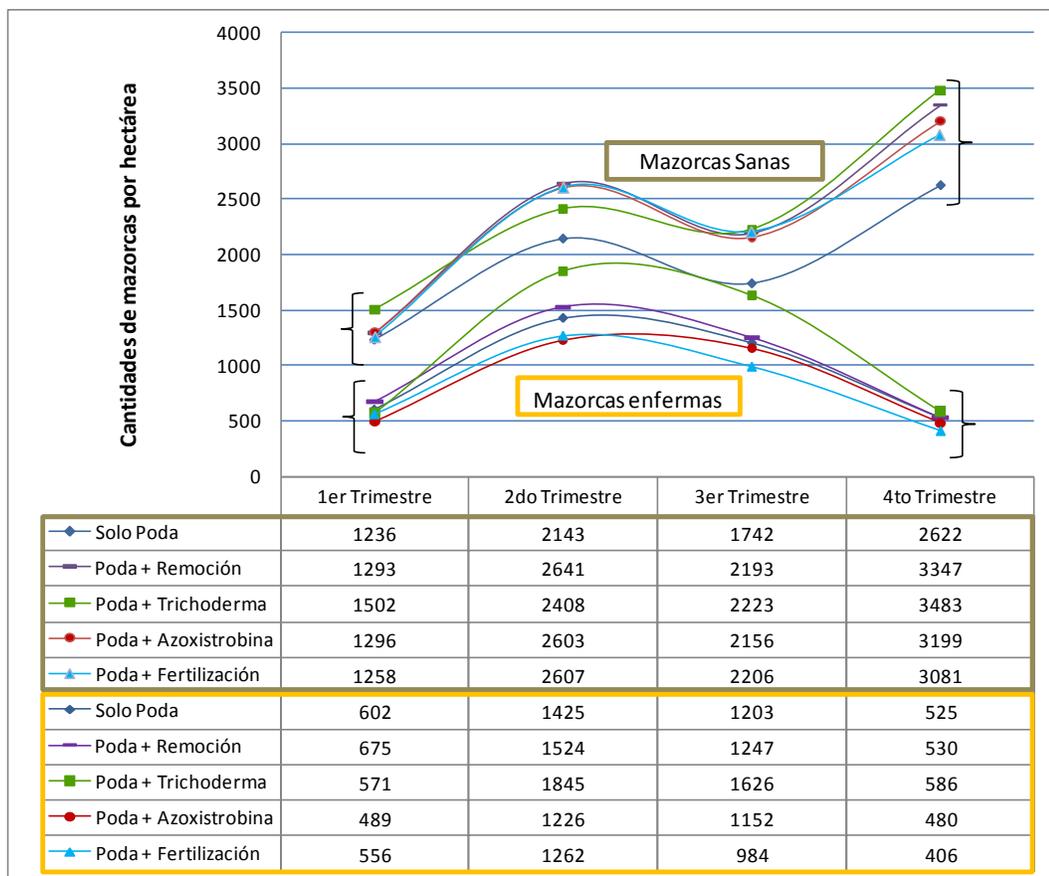


Figura 5. Evolución trimestral de cantidades de mazorcas

En la Figura 6 se compara el comportamiento en el tiempo de Solo Poda y Poda + cada uno de los componentes, en términos de cantidades de mazorcas diferenciando entre sanas y enfermas. En la evolución trimestral de cantidades de mazorcas sanas se puede diferenciar claramente como la curva correspondiente a Solo Poda se queda por debajo de las demás que incluyen un componente adicional, las que se agrupan y solo en el último trimestre inician separación. Entre las mazorcas enfermas en cambio se destaca Poda + *Trichoderma*, que es la que muestra mayor cantidad de enfermas en el segundo y tercer trimestre, que sería cuando ocurre principalmente la mencionada interacción planta – agente biológico, pero que también es época de la mayor epidemia. Esto indica que si bien las plantas responden positivamente con producción de mazorcas, el componente es aún débil para frenar la incidencia de la enfermedad dada la competencia entre el agente recién introducido y los patógenos endémicos y con altos niveles de inóculo existente.

4.1.5. Comparación de Producción (kg cacao seco/ha)

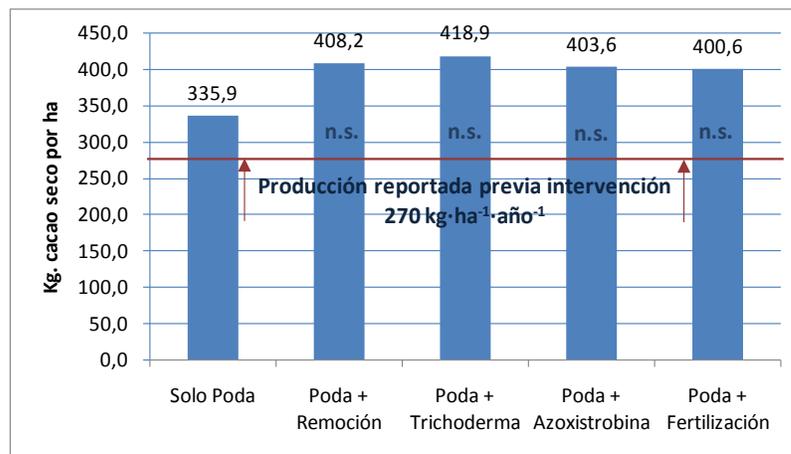


Figura 6. Producción en peso seco obtenida por cada componente de manejo integrado

En la Figura 7 se compara la producción en kg de cacao seco por hectárea; se puede ver que todos los componentes incrementan la cantidad de kg cosechados con respecto a Solo Poda, así: Poda + Remoción, Poda + *Trichoderma*, Poda + Azoxistrobina y Poda + Fertilización incrementan 83; 72,3; 67,7 y 64,7 kg respectivamente.

En la figura de comparación de peso seco, Solo Poda y Poda + cada uno de los componentes son estadísticamente iguales (Prueba de t dos colas 5%), pero cabe anotar que Poda + *Trichoderma* obtiene la mayor producción. Este y todos los incrementos observados se explican con el comportamiento del número de mazorcas de la Figura 5.

Se muestra además en el cuadro el valor estimado de producción previo la intervención reportado por el productor, existiendo un incremento sobre este valor de 65,9; 138,2; 148,9; 133,6 y 130,6 kg de cacao seco por ha para Solo Poda, Poda + Remoción, Poda + *Trichoderma*, Poda + Azoxistrobina y Poda + Fertilización respectivamente. Esto muestra la respuesta a la intervención incluso considerando que se trata del primer año. Además cabe resaltar que Solo Poda logra un incremento de 65,9 kg de cacao seco por ha sobre la producción previa estimada, lo cual indica el efecto exclusivo de la poda.

4.1.6. Comparación de la Evolución Trimestral de Producción Acumulada (kg Cacao Seco/Trimestre)

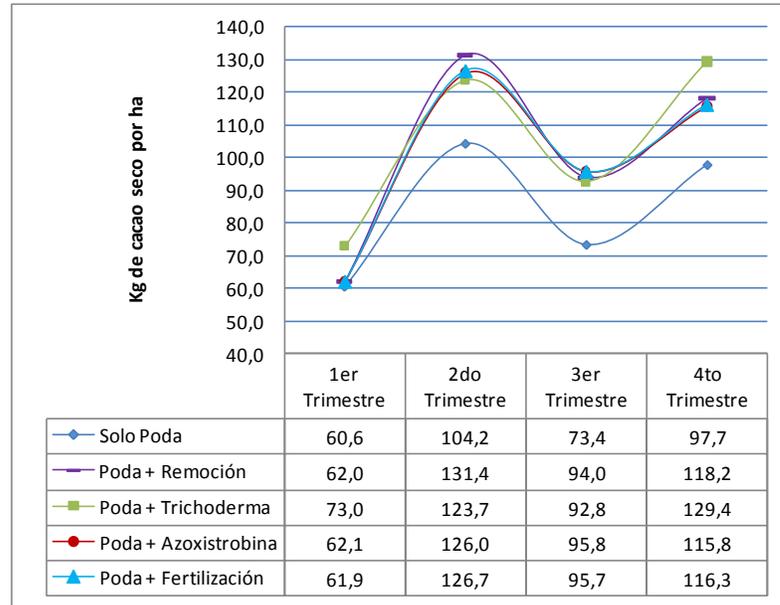


Figura 7. Evolución trimestral de la producción en peso seco por ha

En la Figura 8 se compara el comportamiento trimestral de Solo Poda y Poda + cada uno de los componentes en términos de peso en kg de cacao seco producidos.

Al analizar las tendencias de la evolución trimestral de peso se observa que Poda + *Trichoderma* en el último trimestre destaca levemente sobre los demás, lo cual indica que estas plantas logran mejor rendimiento en condiciones secas. Por el contrario Solo Poda si bien inicia junto a los otros tratamientos, luego su tendencia es a distanciarse de los demás, es decir que la poda aplicada conjuntamente con otro(s) componentes incrementa la producción más que únicamente la poda. El comportamiento de estas curvas confirma y se explica con los datos de la Figura 6.

4.1.7. Diferenciación Gramos por Mazorca

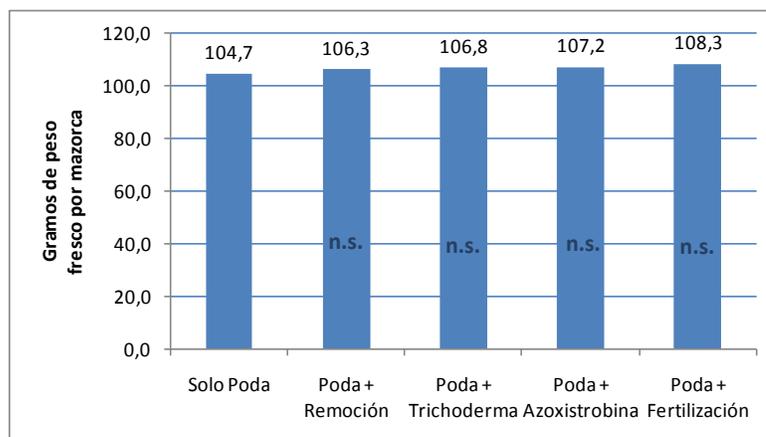


Figura 8. Relación peso fresco - mazorcas sanas por componente de manejo integrado

En la Figura 9 se compara el peso por mazorca en gramos de cacao fresco entre Solo Poda y Poda + cada uno de los componentes; se puede ver que todos los componentes incrementan la cantidad de g de cacao fresco cosechado por mazorca con respecto a Solo Poda, así: Poda + Fertilización, Poda + Azoxistrobina, Poda + *Trichoderma* y Poda + Remoción incrementan 3,6; 2,5; 2,1 y 1,5 g de cacao fresco respectivamente sin que esto represente diferencias significativas (Prueba de t dos colas 5%).

Se observan diferencias leves, especialmente entre Solo Poda y Poda + Fertilización, pues se esperan mazorcas mas grandes con este componente, aunque aún es un dato que no muestra todo el potencial a obtenerse de la fertilización porque las condiciones climáticas impidieron actuar plenamente a este componente.

4.1.8. Evolución Trimestral de la Relación Peso Fresco – Cantidad de Mazorcas

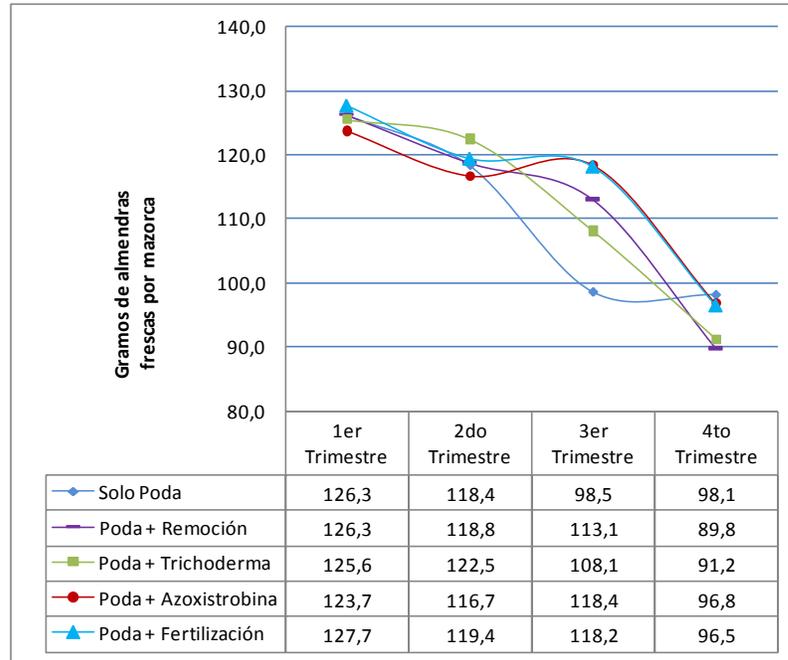


Figura 9. Evolución trimestral de la relación Peso Fresco - Cantidad de mazorcas sanas

En el Figura 10 se compara el comportamiento en el tiempo de Solo Poda y Poda + cada uno de los componentes en términos de gramos de cacao fresco por mazorca. En la evolución trimestral se ve una caída del peso por mazorca en Solo Poda en el tercer y cuarto trimestre con 98,5 y 98,1 gramos por mazorca respectivamente; mientras que se aprecia un leve repunte en Poda + Fertilización con 118,2 gramos por mazorca y Poda + Azoxistrobina con 118,4 gramos por mazorca en el tercer trimestre para luego recién en el cuarto mes decaer. Se observa un leve efecto de fertilización como factor que incide en una mejor provisión de reservas de la planta, lo que les permite producir frutos más grandes, mientras los demás componentes sufren el efecto del clima.

Así mismo, se observa que manejar con Solo Poda limita la producción, especialmente en el tercer trimestre donde se observan diferencias de 19,6 gramos por cada mazorca en comparación con Poda + Fertilización, esto es un incremento de 19,9% de peso fresco por mazorca. Se aprecia además el efecto que tiene el déficit hídrico reduciendo el tamaño de mazorcas en el ensayo en general al finalizar el año.

4.1.9. Interacciones entre Componentes

Al no haber diferencias significativas en la mayoría de los datos solo se muestran aquí los gráficos de las interacciones más relevantes como parte de los resultados agronómicos, ya que es aún temprano un análisis de las mismas. Sin embargo, las figuras de interacciones pueden verse en su totalidad en el Anexo 1.

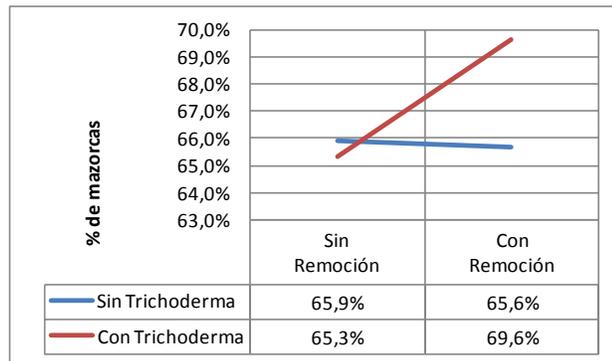


Figura 10. Interacción porcentual *Trichoderma* x Remoción en mazorcas sanas

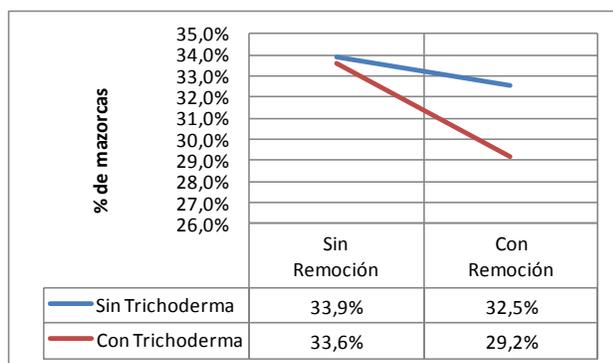


Figura 11. Interacción porcentual *Trichoderma* x Remoción en mazorcas enfermas

En las Figuras 11 y 12 se observa que hay una interacción positiva entre *Trichoderma* y Remoción de frutos enfermos en lo que a porcentaje se refiere; es decir, al aplicar los dos componentes juntos hay un porcentaje mayor de mazorcas sanas y menor de mazorcas enfermas que si se aplica solo uno o ningún componente. Especialmente entre estos dos componentes (*Trichoderma* y Remoción) al parecer existe mayor afinidad al momento de reducir incidencia, pues ambas son técnicas que persiguen reducir las enfermedades atacándolas desde la ruptura de su ciclo o desde el fortalecimiento de la planta, a diferencia de Azoxistrobina, que trata de inhibir esporulación y crecimiento micelial. Sin embargo, es aún pronto para hacer mayores comentarios acerca de las interacciones.

4.2. EGRESOS, INGRESOS Y BENEFICIO – COSTO

Se presentan a continuación los costos de producción para cada componente con sus respectivos ingresos brutos y netos con su relación beneficio – costo.

Cuadro 9. Detalle de costos, ingresos brutos e ingresos netos y relación B/C para los componentes en US\$

				Solo Poda	Poda + Remoción	Poda + Trichoderma	Poda + Azoxistrobina	Poda + Fertilización *
COSTOS								
	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo por ha				
A. Insumos, herramientas, equipos, instalaciones y servicios								
Cuprofix	Fundas 1 Kg	\$ 3,50	1,5	\$ 5,25	\$ 5,25	\$ 5,25	\$ 5,25	\$ 5,25
Cloro	GL	\$ 4,00	1/6	\$ 0,67	\$ 0,67	\$ 0,67	\$ 0,67	\$ 0,67
Herbicida (Glifosato)	L	\$ 5,50	3	\$ 16,50	\$ 16,50	\$ 16,50	\$ 16,50	\$ 16,50
Urea	Saco 50 kg	\$ 25,00	4,3					\$ 75,83
DAP (18-46-0)	Saco 50 kg	\$ 31,50	0,9					\$ 20,21
MK	Saco 50 kg	\$ 46,30	0,8					\$ 27,01
Sulpomag	Saco 50 kg	\$ 29,50	3,1					\$ 63,67
Esporas de Trichoderma spp.	Cantidad por ha	\$ 70,73	1			\$ 70,73		
Bankit (Azoxistrobina)	L	\$ 57,00	3				\$ 171,00	
Combustibles de equipos	GL	\$ 1,30	15			\$ 19,50	\$ 19,50	
Transporte	Global	\$ 5,00	1	\$ 5,00	\$ 5,00	\$ 5,00	\$ 5,00	\$ 5,00
Herramientas	Depreciación	\$ 21,84	1	\$ 21,84	\$ 21,84	\$ 21,84	\$ 21,84	\$ 21,84
Instalaciones	Depreciación	\$ 1,95	1	\$ 1,95	\$ 1,95	\$ 1,95	\$ 1,95	\$ 1,95
Equipos Poda + Control de malezas	Depreciación	\$ 3,33	1	\$ 3,33	\$ 3,33	\$ 3,33	\$ 3,33	\$ 3,33
Equipos Fumigación	Depreciación	\$ 4,93	1			\$ 1,60	\$ 1,60	
Subtotal A				\$ 54,54	\$ 54,54	\$ 146,37	\$ 246,64	\$ 241,27
B. Mano de Obra								
Poda **	Valor por árbol	\$ 0,59	560	\$ 330,40	\$ 330,40	\$ 330,40	\$ 330,40	\$ 330,40
Deschuponado (basal)	Jornales	\$ 7,00	1	\$ 7,00	\$ 7,00	\$ 7,00	\$ 7,00	\$ 7,00
Control de malezas (químico)	Jornales	\$ 7,00	2	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00
Control de malezas (mecanizado)	Jornales	\$ 8,00	2	\$ 16,00	\$ 16,00	\$ 16,00	\$ 16,00	\$ 16,00
Fertilización	Jornales	\$ 7,00	4					\$ 28,00
Remoción de frutos enfermos	Jornales	\$ 7,00	12		\$ 83,08			
Fumigaciones de Trichoderma spp.	Jornales	\$ 7,00	3			\$ 21,00		
Fumigaciones de Bankit	Jornales	\$ 7,00	3				\$ 21,00	
Cosecha	Jornales	\$ 7,00	31	\$ 218,46	\$ 218,46	\$ 218,46	\$ 218,46	\$ 218,46
Poscosecha	Jornales	\$ 7,00	4	\$ 28,00	\$ 28,00	\$ 28,00	\$ 28,00	\$ 28,00
Subtotal B				\$ 613,86	\$ 696,94	\$ 634,86	\$ 634,86	\$ 641,86
Costo Total/ha (A + B)				\$ 668,40	\$ 751,48	\$ 781,23	\$ 881,50	\$ 883,13
INGRESOS***								
	Rendimiento Quintal/ha		7,46	9,07	9,31	8,97	8,90	
	Ingresos Brutos/ha	\$ 805,49		\$ 978,90	\$ 1.004,50	\$ 967,80	\$ 960,68	
Ingresos Netos/ha				\$ 137,09	\$ 227,41	\$ 223,27	\$ 86,30	\$ 77,55
	Costo de producción/Quintal	\$ 89,55		\$ 82,85	\$ 83,93	\$ 98,29	\$ 99,20	
	B/C	1,21		1,30	1,29	1,10	1,09	

* Los valores de Fertilizantes para el primer año están solamente por el 70% del valor total, dado que su efecto no se logra aun a plenitud. El 30% restante se añadirá al valor de este rubro en el segundo año.

** La poda de rehabilitación costó US\$ 1,2 por árbol, pero se paga el 20% de ese valor el primer año, es decir US\$ 0,24; esto mas el valor de la poda de mantenimiento del primer año de US\$ 0,35, suman US\$ 0,59 por árbol, quedando pendiente US\$ 0,96 para amortizarse en los siguientes 4 años.

*** Dado un valor del quintal de cacao seco de US\$ 107,92 (US\$ 2,40 kg⁻¹)

Los valores presentados en el Cuadro 9 corresponden al primer año; el cual es más bien una fase de transición desde la ausencia de manejo previa de la finca hacia una integración de técnicas de manejo; sin embargo se puede ver que el componente que logra mayor ganancia es Poda + Remoción con \$ 227,41 seguido de Poda + Trichoderma, Solo Poda, Poda + Azoxistrobina y Poda + Fertilización con \$ 223,27; \$

137,09; \$ 86,30 y \$ 77,55 respectivamente, aunque es necesario resaltar que el componente que mayor ingresos brutos genera es Poda + *Trichoderma*.

Los costos de producción muestran a Poda + Remoción como el tratamiento más rentable, esto debido a que no se requieren de inversiones mayores para esta práctica, a diferencia de las demás, sin embargo Poda + *Trichoderma* lógicamente es la que obtiene mayores ingresos brutos al tener mayor cantidad de mazorcas sanas y mayor producción.

Si bien al finalizar el primer año se obtiene una relación beneficio – costo superior a Solo Poda únicamente con Poda + *Trichoderma* y Poda + Remoción, esto ocurre por la inversión necesaria para los otros componentes y lo que tardan en ejercer su efecto.

Los costos de equipos, herramientas e instalaciones corresponden al valor de la depreciación (Ver Anexo 3)

4.3. REQUERIMIENTOS DE INVERSIÓN PARA LAS TECNOLOGÍAS

Cada tecnología o componente de manejo integrado tiene características únicas en la estructura de sus costos, lo cual incidirá rotundamente en la aplicación o preferencia del componente por parte de los agricultores; a continuación se detalla para cada componente los detalles de la inversión exclusiva necesaria para llevar a cabo su aplicación. Se omiten las labores comunes del cultivo como cosecha, control de malezas

y deschuponado, las cuales se detallan en la descripción de los costos de producción por componente.

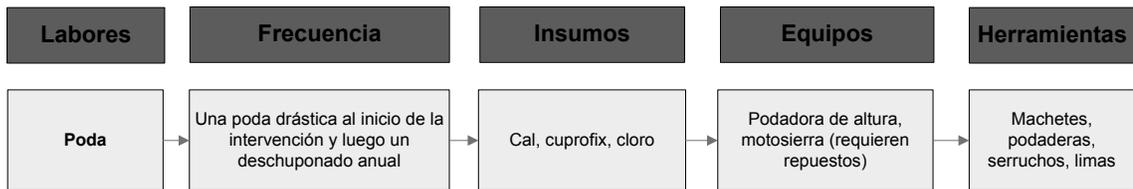


Figura 12. Requerimientos exclusivos para Solo Poda

En la Figura 13 se observa que los equipos: podadora de altura y motosierra requeridos para esta labor son costosos sumando \$ 1 480 y solamente serán usados una vez al año. Estos equipos necesitan de mantenimientos periódicos y repuestos. Además es necesario considerar un valor de la mano de obra de \$ 907,2 que en el presente ensayo se amortiza a cinco años. Esta labor se requiere como base para los demás componentes por lo que está presente en los siguientes cuadros.

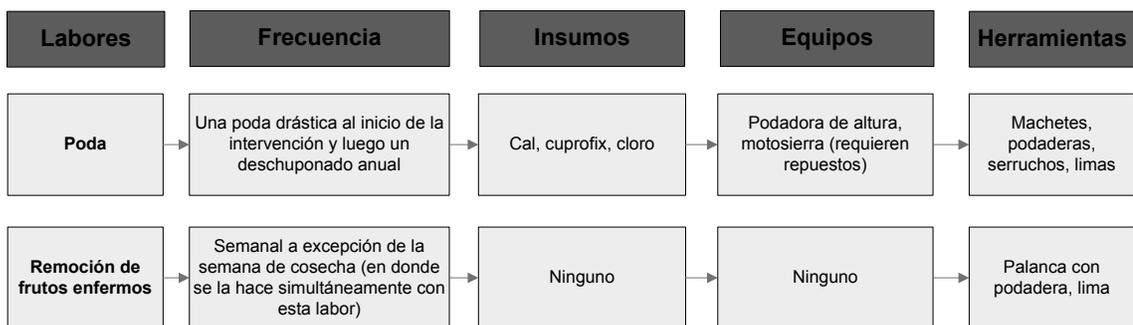


Figura 13. Requerimientos exclusivos para Poda + Remoción

En la Figura 14 se observa a la remoción de frutos como una actividad que requiere únicamente de una palanca con podadera que cuesta \$ 2, más la mano de obra de \$ 83,08, por tanto esta actividad no requiere de mayores inversiones, logrando así la mayor relación costo – beneficio.

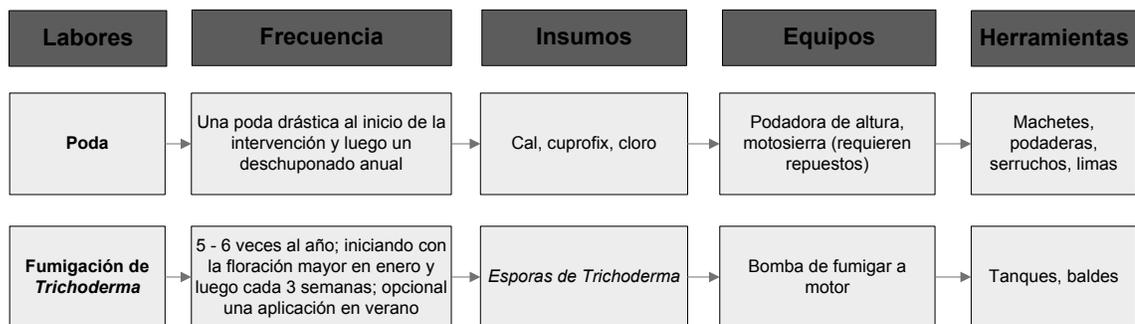


Figura 14. Requerimientos exclusivos para Poda + *Trichoderma*

En la Figura 15 se observa que el mayor requerimiento es la bomba de fumigar a motor con un valor de \$ 480, la cual se la utiliza únicamente para cinco o seis aplicaciones al año. Estos equipos necesitan también de mantenimientos periódicos y repuestos, además de \$ 70,73 del valor de las esporas y \$ 21 de mano de obra en la fumigación.

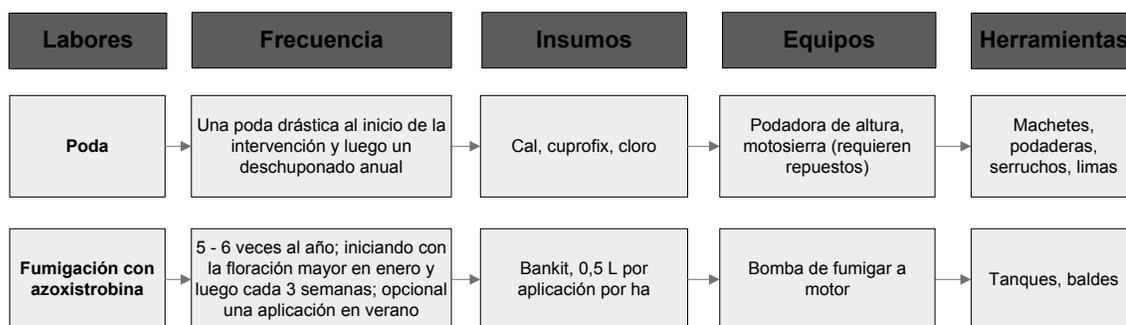


Figura 15. Requerimientos exclusivos para Poda + Azoxistrobina

En la Figura 16 se observa que el mayor requerimiento es la bomba de fumigar a motor con un valor de \$ 480 (es recomendable usar equipos exclusivos tanto para químicos como para biológicos), la cual se la utiliza únicamente para cinco o seis aplicaciones al año. Estos equipos necesitan también de mantenimientos periódicos y repuestos. Además tenemos al fungicida, en este caso Bankit, cuyo valor fue de \$ 57 por litro y \$ 21 de mano de obra en la fumigación.

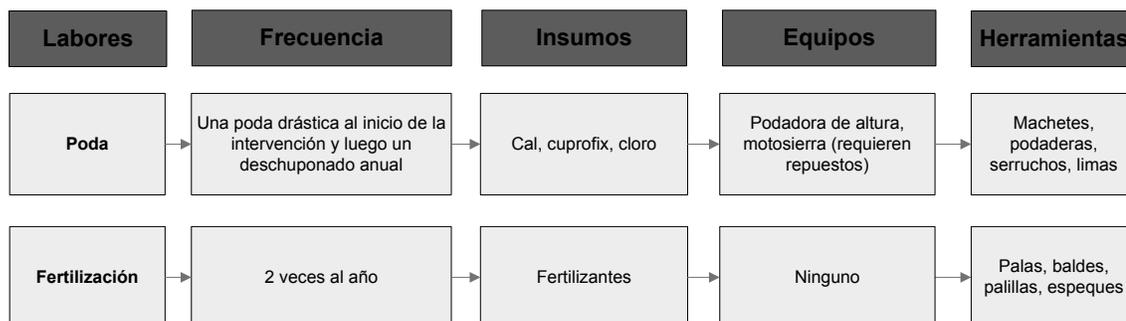


Figura 16. Requerimientos exclusivos para Poda + Fertilización

En la fertilización se invierten \$ 267 por ha (este valor puede variar dependiendo del estado nutricional del suelo) en fertilizantes mas \$ 28 en la mano de obra de aplicación, como se observa en la Figura 17. Además cabe recordar que la respuesta a la fertilización en cacao, especialmente en las condiciones climáticas presentadas durante el ensayo, tarda en presentarse hasta prácticamente el próximo pico de producción, por lo que su efecto no es registrado aún.

V. CONCLUSIONES

Los componentes del manejo integrado de enfermedades de cacao logran incrementar la producción durante el primer año siendo Poda + *Trichoderma* el componente más productivo que alcanza 418,9 kg de cacao seco por hectárea lo cual representa un 36% de incremento sobre la producción previa estimada.

La incidencia de enfermedades de mazorcas es mitigada por todos los componentes durante el primer año alcanzando una reducción significativa solamente con Poda + Azoxistrobina con la cual se logra 72,5% de mazorcas sanas.

Los componentes del manejo integrado que muestran una interacción positiva durante el primer año son *Trichoderma* y Remoción de frutos enfermos.

El componente más rentable observado en el primer año es Poda + Remoción que logra una relación B/C de 1,3; mientras que los mayores ingresos brutos son generados por Poda + *Trichoderma*, sin perjuicio de los demás componentes, los cuales o tardan más en ejercer sus efectos o son especialmente eficientes en determinadas circunstancias.

Las condiciones de altura de una plantación cacaotera inciden decisivamente en la presencia de enfermedades, a mayor altura, mayor es la dificultad para tratar adecuadamente las fuentes de inóculo.

VI. RECOMENDACIONES

Lo observado en el presente ensayo confirma los principios básicos de manejo integrado, pues existe complementariedad entre sus componentes, siendo evidente entonces la necesidad de manejar y aprovechar la sinergia que surge entre los diversos componentes de manejo integrado y trabajar con una visión integral de la problemática fitosanitaria de las fincas cacaoteras.

Las necesidades de inversión, que pueden resultar limitantes para los pequeños productores, podrían ser cubiertas de mejor manera con la formación de asociaciones de cacaoteros, a través de las cuales estos costos pueden reducirse especialmente con el uso comunitario de los equipos.

Es evidente una fuerte influencia del clima en el desarrollo de las enfermedades así como de la producción, por tanto hay que considerar estos aspectos muy minuciosamente como parte de la estrategia de manejo integrado.

Es necesario reducir la altura de los árboles todo lo posible al realizar las podas de rehabilitación, con el fin de obtener plantas manejables y bien estructuradas que faciliten el manejo de las enfermedades. Las podas de mantenimiento posteriores deben seguir considerando la necesidad de reducir altura, especialmente en los árboles en los que como resultado del manejo han surgido ramas nuevas y bajas que pueden ser seleccionadas para que sean la nueva copa del árbol, desechando ramas viejas y altas.

VII. RESUMEN

El presente ensayo se realizó dada la necesidad de evaluar económicamente los componentes de manejo integrado en cacao tipo Nacional, en términos de productividad y costos del control de enfermedades. En la finca “La Central”, en una plantación de más de 50 años y un área de 24 hectáreas y usando el método Taguchi se instaló el estudio involucrando a los componentes: Remoción de frutos enfermos, Control Químico con Azoxistrobina, Control Biológico con *Trichoderma spp.* (especies con especificidad contra las enfermedades de mazorcas de cacao) y Fertilización. Se practicó una poda de desrame y aclareo previamente. En el primer año de evaluación la incidencia es reducida significativamente únicamente por Poda + Azoxistrobina llegando a 72,5% de mazorcas sanas, mientras que la producción fue incrementada por todos los componentes especialmente por Poda + *Trichoderma spp.* logrando 418,9 kg de cacao seco por hectárea (36% más que la producción previa estimada) aunque sin lograr significancia. En el análisis de la evolución trimestral de la producción se observa que la Poda es potencializada al añadir otro componente, mientras que en incidencia remoción se muestra como el que mejor amortigua la epidemia de época lluviosa. Los requerimientos de inversión más altos son equipos para podas (\$ 1480) y fumigaciones (\$ 480). La relación beneficio - costo más alta es de 1,3 obtenida con Poda + Remoción, Poda + *Trichoderma spp.* logra los ingresos brutos más altos (\$ 1004,5 ha⁻¹) mientras que Poda + Azoxistrobina y Poda + Fertilización logran una menor relación beneficio – costo, incluso que Solo Poda dado que requieren de tiempo para actuar y de mayores inversiones en insumos.

VIII. SUMMARY

This test was proposed given the need for economic evaluation of integrated management components in cocoa type Nacional measured in terms of productivity and costs of disease control. This work was made in the farm "La Central" in a cocoa plantation of more than 50 years, in an area of 24 hectares, involving these components: Removal of diseased pods, Chemical Control with Azoxystrobin, Biological Control with *Trichoderma* (specific species for diseases of cocoa pods) and Fertilization. A pruning was applied previously, cutting excessive branches and clearing and reducing the canopy. Data were analyzed using the Taguchi method. The first year of evaluation shows that the incidence is reduced significantly only by Pruning + Azoxystrobin achieving a 72,5% of healthy pods, while production was increased by all components especially Pruning + *Trichoderma* achieving 418,9 kg dry cocoa per hectare (36% of increased above previous estimated yield) but didn't achieve significance. Analysis of the quarterly progress of production shows that Pruning improves production best when in combination with one of the other components, while in effect Removal is shown as the best defense against disease during the rainy season. The investment requirements are most important for pruning (\$ 1480) and spraying equipment (\$ 480). The higher benefit - cost relation is 1,3 achieved by Pruning + Removal, Pruning + *Trichoderma* achieved higher gross earnings (\$ 1004,5 ha⁻¹) while Pruning + Azoxystrobin and Pruning + Fertilization achieved a lower benefit - cost, than Only Pruning because they need time to act and require investments in inputs.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Aranzazu, F. Comportamiento de los frutos de cacao afectados por monilia dejados sobre el suelo. *In* Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. 1987. Santo Domingo – República Dominicana - Actas. Pág. 457 – 460.

Bateman, R.; Hidalgo, E.; García, J.; Arroyo, C.; ten Hopen, G.; Adonijah, V.; Krauss, U. Application of chemical and biological agents for the management of frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*) in Costa Rican cocoa (*Theobroma cacao*). 2006. (En línea). Costa Rica. Consultado 23 de Marzo de 2008. Disponible en <http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/pdf/Bateman2006.pdf>

Bailey, B.; Bae, H.; Strem, M.; Crozier, J.; Thomas, S.; Samuels, G.; Vinyard, B.; Holmes, K. Antibiosis, mycoparasitism, and colonization success for endophytic *Trichoderma* isolates with biological control potential in *Theobroma cacao*. 2008. Informe Técnico. Revista Biological Control 2008.

Carrero, J. Lucha integrada contra las plagas agrícolas y forestales. 1996. Madrid – España. Ediciones Mundi-Prensa. 256 p.

CORPEI. Cacao, Boletín divulgativo. 2009.

Durango, W. Evaluación de fungicidas y biocontroladores en el manejo de enfermedades de la mazorca de cacao. Tesis para obtención de título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. 2001. Guayaquil – Ecuador. Pág. 23 – 38.

Enríquez, G. El cultivo de cacao orgánico. 2004. Quevedo – Ecuador. INIAP – EET Pichilingue. Primera edición. Pág. 75 – 78.

Evans, H. Cacao disease: The trilogy revisited. 2007. (En línea). Berkshire, UK. CABI International. Consultado 23 de Marzo de 2008. Memoria del Simposio Cacao Diseases: Important Threats to Chocolate Production Worldwide. Disponible en <http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document-research-center/documents/Evans2007.pdf>

Guerrero, R.; Arias, D. Determinación de la eficacia de dos especies de hongos del género *Trichoderma* (*T. koningiopsis*, *T. stromaticum*) para el control de enfermedades de la mazorca de cacao (*Theobroma cacao*). Tesis para obtención de título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2006. Quevedo – Ecuador. Pág. 46 – 51.

Hebbar, P. Cacao Diseases: A Global Perspective from an Industry Point of View. 2007. (En línea). Beltsville – MD, US. Mars Inc./USDA-ARS. Consultado 23 de Marzo de 2008. Resumen técnico. Disponible en

<http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document-research-center/documents/Hebbar2007.pdf>

INEC. Sistema de información agropecuaria SIDALC. 2009. Página web interactiva. (En línea). Consultado el 2 de diciembre de 2009. Disponible en www.ecuadorencifras.com

ITESM (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey), Métodos Taguchi, Diseño de parámetros. 1989. Monterrey – México. 226 Pág.

Krauss, U.; Soberanis, W. Effect of fertilization and biocontrol application frequency on cocoa pod diseases. 2002. (En línea). Consultado 23 de Marzo de 2008. Resumen técnico. Disponible en <http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document-research-center/documents/Krauss2002.pdf>

Krauss, U.; Soberanis, W. Rehabilitation of diseased cacao fields in Peru through shade regulation and timing of biocontrol measures. 2001. (En línea). Gainesville – Florida. University of Florida. Consultado 23 de Marzo de 2008. Resumen técnico. Disponible en <http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/document-research-center/documents/Krauss2001.pdf>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). III Censo Nacional Agropecuario. 2002. (En línea). Ecuador. Consultado

23 de Marzo de 2008. Tabla Resumen de datos Nacionales. Disponible en http://www.sica.gov.ec/censo/contenido/index_ti.htm#cp

Mejía, L.; Rojas, E.; Maynard, Z.; Van Bael, S.; Arnold, E.; Hebbar, P.; Samuels, G.; Robbins, N.; Allen, E. Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. 2008. Revista Biological Control N° 46. Ciudad de Panamá – Panamá. Pág. 4 – 14

Mite, F.; Motato, N. Suelos y Fertilizantes *In* Manual del cultivo de cacao. EET Pichilingue – INIAP. 1996. Quevedo – Ecuador. Pág. 71 – 75.

Mujica, J.; Barón, J.; Cano, Y. Manejo Productivo del Cacao con Énfasis en el Manejo de la Monilia (*Moniliophthora roreri* [Cif Par] Evans *et al.*) en el Departamento de Santander. 2007. Publicación del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y de la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO). Santander – Colombia.

Oliveira, M.; Luz, E. Identificação e manejo das principais doenças do cacaueiro no Brasil. 2005. Ilhéus - Bahia – Brasil. CEPLAC/CEPEC/SEFIT. 132 Pág.

Pereira, J. Perspectivas para el control de las enfermedades del cacao. 2000?. (En línea). Bahia, BR. Centro de Pesquisas do Cacau. Consultado 23 de Marzo de 2008.

Memoria de I Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. Disponible en <http://www.cacao.sian.info.ve/memorias/html/07.html>. Trad. R. Jaimez.

Purdy, L. Fungal disease of cacao. 2001. (En línea). Florida, US. University of Florida. Consultado 23 de Marzo de 2008. Resumen técnico. Disponible en <http://www.worldcocoaoundation.org/info-center/document-research-center/documents/Purdy2001.pdf>

SICA. Mapa de zonas cacaoteras del Ecuador. 2003. (En Línea). Consultado 23 de marzo de 2008. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/cadenas/cacao/docs/mapa.htm>

SICA. Cuadro de países productores de cacao fino y de aroma. 2003. (En Línea). Consultado 23 de marzo de 2008. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/cadenas/cacao/index.html>

Soberanis W., Ríos R., Arévalo E., Zúñiga L., Cabezas O., Krauss U. Increased frequency of phytosanitary pod removal in cacao (*Theobroma cacao*) increases yield economically in eastern Perú. 1999. Revista Elsevier Crop Protection N° 18. Pág. 677 – 685.

Suárez, C. Enfermedades del cacao y su control *In* Manual del cultivo de cacao. EET Pichilingue – INIAP. 1996. Quevedo – Ecuador. Pág. 95.

Suárez, C. Manejo integral para reducir el impacto de las enfermedades en la producción de cacaos especiales *In* Primer Seminario – Taller Internacional: Producción, Calidad y Mercadeo de Cacaos Especiales. Realizada el 21 – 22 y 23 de Noviembre de 2006. Quevedo – Ecuador. Memoria Impresa.

Suárez, C.; Solís K. Tácticas de manejo integrado de enfermedades disponibles para producción de cacao orgánico en el Ecuador *In* Primer Seminario de Investigación en Agricultura Orgánica. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (INIAP). Realizada el 29 y 30 de Septiembre de 2003. Quevedo – Ecuador. Memoria en disco compacto.

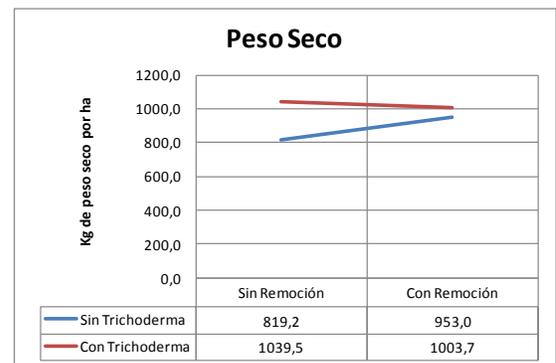
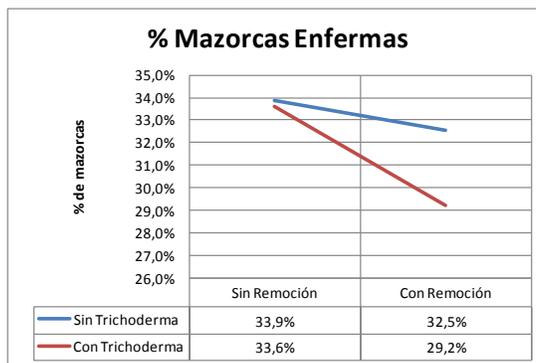
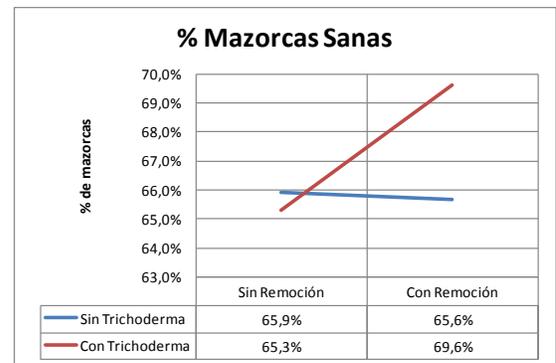
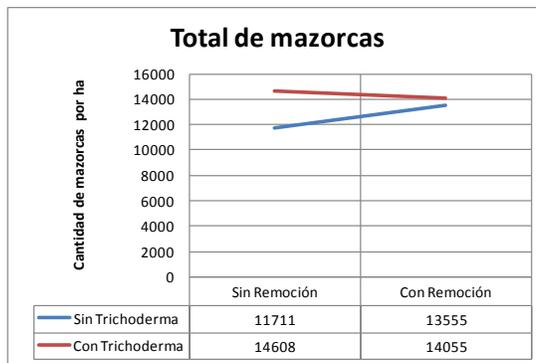
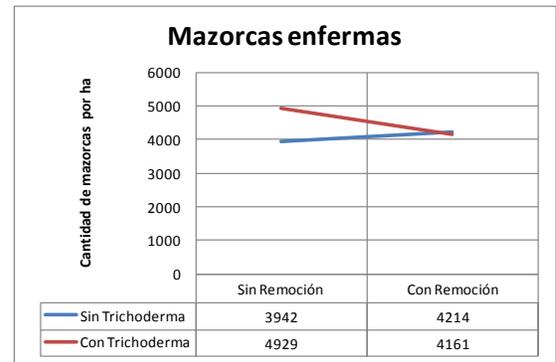
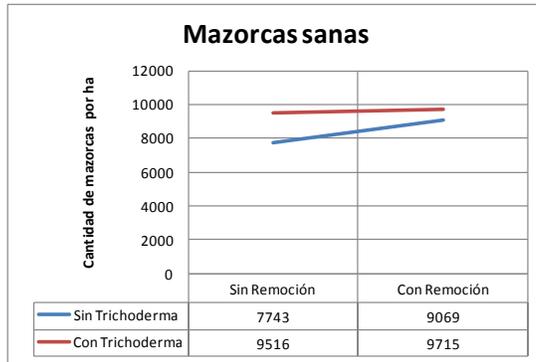
Suárez, C.; Solís, K. Avances de investigación en el manejo de monilia, con énfasis en el control biológico y químico *In* Seminario Internacional de Cacao: Avances de investigación. Realizada el 26 y 27 de Junio de 2008. Santander – Colombia. Memoria en disco compacto.

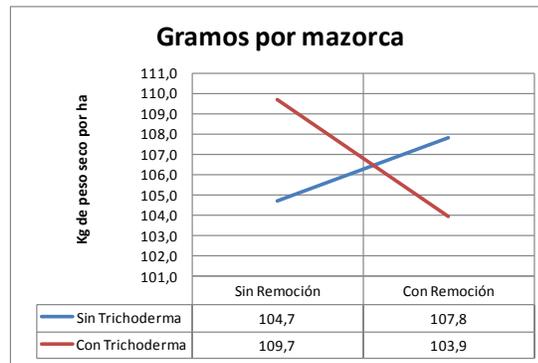
Lu, Z.; Tombolini, R.; Woo, S.; Zeilinger, S.; Lorito, M.; Jansson, J. *In vivo* study of *Trichoderma*-pathogen-plant interactions, using constitutive and inducible green fluorescent protein reporter systems. 2004. American Society for Microbiology. Revista Applied and Environmental Microbiology. Vol 70 N° 5. Uppsala – Suecia. Pág. 3073.

X. ANEXOS

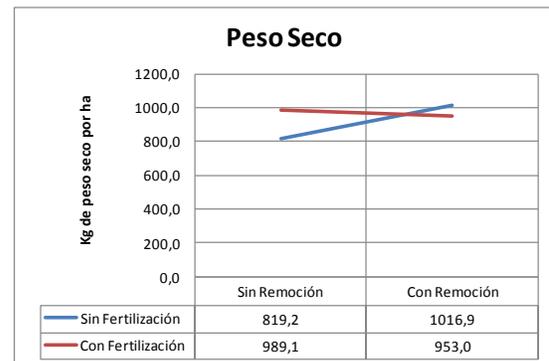
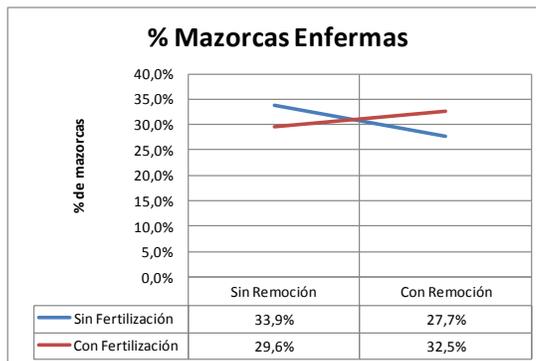
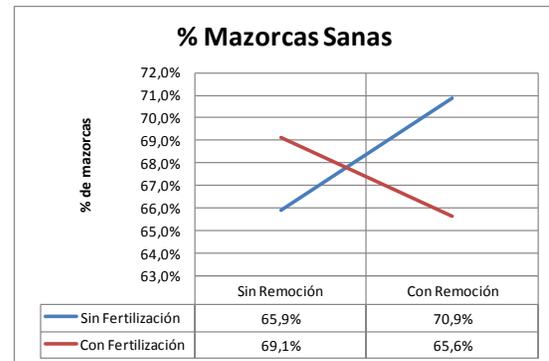
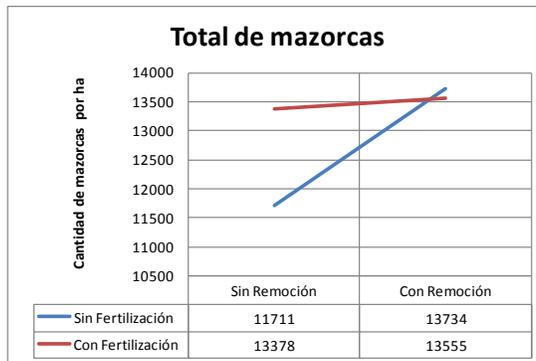
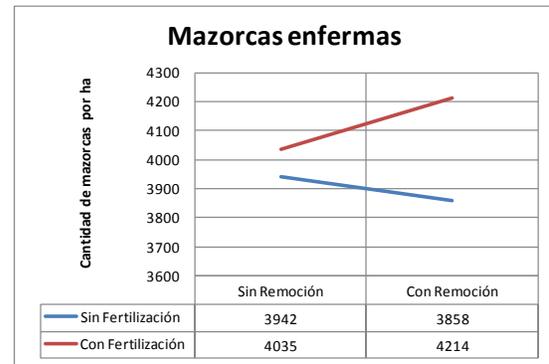
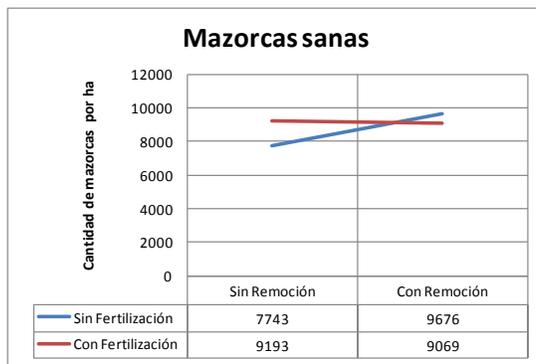
Anexo 1. Cuadros de interacciones entre componentes

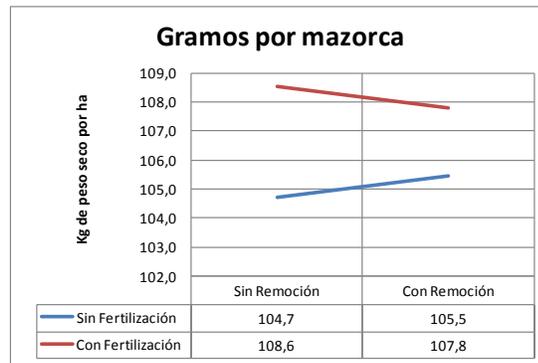
a. Interacción *Trichoderma* x Remoción



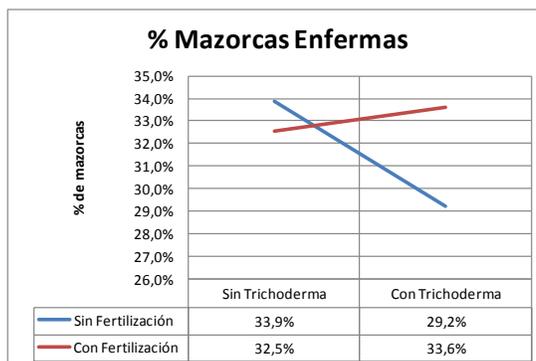
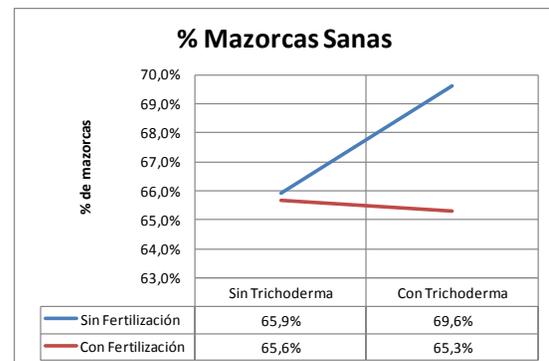
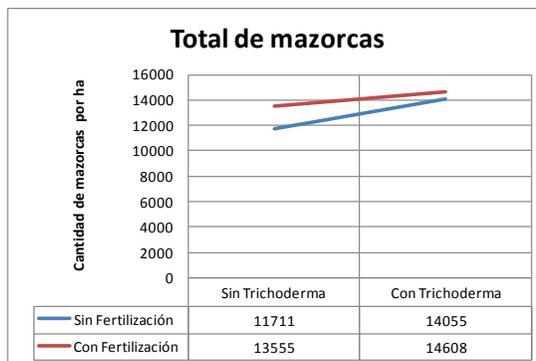
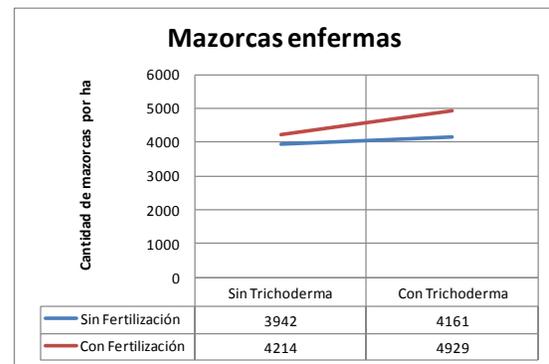
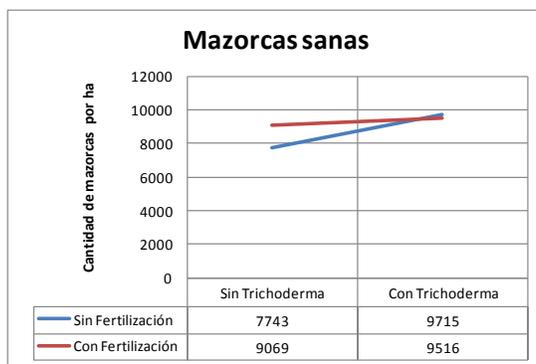


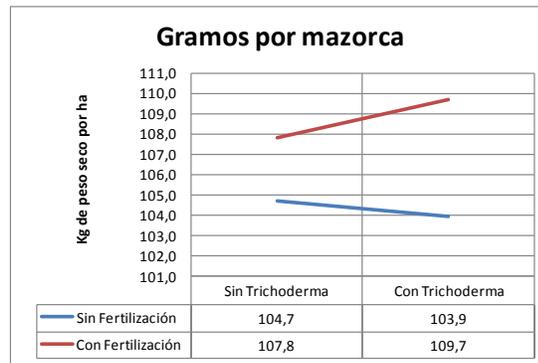
b. Interacción Fertilización x Remoción



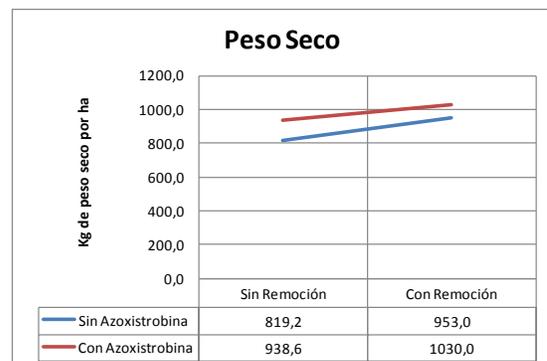
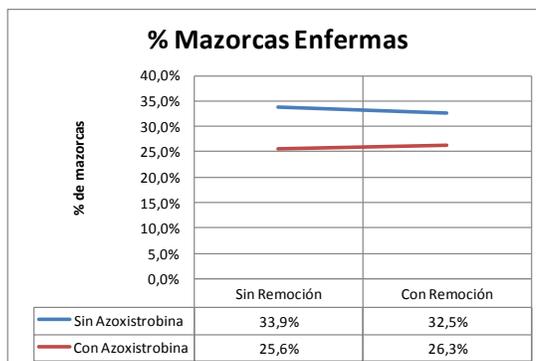
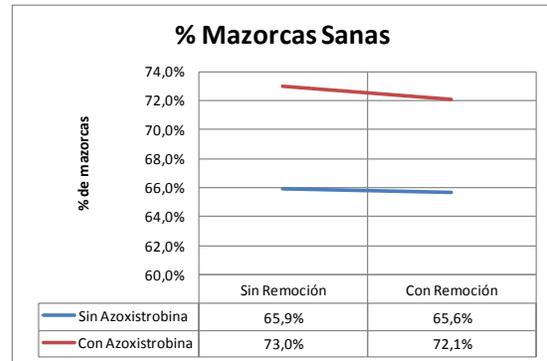
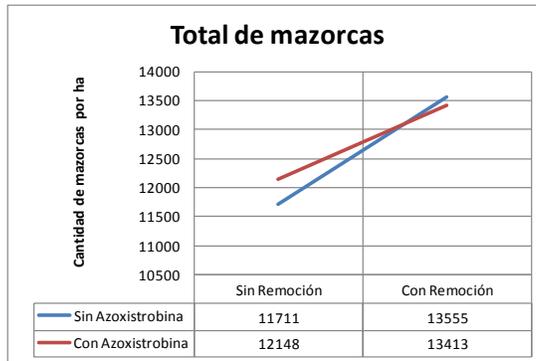
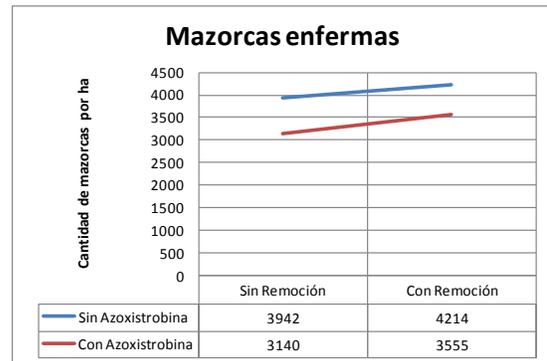
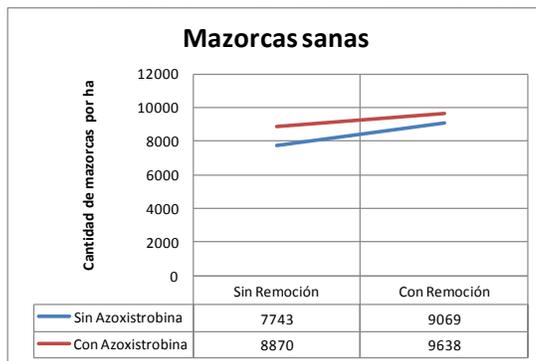


c. Interacción Fertilización x *Trichoderma*



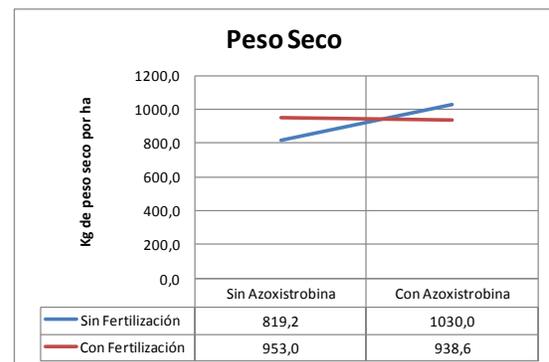
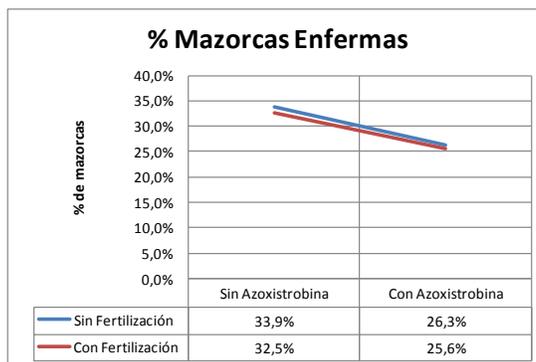
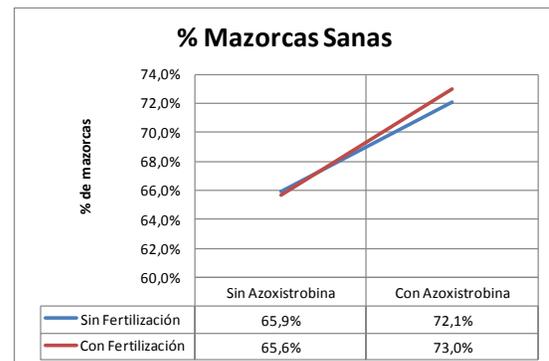
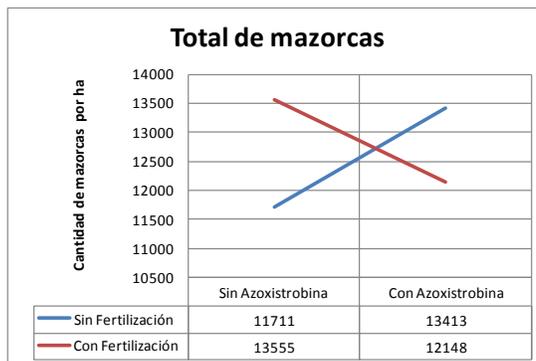
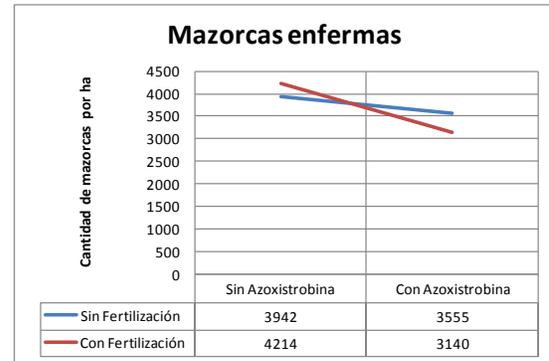
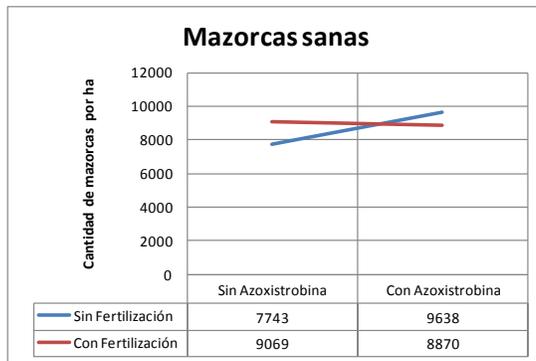


d. Interacción Azoxistrobina x Remoción

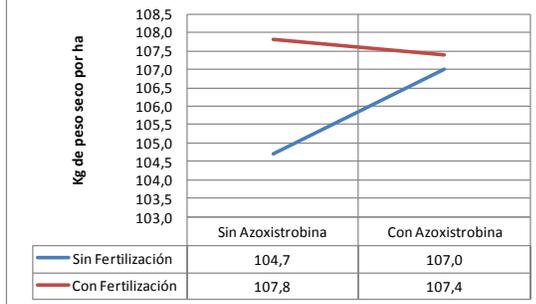




e. Interacción Fertilización x Azoxistrobina



Gramos por mazorca



Anexo 2. Matriz $L_4 2^3$ original

Tratamientos	Factores		
	A	B	C
T1	Sin	Sin	Sin
T2	Sin	Con	Con
T3	Con	Sin	Con
T4	Con	Con	Sin

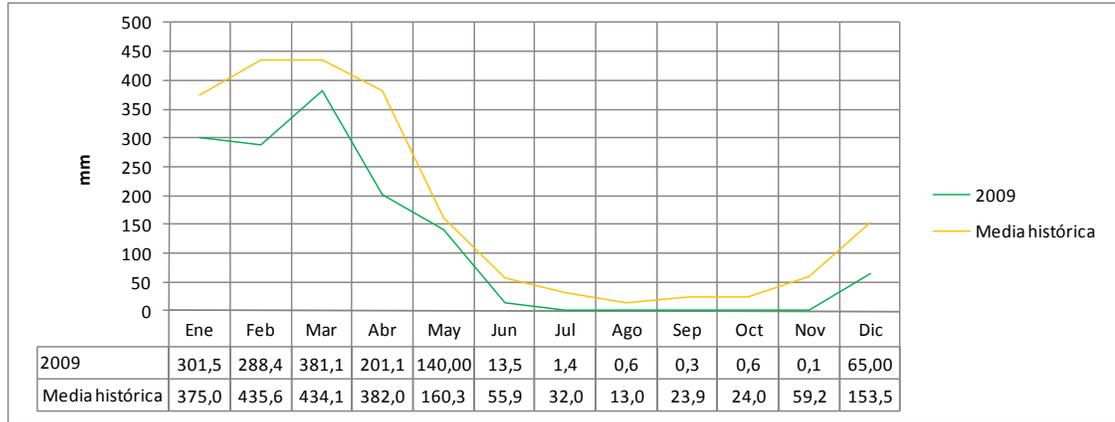
Anexo 3. Detalle de las depreciaciones

HERRAMIENTAS (acelerada)						
	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Vida útil	Depreciación primer año	por tiempo
Baldes	5	\$ 4,00	\$ 20,00	1	\$ 18,00	\$ 18,00
Podaderas	1	\$ 2,00	\$ 2,00	2	\$ 1,20	\$ 0,60
Machetes	1	\$ 6,00	\$ 6,00	2	\$ 3,60	\$ 1,80
Sacos	4	\$ 0,40	\$ 1,60	1	\$ 1,44	\$ 1,44
Total						\$ 21,84

EQUIPOS (acelerada)						
	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Vida útil	Depreciación primer año	Por ha
Motosierra	1	\$ 500,00	\$ 500,00	5	\$ 150,00	\$ 0,83
Podadora de altura	1	\$ 980,00	\$ 980,00	5	\$ 294,00	\$ 1,63
Bombas de fumigar a motor	4	\$ 480,00	\$ 1.920,00	5	\$ 576,00	\$ 1,60
Bombas de fumigar manual	4	\$ 65,00	\$ 260,00	5	\$ 78,00	\$ 0,87
Total						\$ 4,93

INSTALACIONES (lineal)						
	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Vida útil	Depreciación primer año	Por ha
Tendal	1	\$ 800,00	\$ 800,00	20	\$ 36,00	\$ 1,20
Bodega	1	\$ 500,00	\$ 500,00	20	\$ 22,50	\$ 0,75
Total						\$ 1,95

Anexo 4. Distribución mensual histórica de la precipitación (1970 - 2009) y del 2009 registrada en la Estación Meteorológica Pichilingue



Anexo 5. Entrevista realizada al propietario de la finca La Central

ESTACIÓN EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCIÓN VEGETAL

TESIS: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN CACAO TIPO NACIONAL.

ENTREVISTA PARA PRODUCTOR

Fecha : 09 – 10 – 2008
Nombre del encuestado : Antonio A... (hijo del propietario)
Nombre de la finca : La Central

1. ¿Cuántas personas son en su familia?

	Número	Edad (años)
Propietario	1	89
Hijos	8	<61 >45
Hijas	2	<59 >52
Padres	-	-
Cónyuge	1	83
Otros	-	-
Total	12	

La finca “La Central” es propiedad de la familia A... desde el año de 1974. En ese entonces existía cacao en ciertas áreas de la finca (que ya estaba en producción), además de guineo. La finca se encontraba semiabandonada al momento de que la familia A... la adquirió. En la actualidad trabajan en la finca 4 hijos únicamente.

2. ¿Qué edad tiene la plantación de cacao?

Al arribo de la familia A... a la finca (1974), existía cacao en una parte de la finca (Zona A), el cual presumiblemente fue sembrado entre los años 1960 a 1965 (ver croquis).

Entre los años de 1979 y 1980 se sembró una parte de cacao (Zona B) y en 1983 a 1984 se sembró otra área (Zona C), como se detalla en el croquis.

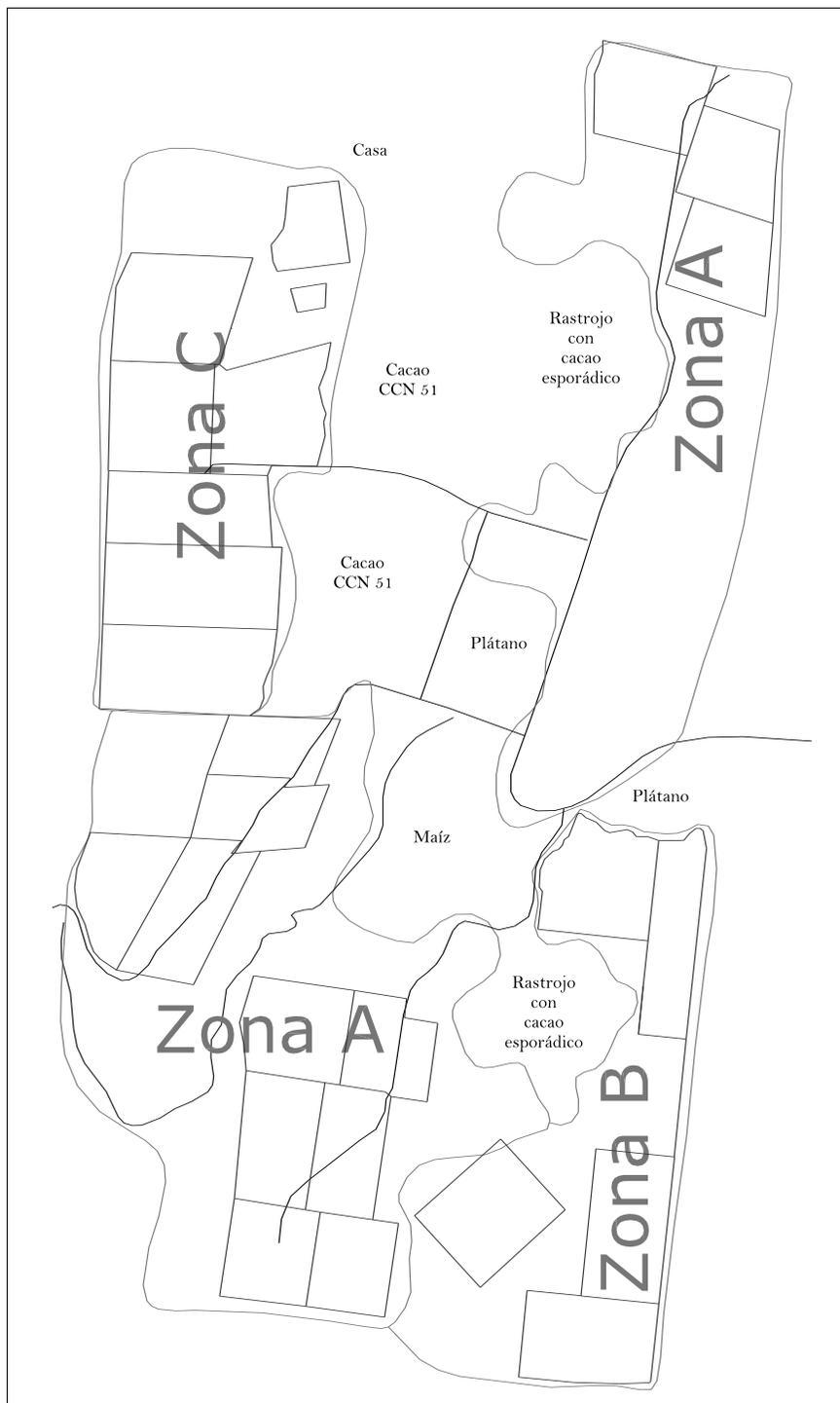
En ambas ocasiones la siembra se la hizo tomando semillas de la misma finca, seleccionando las mazorcas de los mejores árboles, cortándolas de las ramas (no de los troncos) y haciendo viveros usando fundas y trasplantando cuando las plantas tenían 40 a 50 cm. En el campo se sembraba “hilando” para mantener las hileras.

- Edad de la plantación:

Zona A: 45-50 años aproximadamente:

Zona B: 28 años

Zona C: 24 años



Croquis detallando división de finca por edad del cacao

3. ¿Qué otros cultivos tiene en su finca?

Ciclo corto	Área	Perennes	Área
Maíz	5 has	Cacao CCN 51	5 has
		Cítricos – Frutales	2

4. ¿En esta finca han tumbado cacao para sembrar otro cultivo?

	Cultivo (s)
Sí	Maíz
¿Cuándo? Hace 8 años	Maracuyá

5. En su cacao ¿cuándo controla malezas?

Esta labor no se la realizaba, lo que si se realizaba es la labor de deschuponado.

6. ¿Ha podado su cacao?

Sí, en la Zona B (ver croquis) ¿Cuándo? Hace 20 años cuando la plantación tenía 4 años de edad	Tipo	Si/No
	Formación	Si
	Mantenimiento	
	Fitosanitaria	Si
	Rehabilitación	

7. ¿Qué enfermedades ha visto en su plantación?

Enfermedad	Si/No
Escoba	Si
Moniliasis	Si
Mazorca negra	Si
Pudriciones de tronco y/o raíces	Si
Otros	Insectos taladradores

8. ¿Ha fertilizado o fumigado alguna vez el cacao? ¿Qué le ha aplicado?

No se ha fertilizado ni fumigado

9. ¿En qué meses cosecha más?

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
B	M	A	A	A	M	M	M	B	B	B	B

A: Alto
M: Medio
B: Bajo

10. ¿Cuánto cacao cosecha al año?

El productor no lleva registros detallados de la cantidad de cacao que ha cosechado pero de acuerdo con las múltiples preguntas necesarias para establecer un valor aproximado se establece que la producción fue de la siguiente manera:

Año	Producción
2007	7 quintales
2008	4 quintales

11. ¿Quién cosecha el cacao?

Miembros de la familia (hombres)	
Miembros de la familia (mujeres)	
Miembros de la familia (menores)	
Jornaleros	Si
Propietario(a)	Si
Otros	

12. ¿Qué hace con los frutos enfermos?

Corta y deja en el suelo	Si
No toca	
Otra labor	

13. Luego de cosechar ¿Qué hace con las almendras?

Labor	Modalidad	Sí/No	Días
Fermentación Si	Sacos	Si	2
	Montones		
	Fermentador		
Secado Si	Tendal cemento	Si	De acuerdo a disponibilidad de tendal (en época de cosecha según referencia del entrevistado, se sobrepasaba la capacidad de los tendales)
	Tendal caña		
	Asfalto		
	Secadora		

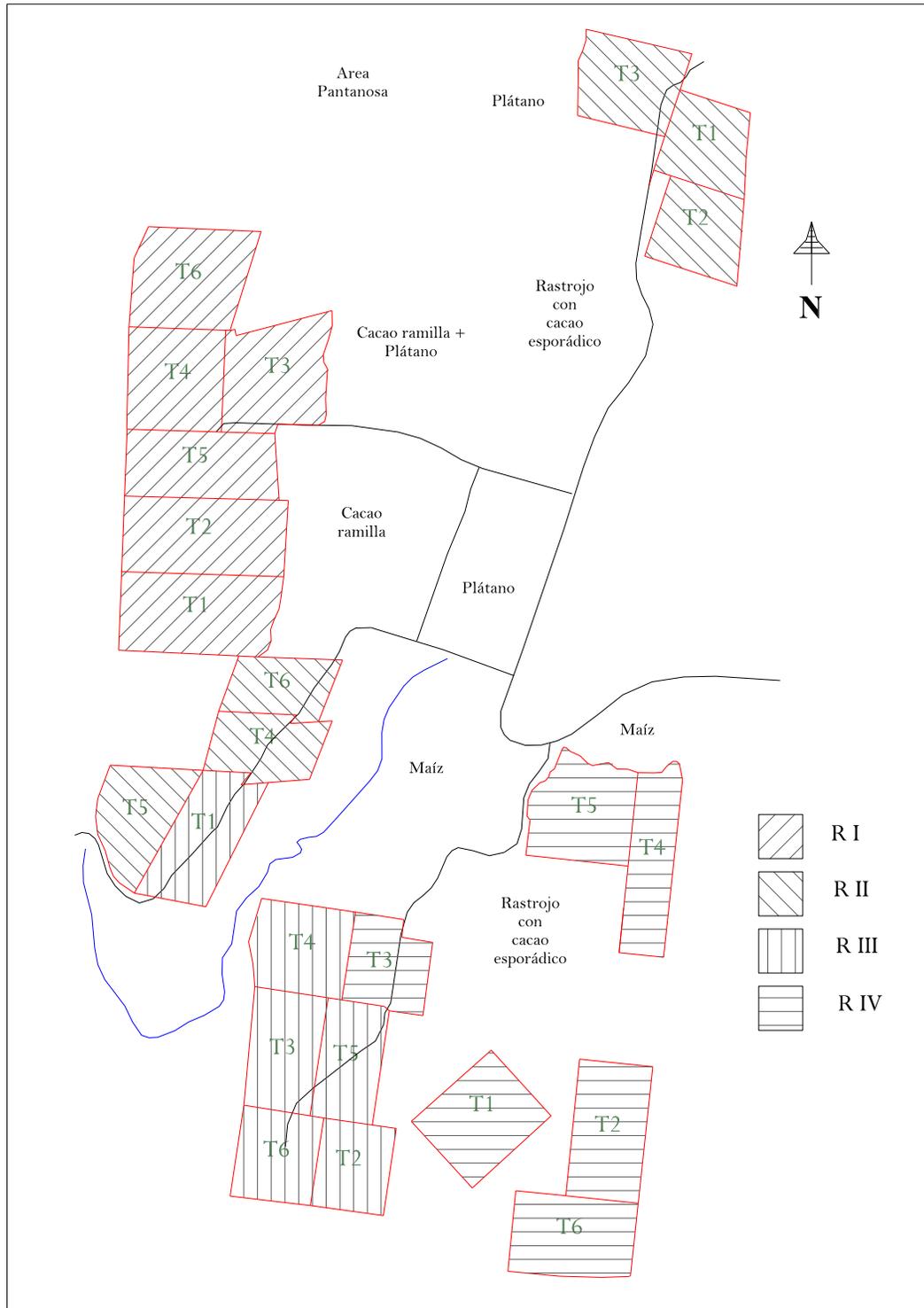
14. ¿Dónde vende su producción?

Centro de acopio Si Nombre: Agroexportadora Manobanda
Otro Nombre _____

15. ¿Tiene trabajadores en la finca?

		Cantidad
Si	Temporales	Depende de la época y la necesidad, entre 3 y 8
	Permanentes	

Anexo 6. Croquis del ensayo



Croquis del área del ensayo. Cada recuadro de rojo representa una ha.