

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



CONTROL DE LA "MONILIASIS DEL CACAO"

Moniliophthora roreri (Cif & Par) Evans **CON**

Trichoderma sp., **BAJO CONDICIONES**

DE CAMPO EN TINGO MARIA

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

LILIANA ISELA MERCEDES SOBERANIS

PROMOCIÓN 2003 - I

"Escudo de éxito y liderazgo de nuestra nación"

TINGO MARÍA - PERÚ

2009

H20

M43

Mercedes Soberanis, Liliana Isela

Control de la "Moniliasis del Cacao" *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) Evans con *Trichoderma* sp., Bajo Condiciones de Campo en Tingo María. Tingo María 2009.

98 h.; 27 cuadros; 19 fgrs.; 32 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

MONILIOPHTHORA RORERI (CIF & PAR) EVANS / CONTROL PREVENTIVO / CEPA

HONGOS ANTAGONICOS / NIVEL DE MICOPARASITISMO / COMPORTAMIENTO

TINGO MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

No. 020-2004-FA-UNAS.

BACHILLER : LILIANA ISELA MERCEDES SOBERANIS

TITULO DE LA TESIS : "CONTROL DE LA MONILIASIS DEL CACAO
(*Theobroma cacao* L.) CAUSADO POR *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) Evans. CON *Trichoderma* spp., BAJO
CONDICIONES DE CAMPO EN TINGO MARIA"

JURADO CALIFICADOR

Presidente : Ing. LUIS GARCIA CARRION
Vocal : Blgo. JOSE LUIS GIL BACILIO
Vocal : Ing. SOLEDAD MORENO GRANDEZ
Asesor : Ing. OSCAR CABEZAS HUAYLLAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : LUNES 14 DE DICIEMBRE DEL 2004

HORA DE SUSTENTACIÓN : 06:00 P.M

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES FAC. AGRONOMIA


CALIFICATIVO : BUENO

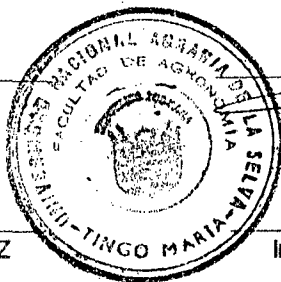
RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES AL ACTA : EN HOJA ADJUNTA

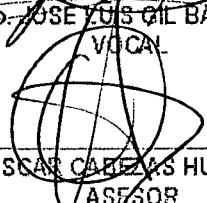
Tingo María, 20 de Diciembre del 2004


Ing. MSc. LUIS GARCIA CARRIÓN
PRESIDENTE


Ing. SOLEDAD MORENO GRANDEZ
VOCAL




Blgo. JOSE LUIS GIL BACILIO
VOCAL


Ing. OSCAR CABEZAS HUAYLLAS
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios:

Por guiarme en mi camino y siempre
estará en mi corazón en donde me
encuentre y que siempre estaré
agradecida.

¡Gracias Padre Celestial!

A mis queridos padres:

Arce (q.e.p.d.) y Nayra, porque
siempre estuvieron en mi corazón.

A mis hermanos:

Roxana, Adolfo, Marisabel y Vivean,
con mucho cariño y afecto por su
constante apoyo incondicional.

A mi tío:

Whilly, por su abnegado sacrificio y
aliento que hizo de mí una
profesional.

A mi abuelita:

Justina, por su infinito amor y su
abnegado sacrificio.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y de manera especial al plantel de docentes de la Facultad de Agronomía, por haberme brindado todos los servicios y por las enseñanzas impartidas durante mi formación profesional.
- Al Ing. Oscar Cabezas Huayllas, asesor del presente trabajo de investigación, por su apoyo en la redacción y colaboración.
- A la Ing. Violeta Medina Córdova, por el asesoramiento inicial del presente trabajo de investigación.
- A mi co-asesor Ing. Jaime Chávez Matías, por su apoyo y colaboración en la ejecución y redacción del trabajo de tesis.
- Al Mtblgo. César López López, por su apoyo, experiencias y amistad brindada en la realización de la presente investigación.
- A la institución del SENASA, por el apoyo brindado en el presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Aldo Sánchez Vicente, por su apoyo y colaboración en el presente trabajo.
- A la Srta. Nilda Barboza Choque, por su ayuda y colaboración en el presente trabajo de investigación.
- A los señores Humberto Gómez, Zoila y Carlos que me permitieron realizar mi trabajo de investigación en sus respectivos campos y valioso apoyo incondicional.
- A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron para la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 13 |
| 2.1 Generalidades..... | 13 |
| 2.2 Floración del cacao..... | 14 |
| 2.3 Fructificación del cacao..... | 16 |
| 2.4 Polinización artificial..... | 17 |
| 2.5 Factores que reducen el efecto de la polinización..... | 18 |
| 2.6 "Moniliasis" del cacao..... | 19 |
| 2.6.1 Origen y distribución de la enfermedad..... | 19 |
| 2.6.2 Etiología de la moniliasis..... | 20 |
| 2.6.3 Biología de <i>Moniliophthora roreri</i> | 21 |
| 2.6.4 Forma de penetración..... | 22 |
| 2.6.5 Rango de hospedantes..... | 22 |
| 2.6.6 Sintomatología..... | 23 |
| 2.6.7 Ciclo de vida y epidemiología..... | 24 |
| 2.7 Control biológico de enfermedades de plantas..... | 26 |
| 2.8 <i>Trichoderma spp</i> | 27 |
| 2.8.1 Mecanismo de acción..... | 27 |
| 2.8.2 Taxonomía y genética..... | 30 |
| 2.8.3 Ciclo de vida..... | 31 |
| 2.8.4 Necesidades nutricionales de <i>Trichoderma spp</i> | 31 |
| 2.8.5 Requerimientos de temperaturas de <i>Trichoderma spp</i> | 32 |
| 2.8.6 Susceptibilidad del pesticida..... | 32 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.8.7 | Uso de <i>Trichoderma spp.</i> | 33 |
| 2.8.8 | Hongos controlados por <i>Trichoderma spp.</i> | 35 |
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 37 |
| 3.1 | Ubicación del experimento..... | 37 |
| 3.2 | Registro Meteorológicos..... | 37 |
| 3.3 | Historia del campo..... | 37 |
| 3.4 | Componentes en estudio..... | 38 |
| 3.5 | Tratamiento en estudio..... | 40 |
| 3.6 | Diseño experimental..... | 41 |
| 3.7 | Metodología..... | 41 |
| 3.7.1 | Primera fase: A nivel de laboratorio..... | 41 |
| 3.7.2 | Segunda fase: A nivel de campo..... | 44 |
| 3.8 | Parámetros evaluados..... | 49 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 55 |
| V. | CONCLUSIONES..... | 89 |
| VI. | RECOMENDACIONES..... | 91 |
| VII. | RESUMEN..... | 92 |
| VIII. | BIBLIOGRAFÍA..... | 94 |
| IX. | ANEXO..... | 98 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Nº | Pág. |
|---|------|
| 1. Observaciones meteorológicas registradas entre noviembre del 2002 a mayo del 2003..... | 38 |
| 2. Tratamientos en estudio a nivel de laboratorio..... | 40 |
| 3. Tratamientos en estudio a nivel de campo..... | 40 |
| 4. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) en el crecimiento (mm) durante 15 días de evaluación realizadas en ocho hongos antagonistas en placas precolonizadas con <i>M. rozeri</i> a nivel de laboratorio..... | 57 |
| 5. Promedios del número de flores polinizadas artificialmente y número de flores cuajadas..... | 60 |
| 6. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el porcentaje de incidencia de frutos enfermos con "moniliasis" y otras enfermedades del cacao..... | 62 |
| 7. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el número de frutos cosechados totales, frutos sanos, frutos enfermos totales, con "moniliasis" y otras enfermedades..... | 72 |
| 8. Peso promedio de almendras de cacao en estado húmedo y seco por efecto de la aplicación de los tratamientos..... | 75 |
| 9. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) de la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad total (ADCPET) de "moniliasis" y otras enfermedades..... | 79 |

| | |
|--|-----|
| 10. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) de la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) de <i>Moniliophthora roreri</i> | 81 |
| 11. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) de la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) de otras enfermedades..... | 83 |
| 12. Análisis económicos de los tratamientos en estudio en el control de <i>Moniliophthora roreri</i> | 88 |
| 13. Resumen del análisis de variancia (ANVA) de las evaluaciones realizadas a nivel de laboratorio de la inoculación de <i>Trichoderma spp.</i> en <i>Moniliophthora roreri</i> | 99 |
| 14. Resumen del análisis de variancia (ANVA) para el número de frutos totales, frutos sanos, frutos enfermos totales, con monilia y otras enfermedades..... | 100 |
| 15. Resumen del análisis de variancia (ANVA) para el porcentaje de frutos enfermos totales, con "moniliasis" y otras enfermedades en cacao..... | 101 |
| 16. Resumen del análisis de variancia (ANVA) para el peso de almendra húmedo y seco de cacao..... | 102 |
| 17. Resumen del análisis de variancia (ANVA) de la tasa de progreso y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad total (ADCPE) de "moniliasis" y otras enfermedades..... | 103 |

| | |
|---|-----|
| 18. Resumen del análisis de variancia (ANVA) de la tasa de progreso y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) de <i>Moniliophthora roreri</i> | 104 |
| 19. Resumen del análisis de variancia (ANVA) de la tasa de progreso y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) de otras enfermedades..... | 105 |
| 20. Tamaño de los frutos que fueron evaluados (frutos elegidos al azar en 3 plantaciones o bloques)..... | 106 |
| 21. Número de frutos totales obtenidos por plantas del tratamiento (T ₁) de los tres bloques o zonas..... | 107 |
| 22. Número de frutos totales obtenidos por plantas del tratamiento (T ₂) de los tres bloques o zonas..... | 108 |
| 23. Número de frutos totales obtenidos por plantas del tratamiento (T ₃) de los tres bloques o zonas..... | 109 |
| 24. Número de frutos totales obtenidos por plantas del tratamiento (T ₄) de los tres bloques o zonas..... | 110 |
| 25. Número de frutos totales obtenidos por plantas del tratamiento (T ₅) de los tres bloques o zonas..... | 111 |
| 26. Presupuesto para la producción de hongos antagonistas en sustrato de BIODAC..... | 112 |
| 27. Método de preparación empleado para el incremento y siembra del antagonista..... | 113 |

INDICE DE FIGURAS

| Nº | Pág. |
|--|------|
| 1. Medios de cultivo selectivo en la colonización de <i>Moniliophthora roreri</i> | 42 |
| 2. Evaluaciones realizadas en los hongos antagonistas..... | 43 |
| 3. Plantillas A* y B** enumerado del 0 al 15 empleados para la evaluación de los hongos..... | 44 |
| 4. Labores de poda en plantaciones de cacao..... | 46 |
| 5. Labores del desmalezado en plantaciones de cacao..... | 46 |
| 6. Preparación de los tratamientos para las aplicaciones..... | 48 |
| 7. Aplicación de los tratamientos..... | 48 |
| 8. Curvas de crecimiento lineal de los ocho hongos antagónicos en <i>Moniliophthora roreri</i> a nivel de laboratorio..... | 58 |
| 9. Porcentaje de frutos cosechados totales sanos y enfermos de cacao. | 64 |
| 10. Porcentaje de frutos cosechados afectados con "moniliasis" y otras enfermedades del cacao..... | 65 |
| 11. Comportamiento de progreso de la enfermedad en frutos cosechados de cacao causados por <i>Moniliophthora roreri</i> y su relación con parámetros meteorológicos..... | 67 |
| 12. Comportamiento de progreso de la enfermedad en frutos cosechados de cacao causados por otras enfermedades y su relación con parámetros meteorológicos..... | 69 |

| | |
|---|-----|
| 13. Peso promedio de almendra húmeda sana y enferma de cacao por parcela por efecto de los tratamientos en estudio..... | 76 |
| 14. Almendra seca de cacao por efecto de los tratamientos en estudio..... | 77 |
| 15. Curva de progreso de la enfermedad “moniliasis” (<i>Moniliophthora roreri</i>) sobre frutos de cacao y linearización de las curvas por transformación Gompit..... | 85 |
| 16. Curva de progreso de otras enfermedades sobre frutos de cacao y linearización de las curvas por transformación Gompit..... | 86 |
| 17. Incubación de <i>Trichoderma</i> | 115 |
| 18. Remoción de frutos enfermos con “moniliasis”..... | 115 |
| 19. Detalles del campo experimental realizado en Tingo María 2002..... | 116 |

I. INTRODUCCION

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es una especie originaria de los bosques tropicales húmedos de América del sur. Siendo un cultivo económico y socialmente importante, por generar divisas, trabajo y ser uno de los cultivos alternativos y sostenibles. En el Perú se cultiva aproximadamente 48 295 has, distribuidas en los departamentos de Cusco (24.6%), Ayacucho (23.0%), Junín (20.2%), Huánuco (18.6%), Cajamarca (9.4%) y otras zonas (4.2%); así mismo alcanzan un rendimiento aproximado en el Alto Huallaga de 593 kg/ha (RAM y AREVALO, 2004).

Este cultivo es afectado por numerosas enfermedades, siendo una de las principales la "Moniliasis" causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.) Evans, enfermedad que afecta exclusivamente a los frutos en sus diferentes estados de desarrollo, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas que afectan al agricultor llegando a pérdidas anuales de 20 a 90% (SOBERANIS, 1999).

La "Moniliasis" en el Perú fue detectado y confirmada en 1988 en las localidades de Bagua Grande y Jaen en el departamento de Amazonas, de ahí se diseminó a las demás zonas productoras, detectándose en Tingo María en el sector "Las Islas" en Abril de 1992 (HERNÁNDEZ, *et al.*, 1990).

El control de la enfermedad en los últimos años se ha orientado a la utilización de productos químicos (cúpricos) o la aplicación de prácticas culturales como son la remoción de frutos infectados, existiendo una alternativa

viable basada en el empleo de hongos antagónicos a *Moniliophthora roreri*, los cuales han sido poco estudiados en nuestro medio.

A fin tener una información clara sobre la posibilidad de uso del control biológico por medio de hongos antagónicos, el presente trabajo de investigación se planteó los siguientes objetivos:

- Determinar el nivel de micoparasitismo de ocho cepas de *Trichoderma spp.* en el control de la "Moniliasis" del cacao producida por *Moniliophthora roreri*.
- Determinar el efecto preventivo de *Trichoderma sp* sobre *M. roreri* en condiciones de campo, con la cepa promisoría obtenida en la fase de laboratorio.
- Determinar el análisis de rentabilidad del uso de hongos antagonistas en el control biológico.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Generalidades

En la cuenca del Huallaga, el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en estos últimos años está teniendo renombrada importancia en todos los proyectos de desarrollo y demás Instituciones interesadas en elevar el nivel socio económico del agricultor peruano y por ende su calidad de vida.

El cacao es un árbol que en condiciones naturales llega a alcanzar alturas que sobrepasan los 10 m bajo condiciones normales del cultivo y cuando a llegado a la edad adulta, alcanza alturas de 4 a 8 m, según la fertilidad del suelo, condiciones de la planta, sombreado, sistema de poda de formación y conservación, entre otros (Nosti, 1963 citado por SOBERANIS, 1999).

El género *Theobroma* se encuentra constituido por más o menos de 30 especies, ubicándose dentro de la siguiente clasificación (León, 1968 citado por ADRIAZOLA, 1988):

| | | |
|-----------|---|---------------------------|
| División | : | Fanerógamas |
| Clase | : | Angiospermas |
| Subclases | : | Dicotiledónea |
| Orden | : | Malvales |
| Familia | : | Sterculiácea |
| Tribu | : | Bitneriáceo |
| Genero | : | <i>Theobroma</i> |
| Sección | : | Eutheobroma |
| Especie | : | <i>Theobroma cacao</i> L. |

2.2 Floración del cacao

La floración del cacao puede presentarse a los 18 meses después del trasplante de plántulas bajo condiciones de buen manejo, las plantas jóvenes tienen periodos más prolongados de floración, mientras que las plantas adultas presentan periodos cortos pero con mayor intensidad; algunos factores climáticos como la temperatura y precipitación favorecen la floración (LOAYZA, 1986).

Según Zaroni, *et al.*, citado por SOBERANIS (1999), mencionan que los árboles de cacao son caulifloras, producen flores en el tallo y ramas principales, la inflorescencia es cima dicasica muy comprimida. Si una flor no es polinizada se cae a las 24 horas y una característica notable de la planta en cierta época es la caída abundante de las flores. Un árbol adulto puede producir 10 mil flores por año, de las cuales 10 – 150 llegan a madurar, la proporción de flores polinizadas varía de 1 – 50% según la estación; en Tingo María se encontraron en promedio que, una planta joven produjo 950 flores y una adulta 1 112 flores, la floración mostró un comportamiento definido con mayores picos entre noviembre a marzo.

En Tingo María, los mayores porcentajes de polinización y fecundación del cacao a pleno sol o bajo sombra, se registraron en los meses de noviembre a febrero; asimismo, los mayores porcentajes de frutos logrados se registran en los meses de febrero a junio (PINEDO, 1984), la máxima formación de frutos se presenta entre diciembre y abril, lo que concuerda con la máxima cosecha alcanzada entre mayo y agosto (VALDERRAMA, 1990).

ADRIAZOLA (1988), menciona que existe una variación estacional respecto a la maduración de los frutos, observándose que en periodos más calurosos los frutos maduran entre 140 y 175 días, mientras que en el periodo más fresco la maduración se efectúa entre 167 y 205 días. En Tingo María los frutos maduran en promedio a los 180 días.

Según COLETO (1989), la flor del cacao es delicada y diminuta, posee todas las envolturas y órganos que caracterizan la típica flor completa que se describe a continuación:

En la etapa reproductiva del cacao podemos distinguir las siguientes fases:

1. Formación de polen y óvulos
2. Polinización o antesis
3. Germinación de polen y crecimiento de tubo polínico
4. Fecundación

La floración, comienza con la apertura de las primeras flores y alcanza su plenitud, (floración plena), cuando están abiertas del 50 al 90% del total de las flores. En especie frutal la duración del proceso oscila entre 1 y 25 días bajo condiciones normales.

Por otro lado León (1968) citado por ADRIAZOLA (1988), señala que las flores que no han sido fecundadas caen al segundo y tercer día y las que han sido fecundadas, se desprenden los sépalos, pétalos y estambres. El ovario fecundado inicia su crecimiento, sin embargo, algunos de estos caen por diversas razones y solo un pequeño porcentaje llega a la madurez.

2.3 Fructificación del cacao

El fruto del cacao, indehisciente, se parece a una baya llamada "mazorca" en español, "cabosse" en francés y "pod" en inglés. Este fruto presenta un pericarpio carnoso compuesto por tres partes bien diferenciadas: el epicarpio, carnoso y espeso, cuyo estrato epidérmico exterior puede estar pigmentado; el mesocarpio, delgado y duro, más o menos lignificado y el endocarpio, carnoso, más o menos espeso (Braudeau (1975) citado por LOAYZA, 1986).

El fruto tiene cinco compartimentos, en cada uno de los cuales están los granos regularmente repartidos. Cuando el fruto madura, desaparece las paredes de estas cámaras y solo subsiste una cavidad única en la cual los granos, rodeados de una pulpa mucilaginosa espesa, aparecen normalmente dispuestos en cinco hileras. Una mazorca contiene en general de 30 a 40 habas, pudiendo variar de 16 a 60 (Braudeau (1975) citado por LOAYZA, 1986).

Toxopeus (1969) citado por VALDERRAMA (1990); reporta que después de la polinización y fecundación la pequeña mazorca crece conjuntamente con los óvulos en forma lenta hasta aproximadamente los 40 días, luego inicia un crecimiento más rápido y alcanza un máximo aproximadamente a los 85 días después de la polinización cuando la mazorca y el óvulo crecen ligeramente a expensas del crecimiento del embrión mas o menos a los 140 días después de la polinización, cuando ha finalizado el crecimiento del embrión, ya no hay crecimiento adicional de la mazorca; y la maduración se inicia casi

inmediatamente, y pudiendo ser cosechada la mazorca aproximadamente 150 días después de la polinización.

La duración del desarrollo del fruto, desde la fecundación hasta la madurez, varía sensiblemente de una mazorca a otra y de un árbol a otro, pero depende sobre todos del origen genético de los árboles. Las observaciones efectuadas en la Estación de Nkoemvone, ubicada al sur de Camerún; para épocas de floración simultáneas, esta duración es de 167 días como media en los cacaos de origen alto amazónico, de 182 días en los clones seleccionados entre la población local y de 200 para los clones ICS importados de Trinidad (Braudeau, 1975 citado por LOAYZA, 1986).

Según Alvin y Kozłowski (1977) citado por PINEDO (1984), en un estudio realizado con el cultivar 'Catongo' se encuentra que el período de polinización hasta la maduración del fruto varía en Bahía de 140 a 205 días, siendo el promedio de 167 a 178 días.

2.4 Polinización artificial

El método de polinización artificial más conocido es la polinización de flores individuales. Fue ideado por Pound en 1937 y consiste en remover pétalos, estambres y estaminoides y dejar libre el estigma de la flor receptora y frotarlo con las anteras de las flores donadoras de polen (TREVEJOS, 1985).

Según PINEDO (1984), la polinización es controlada por los factores climáticos y genéticos de la planta, sin embargo podría influirse mediante la polinización artificial incrementándose el porcentaje logrado sin que esto pueda significar incremento de la cosecha dentro de la campaña, pues la

productividad esta relacionado a la capacidad genética de la planta y las condiciones del cultivo. Es decir mayor fecundación de frutos significara mayor porcentaje de marchites prematura.

Por otro lado GARCIA (2001), manifiesta que otro factor de la polinización se da por la incompatibilidad que viene a ser el mecanismo biológico que impide la fecundación de la ovocelula por el grano de polen pudiendo ser de origen morfológico, fisiológico (hormonal) o genético.

2.5 Factores que reducen el efecto de la polinización

Según Alvin y Kozlowski (1977) citado por PINEDO (1984), el factor que reduce el número de frutos cosechables en cacao, es el llamado "Cherelle Wilt" o "marchitamiento prematuro de los frutos". El "Cherelle wilt" se inicia con la paralización del desarrollo de los frutos jóvenes; estos se tornan amarillos y luego negros; posteriormente se momifican y se infectan por hongos. Aumenta después de las brotaciones foliares intensivas, lo que acontece en Costa Rica, aproximadamente en los meses de marzo y octubre; por otro lado los pocos días de la fecundación se da entre nueve y diez semanas.

Soria (1964) citado por PINEDO (1984), encontró correlación elevada ($r^2 = 0.978$) entre incidencia de "Cherelle Wilt" y elevada carga de frutos. Este fenómeno a sido explicado por Nichols, asumiendo que cada árbol de cacao tiene un rendimiento potencial máximo, el cual depende de su vigor; este a su

vez, depende en particular de la constitución genética del árbol, la eficiencia fotosintética del follaje y la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

2.6 La “moniliasis del cacao”

EVANS (1981), menciona que la “moniliasis del cacao” es también conocida como: ceniza, enfermedad aguanosa, enfermedad de quevedo, enfermedad palúdica, helada, mal del quevedo, mal palúdico, mancha ceniza, pasmo, podredumbre de la mazorca, polvillo, pringue, pudrición acuosa, seca seca.

2.6.1 Origen y distribución de la enfermedad

Rorer (1925) citado por EVANS (1981), menciona que la “moniliasis del cacao”, causada por *Monilia roreri*, se reportó por primera vez en 1917 en las cercanías de la ciudad de Quevedo, Ecuador.

RAM y ARÉVALO (1997), confirmaron la presencia de la “moniliasis” en abril de 1992, en el sector “Las Islas”, a 1 km. de la ciudad de Tingo María, con incidencias que alcanzaban al 56.3%; durante ese año la diseminación de la enfermedad se manifestó casi en todas las áreas cacaoteras del Alto Huallaga, posteriormente en 1993 se detectó en Tocache y en el Huallaga Central – Juanjui. En 1994 se detecta en la cuenca del Pachitea en Puerto Inca y en abril de 1995, se confirma su presencia en el valle del río Apurímac.

2.6.2 Etiología de la “moniliasis”

2.6.2.1 Identificación del agente causal

RORER (1925), hace una identificación del agente causal de la moniliasis, como una especie de *Monilia*. Ciferri y Parodi (1933) citado por SOBERANIS, (1999), describen las características fisiológicas y morfológicas del hongo y lo denominan *Monilia roreri*, clasificandolo:

2.6.2.2 Grupo taxonómico

En su fase asexual:

| | | |
|---------|---|--|
| Clase | : | Hyphomycetes |
| Orden | : | Moniliales |
| Familia | : | Moniliaceae |
| Especie | : | <i>Monilia roreri</i> (Cif. & Par.) Evans. |

EVANS, *et al.*, (1978), reclasifican e ilustran al hongo *M. roreri* mediante observaciones al microscopio electrónico, determinan la septa dolíporo en el micelio vegetativo, indicando afinidad con la clase basidiomicetes, las conidia en forma basipetalas, proponen ubicarlo en el género *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.) Evans.

Recientemente EVANS *et al.* (2002), reclasificó a *Moniliophthora roreri* como *Crinipellis roreri* debido a su semejanza biótica con *Crinipellis perniciososa*. Contando esta clasificación que aun esta en tema de discusión se continuará usando con el nombre que se ha venido empleando hasta el momento.

2.6.3 Biología de *Moniliophthora roreri*

El inóculo está constituido por conidias que se producen abundantemente dentro y sobre la superficie de los frutos. Las conidias de *Moniliophthora roreri*, son de forma globosas cuando están maduras y cuando son jóvenes son oblongas e hialinas, agrupándose en cadenas simples (EVANS *et al.*, 1978).

La germinación de las esporas es mayor a temperaturas de 22°C que a 35°C, con una humedad relativa de 80%; así mismo la capacidad de germinación de estas "In vitro", bajo temperatura promedio de 23°C varía con la edad del micelio. Sin embargo las conidias germinan en contacto con agua pura o en macerados diversos según (EVANS *et al.*, 1981 y MERCHAN, 1978). La germinación se inicia a las dos horas y se completa entre 6 y 7 horas después (MERCHAN, 1978). La mejor temperatura para la germinación de esporas es a 23°C, la emisión del tubo germinativo se inicia a las 2 horas después de la incubación, alcanzando un máximo de germinación después de 8 a 12 horas de la inoculación (JARAMILLO y ARANZAZU, 1983).

Barros (1977) citado por SOBERANIS (1999), señala que bajo condiciones de laboratorio *Moniliophthora roreri*, crece y esporula fácilmente en medios de cultivos naturales y artificiales, con un amplio rango de pH (3.5 y 8.0), también se encontró que el desarrollo micelial requiere de pH 5.0 a 6.5 y 7 para la fructificación o formación de conidias.

2.6.4 Forma de penetración

Diferentes investigadores indican que *Moniliophthora roreri*, para poder penetrar en la mazorca requiere de heridas causadas por agentes como el “chinche negro” (*Mesistorchinus triplerus*) como lo indica Naundorf y Sepulveda (1954) citado por SOBERANIS (1999); a fin de aclarar ésta afirmación, protegió los frutos desde su formación contra una posible infección natural, inoculando con y sin presencia de dichos insectos. Al desarrollarse la enfermedad en todos los tratamientos, concluyó que no eran necesarias las heridas para que el patógeno penetre e infecte la mazorca; lo que sugiere una penetración por las estomas existentes en frutos jóvenes, conforme aumenta la edad de los frutos este se hacían mas resistente citado por (SANCHEZ, 1996).

En tal sentido Suárez (1972) citado por SOBERANIS (1999), considera que en frutos de diferente edad, la penetración del hongo puede ocurrir directamente a través de la epidermis; observaciones microscópicas revelan que el hongo *Moniliophthora roreri*, después de la penetración, invade el tejido de la corteza intercelularmente y es en este momento que se manifiestan los síntomas, que terminan con la maceración y pudrición de todos los tejidos.

2.6.5 Rango de hospedantes

En un estudio de rango de hospedantes se observó susceptibilidad en *Theobroma cacao* L.; *T. bicolor*; *T. angustifoliu*; *T. bicolor*; *T. mammosum*; *T. simiarum*; *T. silvestre*; *Herrania balaensis*; *H. nítida*; *H. pulcherrima* y cuatro o cinco especies no identificadas de *Herrania* (RAM y ARÉVALO, 1997).

2.6.6 Sintomatología

Según ARANZAZU (1992) reporta los siguientes síntomas:

a. Los frutos que son atacados antes de dos meses de edad y de acuerdo al grado de susceptibilidad del material puede presentar dos tipos de síntomas inicial:

- Madurez prematura, que conduce a un marchitamiento del fruto, el cual mas tarde puede o no formar micelio y esporas, en frutos que son atacados entre la primera y tercera semana de edad.

- En otros casos se presentan deformaciones, que aparecen al mes de haberse infectado el fruto. Posteriormente se forma una mancha de color café que puede abarcar todo el fruto cubriéndose luego de micelio y conidias.

b. Los frutos afectados entre 60 y 110 días de edad (2 a 3.5 meses) no presentan marchitez ni deformaciones. El primer síntoma visible de la enfermedad es la presencia de puntos verdes oscuros, aceitosos, al mes de ser infectados; con el tiempo estos puntos se unen formando una mancha de color café de forma variada, la cual en menos de 15 días y de acuerdo a las condiciones ambientales (humedad y temperatura), se cubre de micelio y conidias. Por lo regular, la destrucción de las almendras es total, aunque pueden existir frutos con un 10 – 20% de almendras aprovechables.

c. Los frutos que son atacados después de 4 y 5 meses de edad presentan puntos aceitosos, como primer síntoma y son visibles 30 días después. En este caso, si la mazorca es cosechada a tiempo, cuando inicia la

maduración natural, no se forma la mancha sobre la superficie del fruto y las almendras resultan totalmente sanas.

Los tipos de síntomas varían con la edad del fruto, de una zona a otra, de las condiciones ambientales, la cual acorta o prolonga el periodo vegetativo de una mazorca, modificando también la velocidad de colonización del micelio dentro del fruto que ha sido atacado.

2.6.7 Ciclo de vida y epidemiología

Sobre el patógeno se tiene claramente conocido que en días con alta humedad relativa (mayor de 80%), altas temperaturas (25 - 30°C) y elevada precipitación pluvial favorecen la actividad del patógeno, lo cual es coincidente con las fases de floración y fructificación de la planta generando altas tasas de infección con carácter de epidemia. ARANZAZU (1992); señala que el período de latencia oscila entre 50 a 60 días como máximo, bajo condiciones favorables de humedad y temperatura. Asimismo HERNÁNDEZ, *et al*, (1990); considera que la mayor precipitación y humedad relativa correspondió mayor incidencia de la enfermedad, mientras que ésta disminuye al incrementarse las horas de brillo solar, las infecciones son producidas únicamente por conidias.

El patógeno infecta a frutos de cacao en cualquier estado de desarrollo; para la germinación e infección exitosa, las conidias requieren de agua y un ambiente con condiciones favorables. La dispersión y liberación natural de las conidias, se efectúa libremente dentro de la plantación, lo cual es ocasionada por los insectos, lluvias, vientos aves y especialmente cuando el

hombre retira los frutos esporulados en los árboles; para la formación de un abundante estroma o núcleo externo (ARANZAZU, 1992).

Cuando se presenta en condiciones ambientales secas, *Moniliophthora* no esporula o lo hace muy pobremente sobre la mancha formada, entonces el fruto inicia una momificación acelerada. La mancha necrótica en frutos medianos y grandes se presenta a los 42 días y la aparición de la mancha en frutos pequeños fue más rápida (58 días en promedio) después de los primeros síntomas. El estroma se formó a los 10 días después de la formación de la mancha y 5 días después se produjo la esporulación (ARANZAZU, 1992).

SOBERANIS (1999), señala que el hongo avanza intercelularmente e intracelularmente produciendo conidias en las últimas fases de infección, las células y los tejidos se desintegran y se observa la formación de esporas de pared gruesa como clamidosporas los cuáles germinan fácilmente y posiblemente dan origen al micelio estromático artificial. En este estado, las células y tejidos van perdiendo humedad u otros líquidos y se modifican progresivamente.

En Tingo María la "moniliasis" en frutos se presentó entre los meses de enero – marzo, mayo – junio y setiembre – octubre, debido a que existe una relación directa entre la precipitación, formación de frutos e incidencia de frutos enfermos con "moniliasis" (SOBERANIS, 1999).

2.7 Control biológico de enfermedades de plantas

El control biológico consiste en la reducción de la densidad del inóculo o de las actividades de un patógeno que produce una enfermedad, por uno o más organismos, en forma natural o a través de la manipulación del medio ambiente, hospedero o antagonista (COOK y BACKER, 1989).

El control biológico de patógenos del suelo, a través de la adición de microorganismos antagonistas, en un medio no químico (no contaminante) potencial para el control de enfermedades de plantas. Sin embargo, debido a varios factores ambientales, la mayoría de hongos antagonistas no muestran efectos consistentes de biocontrol, por lo tanto es necesario reducir la viabilidad y garantizar su persistencia en el campo para convertir a los hongos biocontroladores en una alternativa atractiva al uso de pesticidas químicos (COOK y BAKER, 1989).

En resumen para introducir antagonistas al medio, las consideraciones de importancia a tomar en cuenta son:

1. La viabilidad, formulación, concentración del antagonista.
2. La clase de coadyuvantes usados.
3. La eficacia y el tiempo de aplicación.
4. Condiciones de microclima durante y después de la aplicación.
5. El costo del producto.

El elevado interés científico en el control biológico de patógenos de plantas es respuesta, en parte, al crecimiento de la preocupación pública sobre los pesticidas químicos. Sin embargo, hay igualmente una gran necesidad por el

control biológico para patógenos que actualmente no se han controlado o solo se ha hecho parcialmente (COOK y BACKER, 1989).

2.8 *Trichoderma* spp.

Trichoderma es un hongo imperfecto, su estructura de esporulación son conidias y su estructura de resistencia son las clamidosporas, de 5 a 10 veces más grandes que los conidias, por tener grandes reservas de lípidos; son intercalares o terminales, de forma cilíndrica a globosa; por su naturaleza representan su forma de propagación más efectiva (LORITO y HARMAN, 1993 y LORITO y HAYES, 1994).

En la práctica es frecuente observar que cuando se siembran dos hongos en un medio de cultivo, uno de ellos impide o inhibe el crecimiento del otro. En la periferie de la zona de inhibición es posible observar deformación o destrucción de los elementos vegetativos del organismo inhibido.

A corta distancia de la zona de inhibición ocurre un estímulo que se manifiesta en la forma de hifas multirramificadas e incrementa en la esporulación (MONT, 1993).

2.8.1 Mecanismo de acción

El fenómeno de antagonismo involucra diversas relaciones de orden ecológico como la antibiosis y la competencia y de forma simbiótico como la explotación o parasitismo (MONT, 1993).

La antibiosis, parasitismo y competencia son los mecanismos de supresión de mayor importancia para atacar a muchos organismos patógenos. La antibiosis se da mediante la producción de metabolitos (generalmente antibióticos) con potencial para producir lisis celular e inhibición del hospedante, como por ejemplo la gliotoxina y viridina de *Trichoderma spp.* (MONT, 1993).

Competencia, es el efecto dañino de un organismo sobre otro por la interferencia en el uso de algunos recursos del medio ambiente; como consecuencia de ello, el organismo afectado tiende a iniciar un estado de latencia, fenómeno observable especialmente en aquellos casos de carencia de sustancias necesarias para que las diferentes estructuras germinen. Es común encontrar en determinadas condiciones que una porción sustancial de microorganismos en el suelo está en estado de latencia, pudiendo ésta ser total o parcial (MONT, 1993 y HOWELL *et al.*, 2000)

La latencia puede explicarse por:

- a. La deficiencia de nutrientes produciría una carencia de sustancias esenciales para la germinación (fuentes de carbono, nitrógeno, etc).
- b. La presencia de ciertos niveles de sustancia inhibitorias difusibles en el suelo.

En el parasitismo hay interacción entre hifas de patógenos y del antagonista, causando la muerte del patógeno por la segregación de enzimas (lilasas, polisacáridos, proteasas y lipasas) y toxinas que degraden las

estructuras del patógeno al producirse contacto entre ambos organismos (LORITO y HARMAN, 1993 y MONT, 1993).

El género *Trichoderma spp*, son hongos que están presentes en casi todos los suelos y otros habitat diversos del planeta. Son con frecuencia los hongos cultivables más frecuentes (GONZALES, 2003).

Por otro lado GONZALES (2003), manifiesta que son favorecidos por la presencia de altos niveles de las raíces de la planta, que colonizan fácilmente. Algunas cepas son altamente rizófilos competentes, es decir, capaz de colonizar y de crecer en raíces. Las cepas competentes del rhizosphaera se pueden agregar lo más fuertemente posible al suelo o a las semillas por cualquier método.

Una vez que entran en contacto con las raíces, colonizan la superficie o la corteza de la raíz, dependiendo del tipo de cepa agregadas como tratamiento a la semilla, las mejores cepas colonizarán superficies de la raíz incluso cuando las raíces llegan a un metro de profundidad y pueden persistir hasta 18 meses después de la aplicación. Sin embargo, la mayoría de las cepas carecen esta capacidad (GEOCITES, 2000; GONZALES, 2003 y HOWELL, *et al.*, 2000).

Según MAZZA (2000), manifiesta que aparte de su facilidad de colonizar las raíces de las plantas, *Trichoderma spp.* ataca, parasita y gana de una u otra forma la nutrición de otros hongos. Puesto que *Trichoderma spp.* crece y prolifera mejor cuando hay abundante raíces sanas, para ambos ataques a otros hongos han desarrollado numerosos mecanismos. Varios

métodos nuevos generales de biocontrol, han demostrado recientemente realce del crecimiento vegetal y está claro ahora que debe haber centenares de genes separados y de productos de genes implicados en estos procesos, se presenta una lista reciente de mecanismos de colonización:

- a. Micoparasitismo
- b. Antibiosis
- c. Competencia por nutrientes y espacio
- d. Tolerancia al estrés por parte de la planta, al ayudar al desarrollo del sistema radicular
- e. Solubilidad y absorción de nutrientes inorgánicos
- f. Resistencia inducida
- g. Desactivación de las enzimas de los patógenos

2.8.2 Taxonomía y genética

La mayoría de las cepas de *Trichoderma* no poseen etapa sexual, por lo que producen únicamente esporas asexuales. Sin embargo, se conoce la etapa sexual de unas pocas cepas, pero no han sido consideradas para los propósitos del biocontrol (GEOCITES, 2000).

La etapa sexual, cuando está presente, se encuentra bajo los hongos ascomicetos en el género *Hypocrea*. La taxonomía tradicional estas basada en las diferencias morfológicas, principalmente en el aparato de esporulación asexual; en la actualidad ya se están empleando técnicas moleculares para la identificación y clasificación de los organismos. Consecuentemente, el taxa ha ido de 9 a 33 especies (GONZALES, 2003).

GEOCITES (2000), reporta que gran parte de las cepas están altamente adaptadas al ciclo de vida asexual. En ausencia de la meiosis, la plasticidad cromosómica en la norma, diferentes cepas poseen distintos números y tamaños de cromosomas. La mayoría de las células poseen numerosos núcleos, algunas células vegetativas pueden llegar a tener más de 100. varios factores genéticos asexuales, como la combinación parasexual, mutación y otros procesos contribuyen en la variación de los núcleos en un solo organismo. Se puede encontrar una gran diversidad de genotipos y fenotipos en las cepas silvestres. Mientras que las cepas silvestres se adaptan con facilidad y pueden ser heterocarióticas (núcleos de distinto genotipo dentro de un mismo), las cepas comerciales usadas para control biológico pueden ser o son, homocarióticas (núcleos similares o idénticos).

Este, aspecto, en conjunto con el control estricto de la variación a través de la fitogenética, permite que las cepas comerciales no presenten mayor diversidad (GEOCITES, 2000).

2.8.3 Ciclo de vida

El organismo crece y ramifica desarrollando típicas hifas fungales de 5 a 10 μm de diámetro. La esporulación asexual ocurre en conidias unicelulares, (3 a 5 μm de diámetro), usualmente de color verde liberados en grandes cantidades. También se forman clamidosporas de descanso, también son unicelulares, pero pueden fusionarse entre dos o más (MAZZA, 2000).

2.8.4 Necesidades nutricionales de *Trichoderma spp*

Es un hongo que consume otros hongos, materia orgánica y nutrientes secretados por las raíces. Se desarrolla mejor con L - alanina, ácido

L - glutánico y ácido casamino como fuentes de nitrógeno. La mejor fuente de carbón es la dextrosa, fructuosa, manosa, galactosa, xylosa, ribosa y celobiosa. Todo *Trichoderma spp* descompone rápidamente la celulosa (LORITO y HARMAN, 1993).

2.8.5 Requerimientos de temperaturas de *Trichoderma spp*

En cuanto el rango de temperaturas máximas que pueden tolerar, Danielson y Davey indicaron que *T. harzianum* tolera sobre los 30 a 38°C, Knudsen y Bin señalaron que la temperatura óptima para *T. harzianum* fue 20°C, para *T. koningii* la temperatura máxima varía de 32 a 35°C; *T. hamatum* de 30 a 35°C; para *T. viridae* y *T. Polysporun* varía entre 28 y 33°C y crece mucho mejor que las otras especies a 7°C, las especies que toleran temperaturas máximas más altas son *T. pseudo Koninguii* y *T. saturnisporum*, las cuales toleran de 40 a 41°C (ARCIA, 1995).

En un estudio de caracterización fisiológica de *Trichoderma spp.* indicaron que las temperaturas óptimas para el crecimiento fueron de 25 a 30°C (ARCIA, 1995; BAUTISTA y ACEVEDO, 1993).

2.8.6 Susceptibilidad del pesticida

Trichoderma spp., posee resistencia innata a la mayoría de los productos químicos agrícolas, incluyendo los fungicidas, sin embargo, el nivel de resistencia difiere entre cepas. Algunas líneas o cepas son seleccionadas o modificadas para ser resistentes a los productos químicos agrícolas específicos. La mayoría de los productores de las cepas de *Trichoderma* destinadas al control biológico poseen información relacionada con la

susceptibilidad o resistencia a un amplio rango de agroquímicos (GEOCITES, 2000).

2.8.7 Uso de *Trichoderma spp*

Estos hongos tan versátiles se utilizan comercialmente en una variedad de maneras, incluyendo los siguientes:

2.8.7.1 Alimentos y textiles

Trichoderma spp, es un producto eficiente de muchas enzimas extracelulares. Se emplean comercialmente para la producción de celulosas y otras enzimas que degradan polisacáridos complejos. Son usados con frecuencia en la industria alimenticia y textil. Ejemplo, las celulosas se utilizan en el proceso de prelavado de las telas de jean, también se utilizan en la alimentación de las aves de corral para aumentar la digestibilidad de las hemicelulosas de la cebada y otras cereales (GONZALES, 2003).

2.8.7.2 Promotores de crecimiento de las plantas

Durante muchos años, han sido conocida la habilidad de estos hongos para incrementar la tasa de crecimiento y del desarrollo de las plantas, en especial de su sistema radicular. Todavía no se conocen con certeza estos mecanismos. Recientemente, se encontró que una cepa de *Trichoderma* contribuye al crecimiento en cuanto a profundidad de las raíces del maíz y algunos pastos, haciendo que estos cultivos sean más resistentes a la sequía. Otro estudio indica que las raíces de las plantas de maíz colonizadas

por *Trichoderma* requieren solo un 40% de fertilizantes nitrogenados en relación a las que no se encuentran colonizadas (MAZZA, 2000).

Diferencias en el desarrollo del sistema radical de plantas de maíz y soya sembradas en el campo. Se puede observar, en ambos casos, como las raíces colonizadas por *T. harzianum* se encuentran mejor desarrolladas. Mejoramiento de la supervivencia de las plantas de pimiento en el campo como consecuencia de un mejor desarrollo radicular ocurrido por la presencia del sustrato de los semilleros.

El rendimiento de las plantas de pimiento (*Capsicum frutescens* L.) tratadas con *Trichoderma* en el sustrato de los semilleros, es significativo en relación al de las plantas sin tratamiento (GEOCITES, 2000).

2.8.7.3 Como fuente de transgenes

Los organismos biocontroladores, casi por la definición, deben contener una gran cantidad de genes que codifican sustancias que pueden utilizarse para el control de plagas y enfermedades (BOLAR *et al.*, 2000). Varios genes de *Trichoderma* están siendo clonados con el fin de producir cultivos resistentes. No se los pueden encontrar comercialmente, ya que esta tecnología todavía se encuentra en desarrollo (BOLAR *et al.*, 2000 y HOWELL *et al.* 2000).

2.8.8 Hongos controlados por *Trichoderma* spp

En cuanto el autor está enterado, diversas tensiones de *Trichoderma* controlan cada hongo patógeno para el cual se ha buscado el control. Sin embargo, la mayoría de las cepas de *Trichoderma* son más eficientes para el control de algunos patógeno que otras, y pueden ser en gran parte ineficaces contra algunos hongos. Se ha descubierto recientemente que algunas cepas pueden inducir a las plantas para que "enciendan" su mecanismo nativo de defensa; esto hace pensar que podrían controlar a otros patógenos a parte de los hongos. Generalmente, *Trichoderma* controla a los hongos del suelo, a si como: *Phythium*, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, *Phytophthora* (GONZALES, 2003 y BOLAR *et al.*, 2000).

PAUL y CLARK (1996), mencionan que *Trichoderma* se utiliza en la producción comercial de la celulosa; esta capacidad de producir esta enzima hace que el *Trichoderma* sea más valioso en el control de ciertos hongos patógenos tales como:

| Hongo | Hospedero |
|---|--|
| <i>Alternaria solani</i> | papa |
| <i>Armillaria</i> | in vitro |
| <i>Botrytis cinerea</i> | in vitro fresa, frijol, uva, tomate |
| <i>Fusarium solani</i> | in vitro |
| <i>Penicillium digitatum</i> | cítricos |
| <i>Phytophthora cactorum</i> | manzana |
| <i>Phytophthora cinnamomi</i> | plántulas de pino |
| <i>Phytophthora parasitica f. sp nicotianae</i> | invitro, piña |

| | |
|------------------------------------|--|
| <i>Pythium aphanidernatum</i> | invitro |
| <i>Pythium spp.</i> | frijol |
| <i>Pythium graminicola</i> | grama |
| <i>Pythium myriotylum</i> | invitro |
| <i>Pythium ultimum</i> | invitro, frijol |
| <i>Pythium spp</i> | semilla, caraota |
| <i>Rhizoctonia – damping – spp</i> | plántulas en semillero, rábano |
| <i>Rhizoctonia solani</i> | in vitro, algodón, rábano, tomate |
| <i>Sclerotinia</i> | ajo |
| <i>Sclerotium rolfsii</i> | cebolla, maní, tabaco, melón, ají y tomate. |

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del experimento

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en tres plantaciones comerciales de cacao, situados en las localidades de Afilador (02) y Brisas del Huallaga (01), distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con una temperatura media de 25°C y una humedad relativa (H° R) de 82.5%. Geográficamente se sitúan en las coordenadas siguientes:

Latitud Sur : 09° 17' 58"
Latitud Oeste : 76° 01' 07"
Altitud : 660 m.s.n.m

3.2 Registro meteorológicos

Los datos meteorológicos (Cuadro 1), fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica SENAMHI, correspondientes a los meses a los meses de Noviembre del 2002 a Mayo del 2003.

3.3 Historia del campo

El ensayo fue instalado en plantaciones establecidas del cacao de aproximadamente 15 años de edad, compuesto por una mezcla de híbridos como material genético con distanciamiento de 4 x 4 m. Las plantaciones hasta antes de la instalación fueron conducidas tradicionalmente (podas, remoción de frutos enfermos y control eventual de malezas, escasa o nula fertilización).

Este hecho ha conllevado a obtener rendimientos anuales por debajo del promedio local de 350 kg de almendra seco por año.

Cuadro 1. Observaciones Meteorológicas registradas entre noviembre del 2002 a mayo del 2003.

| Meses | Temperatura media (°C) | Precipitación (mm) | H.R (%) | Horas sol |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------|------------------|
| Noviembre | 24.8 | 501.0 | 85.0 | 139.1 |
| Diciembre | 25.0 | 483.6 | 87.0 | 113.3 |
| Enero | 25.4 | 238.7 | 85.0 | 141.8 |
| Febrero | 25.0 | 460.8 | 85.8 | 103.3 |
| Marzo | 24.8 | 419.3 | 85.3 | 127.7 |
| Abril | 24.8 | 306.8 | 84.7 | 144.3 |
| Mayo | 24.7 | 345.0 | 84.3 | 171.2 |
| Total | 174.5 | 2755.2 | 597.1 | 940.7 |
| Promedio | 25.0 | 393.6 | 85.3 | 134.4 |

3.4 Componentes en estudio

Las cepas del hongo antagonista (*Trichoderma* spp.), nos proporcionó el Programa Nacional de Control Biológico (PNCB - SENASA) a una concentración de 1×10^7 conidia/ml.

El presente trabajo se realizó en dos fases

3.4.1 Primera fase: A nivel de laboratorio

3.4.1.1 Fitopatógeno (*Moniliophthora roreri*)

3.4.1.2 Antagonista (Ocho cepas del género *Trichoderma*)

- AH29 (procedencia sector Rivera del Huallaga–Tocache)
- TH (procedente de Vitarte - Lima)
- AH35 (procedencia Sector Bambamarca-Tocache)
- AH17 (procedente Cotomonillo-Aucayacu-Huánuco)
- NAH (procedente del Caserío Naranjillo-Huánuco)
- AH11 (procedencia sector Puente Aucayacu-Huánuco)
- BAH (procedente del Caserío Bella-Huánuco)
- TR4 (procedente de la Tingo María-Huánuco)

3.4.2 Segunda fase: A nivel de campo

3.4.2.1 Cultivo de cacao (frutos)

3.4.2.2 Antagonista (el mejor de la fase de laboratorio) (TH)

3.5 Tratamientos en estudio

3.5.1 Primera fase: A nivel de laboratorio (agosto – octubre 2002)

Cuadro 2. Tratamientos en estudio a nivel de laboratorio

| Clave | Cepa | Acción antagónica | Hospedante |
|--------------------|------|-------------------|------------------|
| <i>Trichoderma</i> | | | |
| T ₁ | AH29 | Micoparasitismo | <i>M. roreri</i> |
| T ₂ | TH | Micoparasitismo | <i>M. roreri</i> |
| T ₃ | AH35 | Micoparasitismo | <i>M. roreri</i> |
| T ₄ | AH17 | Micoparasitismo | <i>M. roreri</i> |
| T ₅ | NAH | Micoparasitismo | <i>M. roreri</i> |
| T ₆ | AH | Micoparasitismo | <i>M. roreri</i> |
| T ₇ | BAH | Micoparasitismo | <i>M. roreri</i> |
| T ₈ | TR4 | Micoparasitismo | <i>M. roreri</i> |

3.5.2 Segunda fase: A nivel de campo (noviembre 2002 – mayo 2003)

Cuadro 3. Tratamientos en estudio a nivel de campo.

| Clave | Tratamiento | N° de aplicaciones | Dosis/Antagónico |
|----------------|--|--------------------|------------------|
| T ₁ | <i>T. harzianum</i> + <i>M. roreri</i> | 8 | 29.00 g |
| T ₂ | <i>M. roreri</i> + <i>T. harzianum</i> | 8 | 29.00 g |
| T ₃ | Mezcla | 8 | 29.00 g |
| T ₄ | <i>Trichoderma harzianum</i> | 8 | 29.00 g |
| T ₅ | Testigo (Absoluto) | ----- | ----- |

3.6 Diseño experimental

3.6.1 Primera fase: A nivel de laboratorio

Se utilizó el análisis de variancia bajo el diseño completamente al azar (DCA), con 8 tratamientos, 5 repeticiones; el comportamiento de los tratamientos fueron determinados mediante la prueba de significación estadística de Duncan ($\alpha = 0.05$).

3.6.2 Segunda fase: A nivel de campo

Los datos determinados de incidencia, peso de almendra húmeda y seca, número de frutos sanos y enfermos, tasa de progreso y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE), se procesaron utilizando análisis de varianza bajo el diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos, 3 bloques y 90 plantas evaluadas.

El comportamiento de los tratamientos en respuesta fueron determinados mediante el uso de la prueba de significación estadística de Duncan ($\alpha = 0.05$).

3.7 Metodología

3.7.1 Primera fase: A nivel de laboratorio

Esta fase se realizó con la finalidad de seleccionar el antagonista más promisorio para el control de *Moniliophthora roreri* a nivel de campo. El mecanismo de acción antagónica de las cepas evaluadas por su efecto parasítico para ello se empleo la técnica de placas precolonizadas propuesto por KRAUZ (1999) esta técnica consiste en:

3.7.1.1 Aislamiento de *Moniliophthora roreri*

De las plantaciones de cacao se obtuvo frutos enfermos con "Moniliasis" los cuales fueron trasladados al Laboratorio de Fitopatología en la UNAS, para su aislamiento, los frutos fueron desinfectados con hipoclorito de sodio al 1% por 3 minutos, luego se enjuagaron por tres veces con agua destilada y fueron secados en papel toalla estéril; posteriormente se colocaron en cámaras húmedas por tres días. Después de este tiempo se observó abundante esporulación de *M. roreri* sobre los frutos lo que, mediante raspado superficial de las conidias con un estilete bajo condiciones de asepsia se transfirieron a placas petri conteniendo un medio de cacao – dextrosa – agar (CDA); cuyos constituyentes consisten de 450 g de fruto verde de cacao, dextrosa 9g y agar 3g para un volumen final de 1 litro.

3.7.1.2 Precolonización de placas petri con *Moniliophthora roreri*

De los aislamientos de *M. roreri* se transfirieron en placas petri conteniendo medio CDA; se sembró 60 placas; se incubó a temperatura ambiente (25 – 28°C) hasta que llene todo el área de la placa.

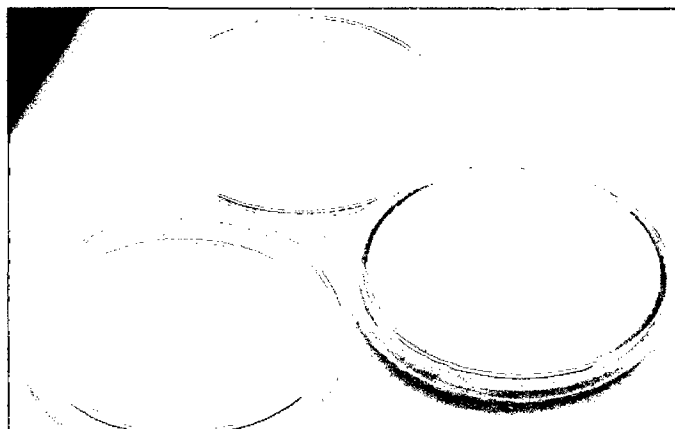


Figura 1. Medios de cultivo selectivo en la colonización de *Moniliophthora roreri*.

3.7.1.3 Obtención y multiplicación de los hongos antagonistas

Las cepas de *Trichoderma* fueron recepcionadas en tubos del PNCB-SENASA fueron repicados en 2 placas de petri con medio PDA; empleándose la técnica propuesto por FRENCH (1982).

3.7.1.4 Evaluación del efecto micoparásito

De los cultivos puros de los antagonistas que han llenado todas las placas, se realizan cortes rectangulares en condiciones de asepsia, se colocaron en un extremo y hacia abajo de modo que el contacto entre *M. roleri* y el antagonista sea directo.

Las evaluaciones se realizaron cada 3 días, por un espacio de 15 días utilizando las plantillas A* y B** (Figura 3) enumerada del 0 al 16 que va en la placa petri estéril, plantilla dividida en cuadrados de 5 mm x 5 mm que va en la placa petri colonizada con *M. roleri* y el hongo antagonista.

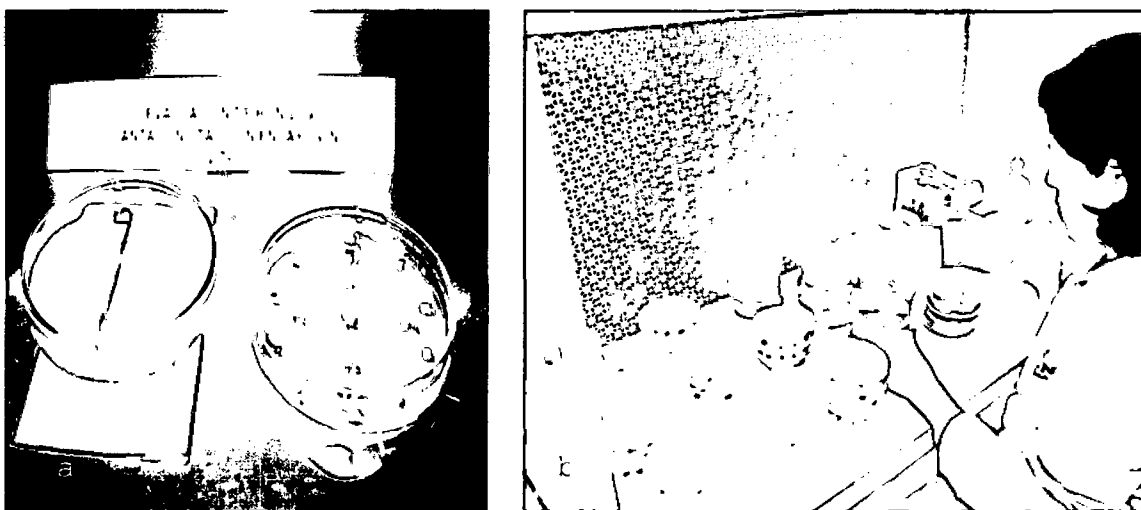


Figura 2. Evaluaciones realizadas en los hongos antagonistas. a) Corte e inoculación, b) Sellado y plaqueado en las cámaras

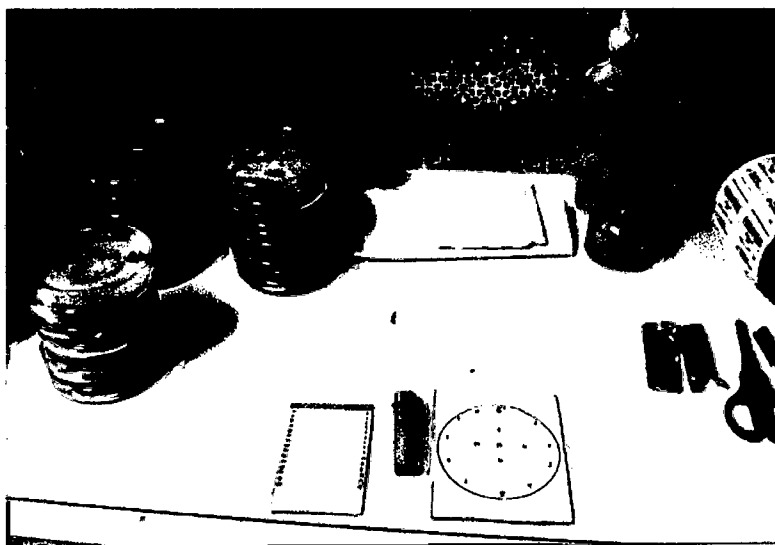


Figura 3. Plantillas A* y B** enumerada del 0 al 16 empleadas para las evaluaciones de los hongos (Fuente: KRAUZ, 1999).

3.7.2 Segunda fase: A nivel de campo

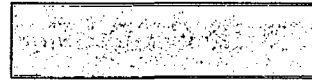
Para el presente estudio se seleccionaron 3 plantaciones de 0.384 has en los sectores de Afilador y Brisas del Huallaga. Se trabajó con el diseño bloque completamente al azar (DBCA), con 3 bloques o repeticiones, 6 plantas por tratamientos.

3.7.2.1 Instalación y conducción del experimento

Cada zona constituyó un bloque, en cada bloque se seleccionó alrededor de 240 plantas divididas en 5 tratamientos cada tratamiento consto de 16 plantas de los cuales se evaluaron 6 plantas.

La disposición de cada uno de los campos, fueron señalados con cintas plásticas de 5 colores luego se engrapó sin hacer daño al tallo y ramas.

T₁ = Verde (TH + *M. roleri*)



T₂ = Blanco (*M. roleri* + TH)



T₃ = Azul (Mezcla)



T₄ = Morado (TH)



T₅ = Amarillo (Testigo (absoluto))



3.7.2.2 Podas fitosanitarias

Las podas se realizaron en los meses de julio – agosto del 2002, en función a la arquitectura de la planta, teniendo en cuenta la formación de la copa de cada árbol de cacao, eliminando ramas enfermas o secas, plantas parásitas y rebajando las ramas mas altas para que la copa del árbol quede a una altura promedio de 4 m, facilitando así la remoción del material enfermo, cosecha de fruto y la aplicación de los tratamientos en estudio. En las podas se eliminó todo tejido y fruto enfermo, permitiendo disminuir el potencial de inóculo de las enfermedades.



Figura 4. Labores de poda en plantaciones de cacao

3.7.2.3 Control de malezas

Esta labor se realizó manualmente en un periodo de un mes y medio, mediante el uso de machete, motocultivadora con la finalidad de mantener limpio el campo.

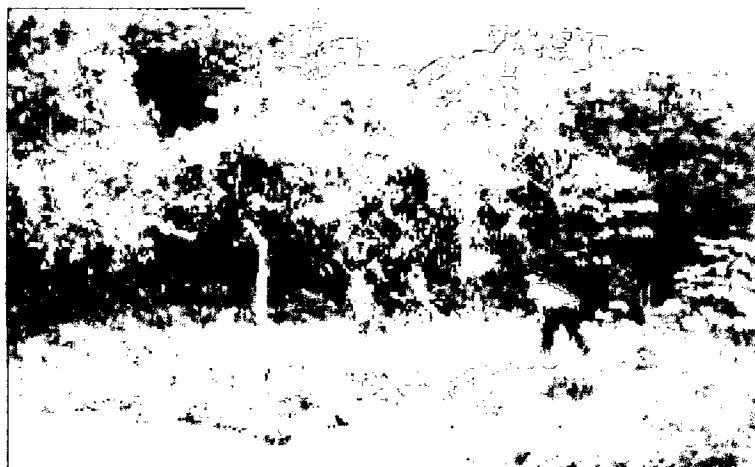


Figura 5. Labores del desmalezado en plantaciones de cacao

3.7.2.4 Polinización artificial

Esta labor es para obtener un número suficiente de frutos, se hicieron polinizaciones completas por planta de cada tratamiento, utilizándose plantas del mismo campo fuera de los tratamientos en estudio, con ayuda de un envase recolector de flores.

3.7.2.5 Aplicación de los tratamientos

Para uniformizar la concentración conidial se estandarizó la cantidad de conidias contenidas en la cabeza de un alfiler entomológico al realizar un raspado de la placas esporulados con *M. roleri* 15 días después de la siembra, cuantificándose la existencia promedio de 1×10^5 conidias/ml cuando se diluyo en 1 080ml de agua.

Las cepas *Trichoderma harzianum* que fueron proporcionados por el PNCB-SENASA, en medio de BIODAC, el cual al agregar 29 g en 1 080 ml de agua la concentración fue de 1×10^7 conidias/ml, para cada uno de los tratamientos respectivamente. En el Tratamiento (T₁) se asperjó *T. harzianum* a los frutos después de 30 minutos se asperjo *M. roleri*; luego el tratamiento (T₂) se asperjo *M. roleri*, 30 minutos, después se asperjo *T. harzianum*, mientras que el T₃ se realizó una mezcla de (*M. roleri* y *T. harzianum*) para luego ser asperjados en los frutos; el tratamiento T₄ se asperjo solo *T. harzianum* y el tratamiento T₅ que fue testigo y no se aplicó nada.



Figura 6. Preparación de los tratamientos para las aplicaciones. a) Mezcla del sustrato b) Llenado de los asperjadores.

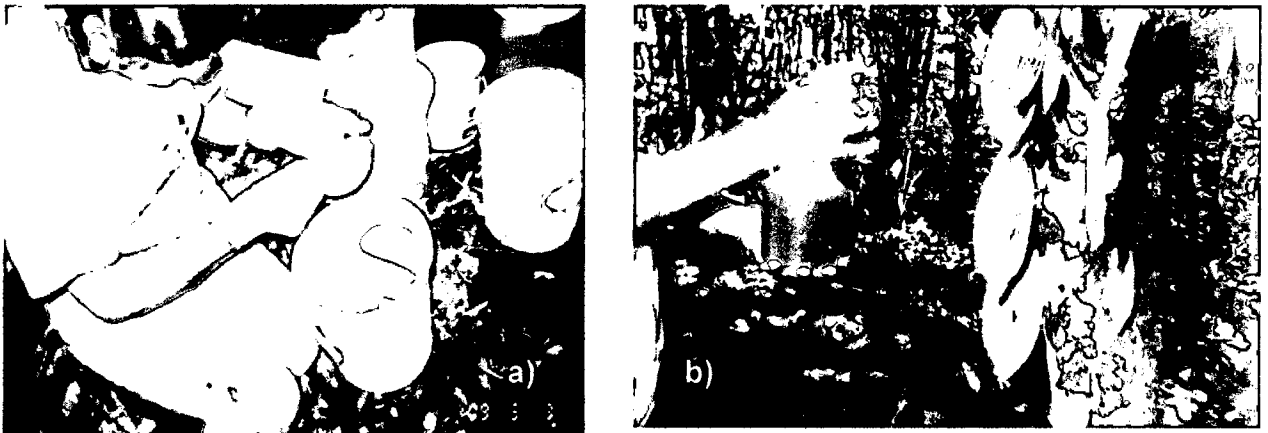


Figura 7. Aplicación de los tratamientos. a) Mezcla de los tratamientos en estudio. b) Aplicación a los frutos de cacao

3.7.2.6 Frecuencia de aplicación

Las aplicaciones se realizaron de acuerdo a la máxima producción de frutos susceptibles. Esto fue cada 15 días en los meses de Diciembre y Enero, después del cual fue mensual hasta mayo; se hicieron 8 aplicaciones en todos los tratamientos:

| | |
|-----------------|----------------|
| 1ra. Aplicación | 16 – 12 - 2002 |
| 2da. Aplicación | 31 – 12 – 2002 |
| 3ra. Aplicación | 15 – 01 – 2003 |
| 4ta. Aplicación | 30 – 01 – 2003 |
| 5ta. Aplicación | 14 – 02 – 2003 |
| 6ta. Aplicación | 01 – 03 – 2003 |
| 7ma. Aplicación | 01 – 04 – 2003 |
| 8va. Aplicación | 01 – 05 – 2003 |

3.8 Parámetros evaluados

Para determinar la eficiencia del control biológico, fueron evaluados los siguientes parámetros:

3.8.1 Incidencia y comportamiento de enfermedades en frutos de cacao

En cada evaluación se cuantifico el número de frutos cosechables y no cosechables sanos y enfermos. De los frutos no cosechables enfermos con edad menores a los 5 meses fueron removidos, contabilizándose por sintomatología, con que tipo de enfermedad estaba afectados.

Los frutos que habían alcanzado la madurez fisiológica fueron cosechados discriminándose también el tipo de enfermedad. El porcentaje de incidencia para cada tipo de enfermedad se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{Frutos totales enfermos}}{\text{Frutos totales evaluados (S + E)}} \times 100$$

Donde:

S = Frutos sanos

E = Frutos enfermos

Los datos de incidencia expresados en porcentaje acumulativo de frutos con "Moniliasis" y con otras enfermedades fueron graficadas en función al tiempo originando la curva de comportamiento de cada enfermedad por tratamiento en estudio, la proporción de frutos enfermos (X_t) en las diferentes evaluaciones fue calculada mediante la fórmula:

$$X_t = \frac{X_{ct}}{Y_{ct}} = \frac{X_{at} + X_{qct}}{Y_{at} + Y_{qct}}$$

Donde:

| | | |
|----------|---|----------------------------------|
| X_{ct} | = | Proporción de frutos enfermos |
| X_{at} | = | Número actual de frutos enfermos |
| Y_{ct} | = | Número actual de frutos |
| q | = | Caído |
| t | = | Tiempo |

La cuantificación de frutos enfermos expresados en forma acumulada en relación al tiempo de evaluación permitió construir el comportamiento de la curva del progreso de la enfermedad en cada tratamiento.

A partir de la cuantificación se estimó la tasa de progreso de la enfermedad (k) y el área debajo de la curva de progresos de la enfermedad (ADCPE) conforme se describe a continuación.

3.8.1.1 Tasa de progreso de la enfermedad (k)

Los datos de proporción de la enfermedad, fueron sometidos al ajuste de tres modelos matemáticos de crecimiento, por medio del análisis de regresión, a fin de identificar el modelo que mejor refleje el progreso de la enfermedad en función del tiempo. Los modelos fueron:

$$\text{Logit} \quad : \quad Y = \text{Ln} \left[\frac{Y}{1 - Y} \right]$$

$$\text{Monit} \quad : \quad Y = \text{Ln} \left[\frac{Y}{1 - Y} \right]$$

$$\text{Gompit} \quad : \quad Y = - \text{Ln} [- \text{Ln} (Y)]$$

La elección del modelo se realizó en función al mayor valor en el coeficiente de determinación (R^2), por existir un alto grado de correlación entre las variables evaluadas. Se utilizó el modelo Gompertz, por presentar el valor más alto de R^2 .

3.8.1.2 Área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE)

Esta fue calculada por la ecuación propuesta por Shanner y Finney (1977), citado por SOBERANIS (1999).

$$ADCPE = \sum_{x=1}^n \left[\frac{(Y_{(i+1)} + Y_i)}{2} \right] [X_{(i+1)} - X_i]$$

Donde:

Y_i = Proporción de la enfermedad en enésima observación

X_i = Tiempo (días) en la enésima observación.

n = Número total de observación.

Los números de frutos contabilizados en la cosecha, discriminados de cada enfermedad fueron analizados en base al porcentaje promedio de frutos infestados por "monilliasis" y otras enfermedades.

3.8.2 De la producción

De los frutos cosechables, sanos y enfermos fueron partidos para extraer sus almendras, luego pesarlas haciendo uso de una balanza considerándose estos pesos como peso de almendra húmeda. Para obtener el peso seco de almendra se multiplicó por el valor comúnmente utilizado (0.40) sugerida por VALDERRAMA (1990).

Utilizándose la siguiente fórmula:

$$\text{RAH (kg/ha)} = \frac{\text{Almendra húmeda (kg / parcela)}}{\text{Distanciamiento entre planta}} \times \text{Total de planta/ha.}$$

Donde: RAH = Rendimiento de almendra húmeda

Para la determinación del rendimiento promedio de cacao (almendra seca), se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Peso de almendra seca (kg/ha)} = \text{Rdto. almendra húmeda} \times 0.40$$

Donde:

0.40 = Proporción de humedad en almendra fresca de cacao.

Las evaluaciones se realizaron cada 8 días de acuerdo a la frecuencia de aplicación, para la evaluación de los frutos, teniendo en cuenta para ello total de frutos por tratamiento.

3.8.3 Análisis de rentabilidad

Se procedió a determinar el costo de producción de 1 kg de *Trichoderma spp*, en sustrato de Biodac para posteriormente determinar en función a la aplicación de cada uno de los tratamientos y según las necesidades de costo por mano de obra en poda, deshierbo, aplicación, cosecha y remoción de frutos.

Para la determinación del ingreso bruto (S/.), utilidad (S/.) y relación beneficio costo (B/C), se utilizaron las siguientes relaciones:

Ingreso bruto (S/.) = Almendra sana seca (kg/ha) x \$.1.30 (S/.4.50)

Utilidad (S/.) = Ingreso bruto (S/.) – Costo de producción (S/.)

Relación B/C =
$$\frac{\text{Ingreso bruto (S/.)}}{\text{Costo de producción (S/.)}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Primera fase: A nivel de laboratorio (agosto – octubre 2002)

4.1.2 Efecto de ocho hongos antagónico sobre *M. roreri*

En el Cuadro 13, del Anexo se presenta el análisis de variancia, de las evaluaciones realizadas del antagonismo, en la cual se muestran que hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

En el Cuadro 4, se muestra la prueba de comparación de Duncan con un nivel de ($\alpha = 0.05$), para la cuantificación del efecto parasítico de las 8 cepas de *Trichoderma spp*, días después de la evaluación. Se observa que los tratamientos T₁ (29/AH), T₂ (TH) y T₈ (TR₄) tienen crecimiento y esporulación sobre las estructuras vegetativas y propagativas de *M. roreri* a partir del tercer día de evaluación. A los 15 días el efecto micoparasítico se ve claramente, puesto que el tratamiento T₂ (TH) alcanzo 80.00 mm (9.00) a partir del punto inicial; seguido de los tratamiento T₁ (29/AH) con 65.00 mm (8.12); T₈ (TR₄) con 40mm (6.40) y T₇ (BHA) con 10mm (3.32), respectivamente. Sin embargo, los tratamientos T₂ (TH), T₁ (29/AH) y T₈ (TR₄) son estadísticamente significativos al resto. En lo tratamientos T₃ (35/AH), T₄ (17/AH), T₅ (NAH), T₆ (11AH); no se observo crecimiento micoparasítico mas halla de 5mm de distancia del punto inicial, lo cual indicaría, que estas cepas no ejercieron este mecanismo.

De los antagonistas que ejercieron micoparasitismo T_1 , T_2 , T_7 y T_8 solo el tratamiento T_2 , expresa mejor este mecanismo a los 15 días de evaluación. En la Figura 08, se muestra la curva y tasa de crecimiento de los antagonistas. Observándose que el T_2 obtiene la tasa más alta de 17.8, asimismo tiene el mejor coeficiente de determinación R^2 (0.9126), por lo que se consideró como el antagonista promisorio para las pruebas de campos.

En los ambientes del Laboratorio de Fitopatología durante el periodo de ejecución la temperatura osciló entre 30 y 32°C lo cual podría influir en su capacidad parasítica de las cepas. Tal como lo refiere LORITO, *et al* (1993) y ARCIA (1995) que para el adecuado crecimiento de los tratamientos se requiere un rango de temperatura de 25 a 30°C. Para la segunda fase de campo se eligió al T_2 (TH) por tener el mejor efecto de mico parásito.

Cuadro 4. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) en el crecimiento (mm) durante 15 días de evaluación en ocho cepas hongos antagonistas en placas precolonizadas con *M. rozeri* a nivel de laboratorio. Tingo María (agosto – octubre) 2002.

| Tratamientos | Días de evaluaciones (promedios) ^{1/} | | | | |
|--------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| T1 (29/H) | 10.00 (3.32) a | 30.00 (5.57) a | 50.00 (7.14) a | 60.00 (7.81) a | 65.00 (8.12) a |
| T2 (TH) | 15.00 (4.00) a | 30.00 (5.57) a | 65.00 (8.12) a | 80.00 (9.00) a | 80.00 (9.00) a |
| T3 (35 A/H) | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b |
| T4 (17/AH) | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b |
| T5 (NAH) | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b |
| T6 (11/AH) | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b |
| T7 (BAH) | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 5.00 (2.45) b | 10.00 (3.32) b |
| T8 (TR4) | 10.00 (3.32) a | 15.00 (4.00) a | 25.00 (5.09) a | 30.00 (5.57) a | 40.00 (6.40) a |

1/ = Promedios transformados $\sqrt{x+1.0}$
(Valor) = Datos transformados

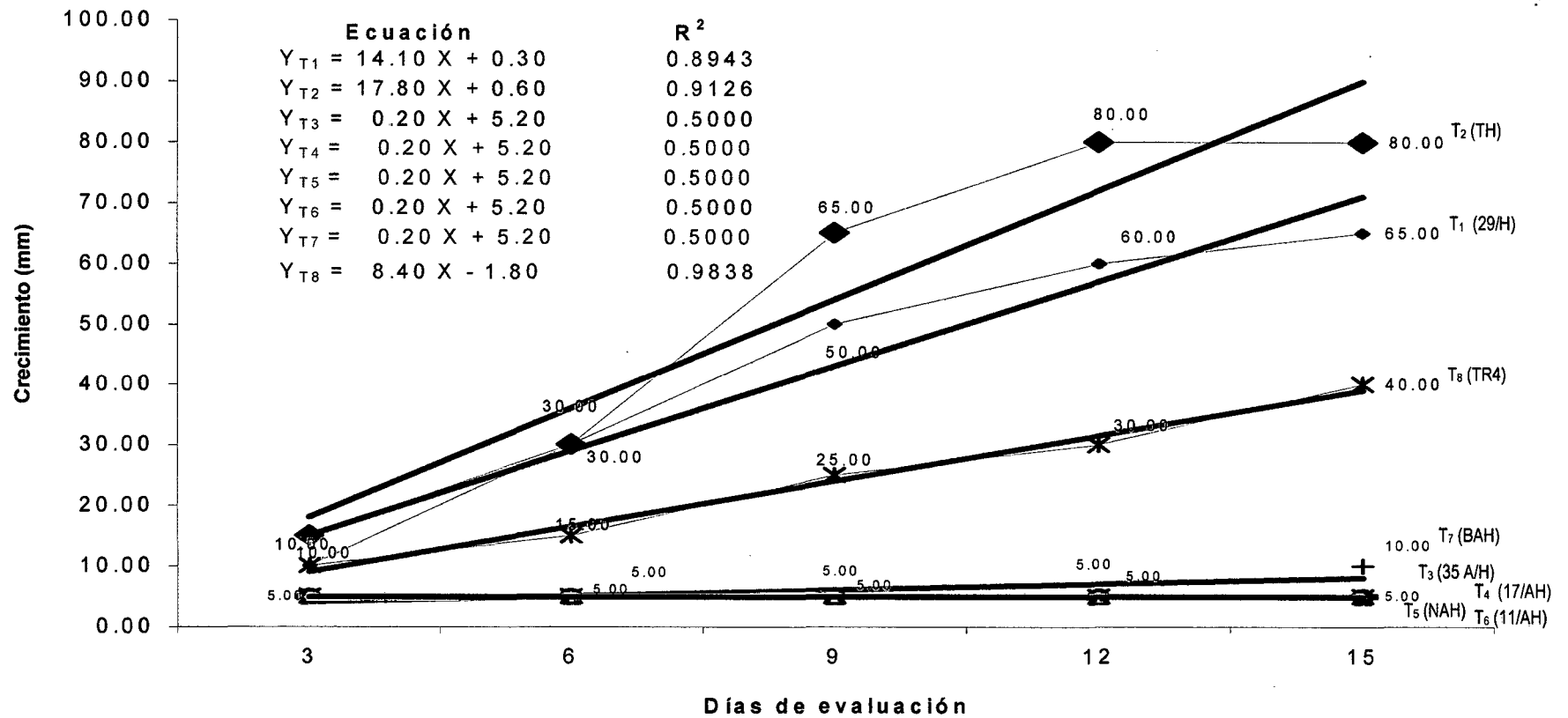


Figura 8. Curvas y tasa de crecimiento de ocho cepas de hongos antagónicos sobre *Moniliophthora roreri*, (evaluación cada 3 días) a nivel de laboratorio. Tingo María (agosto – octubre) 2002.

4.2 Segunda fase: A nivel de campo (noviembre – mayo 2003)

4.2.1 Polinización artificial

En el Cuadro 5, se observa que la variación del total de flores producidas por la población de plantas en los tres sectores no difiere grandemente puesto; que presento solo una variación de 150 flores en cada bloque I, II y III.

En el bloque I de 972 flores polinizadas, 632 flores compatibles, mientras que en el campo II de 940 solo prendieron 611 flores y en el bloque III de 1143, prendieron solo 743 flores Al realizar la polinización de las flores de cada bloque se logro un 65% aproximadamente de cuajados, El diferencial se atribuye a los factores climáticos, genéticos y fisiológicos; así mismo contar con personas capacitadas para realizar esta labor que es muy delicada y sobre todo la técnica a emplearse para tener buenos resultados. Debe considerarse un método adecuado para poder generar un mayor número de frutos por árbol e incrementar la producción.

Cuadro 5. Promedios del número de flores polinizadas artificialmente y número de flores cuajadas en las tres zonas de Tingo María 2003.

| Zonas o Bloques | Tratamientos | Nº de plantas | Promedio de flores/planta | Nº total de flores polinizadas | Nº de flores no prendidas | Nº de flores prendidas |
|-----------------|--------------|---------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------|
| I | 5 | 30 | P ₁ = 28 | 139 | 49 | 90 |
| | | | P ₂ = 36 | 179 | 62 | 117 |
| | | | P ₃ = 34 | 171 | 60 | 11 |
| | | | P ₄ = 32 | 159 | 56 | 103 |
| | | | P ₅ = 31 | 158 | 55 | 103 |
| | | | P ₆ = 33 | 166 | 58 | 108 |
| | | | TOTAL | 972 | 340 | 632 |
| III | 5 | 30 | P ₁ = 29 | 145 | 51 | 94 |
| | | | P ₂ = 31 | 153 | 54 | 99 |
| | | | P ₃ = 33 | 167 | 58 | 109 |
| | | | P ₄ = 35 | 174 | 61 | 113 |
| | | | P ₅ = 35 | 150 | 52 | 98 |
| | | | P ₆ = 30 | 151 | 53 | 98 |
| | | | TOTAL | 940 | 329 | 611 |
| III | 5 | 30 | P ₁ = 39 | 196 | 69 | 127 |
| | | | P ₂ = 38 | 192 | 67 | 125 |
| | | | P ₃ = 39 | 193 | 67 | 126 |
| | | | P ₄ = 36 | 181 | 63 | 118 |
| | | | P ₅ = 40 | 199 | 70 | 129 |
| | | | P ₆ = 36 | 182 | 64 | 118 |
| | | | TOTAL | 1143 | 400 | 743 |

4.2.2 Incidencia y comportamiento de las enfermedades en frutos de cacao

En el Cuadro 15, del Anexo se presenta el resumen del análisis de variancia del porcentaje de frutos enfermos, sanos, con "moniliasis" y otras enfermedades, observándose la existencia de diferencias significativas tanto entre tratamientos y bloques.

En el Cuadro 6, se presenta la prueba comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$), donde la incidencia de los frutos con "moniliasis" presenta diferencias estadísticas. entre los tratamientos; siendo los tratamientos T_1 (*T. harzianum* + *M. roreni*), T_3 (Mezcla) T_4 (*Trichoderma harzianum*) y T_5 (Testigo) estadísticamente iguales, pero numéricamente muestra que el tratamiento T_1 (*T. harzianum* + *M. roreni*) tiene el mejor efecto de micoparasitismo ya que obtuvo 29.48% que representa el tratamiento de menor incidencia y que se diferencia estadísticamente del tratamiento y T_2 (*M. roreni* + *T. harzianum*) que obtuvo 37.82% presentando mayor incidencia de frutos con "moniliasis".

En trabajos anteriores se encontró que el efecto de labores de cosecha mal realizadas puede incrementar el inoculo en el medio ambiente, ya que puede favorecer la liberación de la conidias para infestar a nuevos frutos, en tanto *Moniliophthora roreni* solo ataca a los frutos que quedan en el árbol, considerándose como las principales fuentes de inoculo en donde puede permanecer los diferentes estados de monilia, la que su dispersión se puede realizar por la liberación de las conidias, que pueden ser ocasionados por el viento, insecto, lluvias, aves y cuando el hombre no hace remoción de frutos dañados según como lo manifiesta RIOS (1993) y ARANZAZU (1992).

Cuadro 6. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el porcentaje de incidencia de frutos enfermos con “moniliasis” y otras enfermedades. Tingo María (Noviembre 2002 – Mayo 2003).

| Clave | Tratamientos | Porcentaje de incidencia de frutos por parcela ^{1/} | | | |
|----------------|--------------|--|----------------|---------|--------------------|
| | | Total sanos | Total enfermos | Monilia | Otras enfermedades |
| T ₁ | (T + M) | 66.56 a | 33.44 b | 29.48 b | 3.96 d |
| T ₂ | (M + T) | 53.82 b | 46.18 a | 37.82 a | 8.36 b |
| T ₃ | Mezcla | 59.49 b | 40.51 a | 33.20 b | 7.31 b |
| T ₄ | (T) | 64.41 a | 35.59 b | 30.51 b | 5.08 c |
| T ₅ | Testigo | 52.92 b | 47.08 a | 32.04 b | 15.04 a |

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre si.

1/ = Incluye a frutos cosechados y no cosechados

T = *Trichoderma harzianum* (TH)

M = *Moniliophthora roreri*

En la Figura 9, se observa que el tratamiento T₁ (*Trichoderma harzianum* + *Moniliophthora roreri*) y T₄ (*Trichoderma harzianum*) obtuvieron 33.44% y 35.59% frutos enfermos; los mismos que también obtuvieron una mayor cantidad de frutos sanos (66.56% y 64.41% frutos).

En la Figura 10, se observa que el T₁ presenta el menor grado de infección con 29.48%, esto implica que al ser aplicado *T. harzianum* 30 min. antes que la inoculación de *M. roreri*, tendría un mejor efecto de control antagónico, dado que a los 30 min. las estructuras propagativas del *Trichoderma* pudieron haber iniciado el proceso de germinación, en consecuencia ejerció su efecto mico parasítico. En el tratamiento T₂ (*M. roreri* + *T. harzianum*) sucede lo contrario a lo anterior, aplicado la suspensión conidial de *M. roreri* y a 30 min. después la de *T. harzianum* hecho que permitió tener mayor número de conidias de *M. roreri* germinadas en el tiempo. Si comparamos el tratamiento T₁ (*T. harzianum* + *M. roreri*) con el testigo el diferencial de control es de solo 2.6%, que numéricamente no es importante a nivel de campo. Al comparar el tratamiento T₅ (testigo) con los tratamientos T₂ (*M. roreri* + *T. harzianum*) y T₃ (Mezcla), son erráticos dado que estos tienen 5% y 1.2 % mas que el testigo respectivamente.

Los tratamiento T₂ (*M. roreri* + *T. harzianum*) y T₅ (testigo) presentan mayor incidencia con respecto a otras enfermedades con (8.36% y 15.04%), con los demás tratamientos, Los tratamientos T₁ (*T. harzianum* + *M. roreri*) y T₄ (*T. harzianum*) presentan menor porcentaje de frutos enfermos, en relación a moniliasis (29.48% y 30.51%) y otras enfermedades (3.96% y 5.08%). Considerando una buena barrera de protección y promotores de mayor número de frutos sanos.

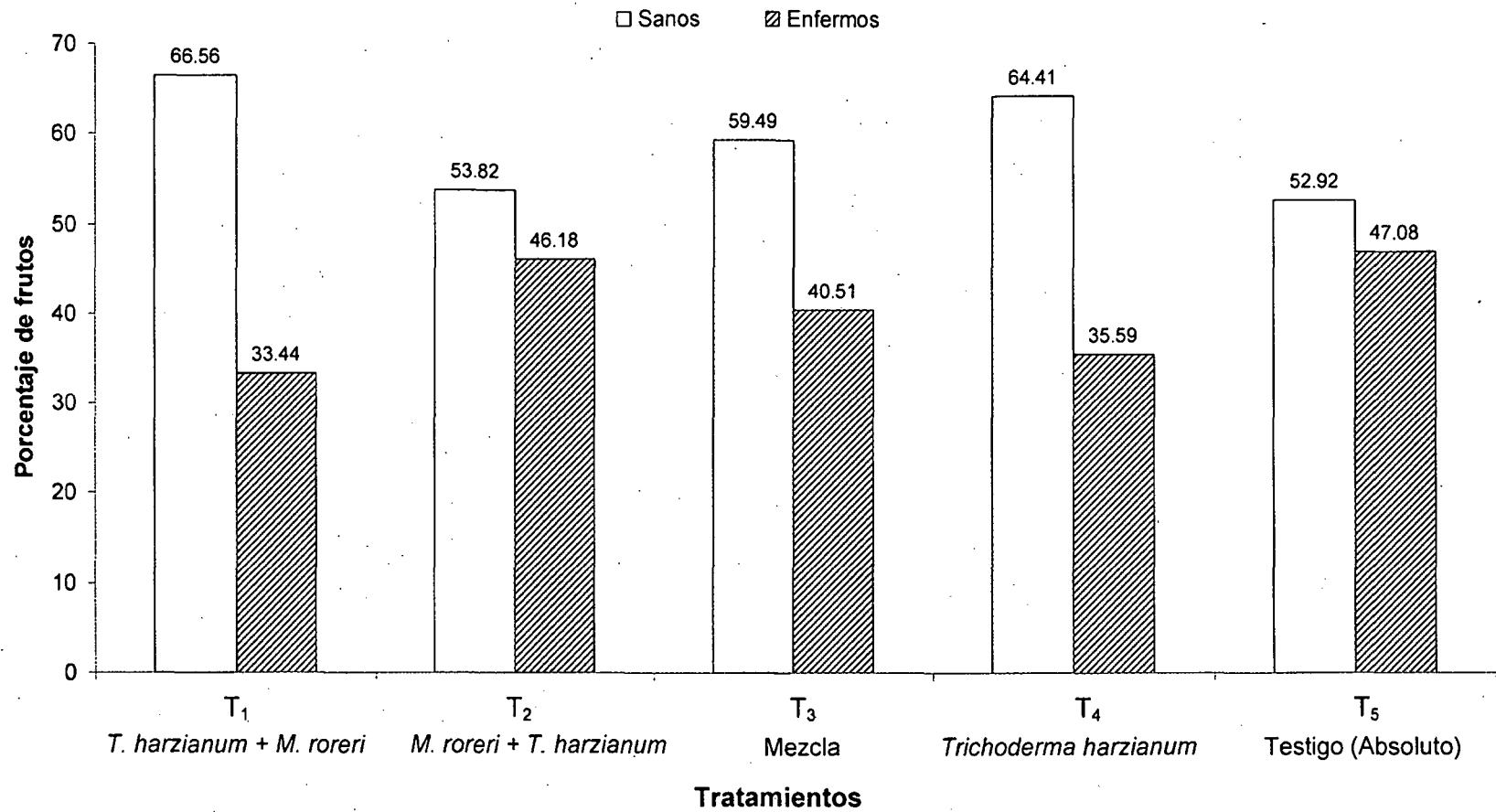


Figura 9. Porcentaje de frutos cosechados totales sanos y enfermos de cacao en Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003)

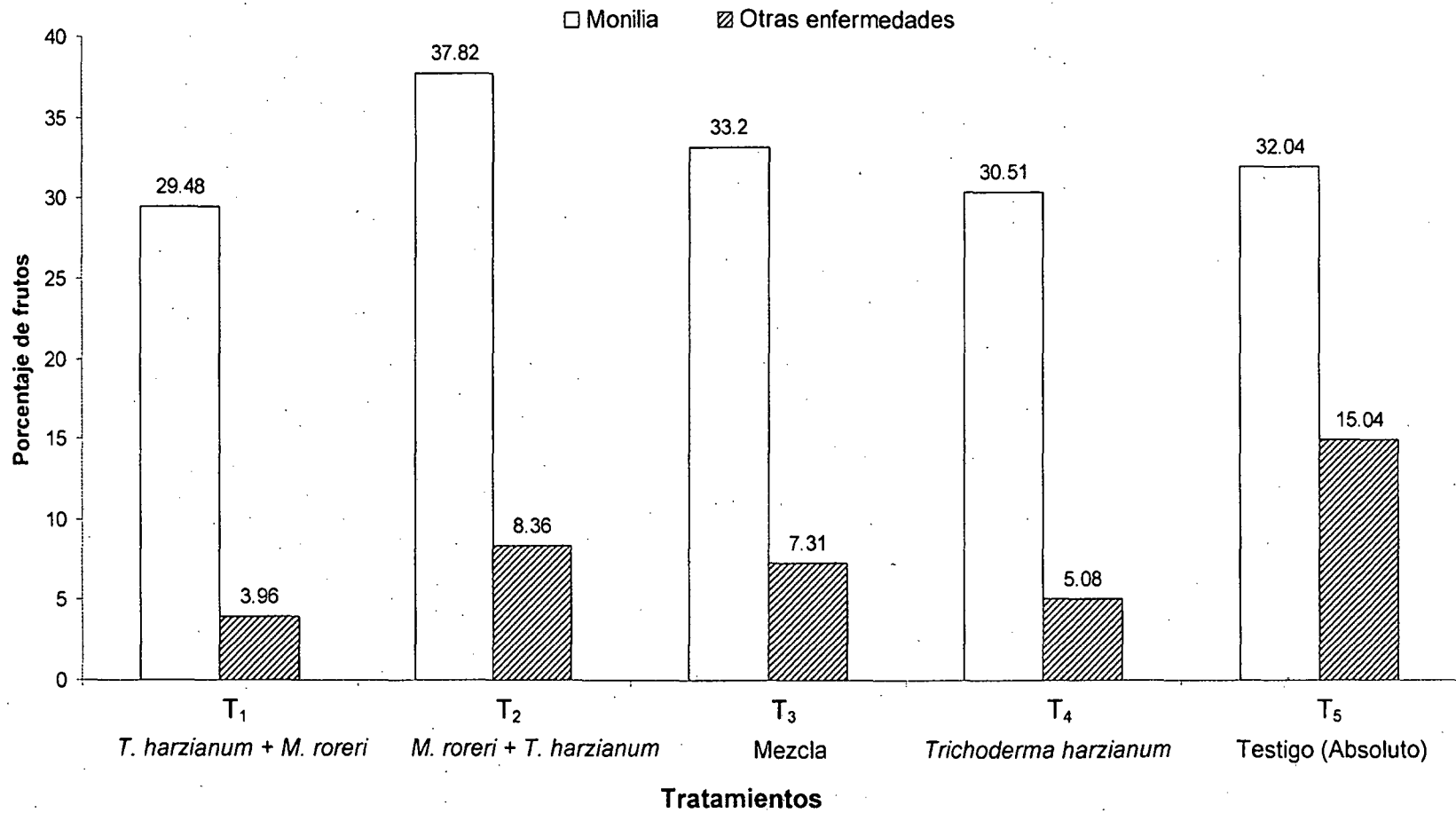


Figura 10. Porcentaje de frutos cosechados afectados con "moniliasis" y otras enfermedades del cacao. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

De acuerdo al comportamiento de "moniliasis" y otras enfermedades en frutos cosechados de cacao, relacionado con los parámetros climáticos, podemos observar en la Figura 11 y 12 la relación que existe entre los 5 tratamientos estudiados en relación a la temperatura (°C), precipitación (mm), humedad relativa (%) y heliofania (horas sol).

En relación a la proporción de frutos afectados por monilia (*Moniliophthora roreri*), podemos observar en la Figura 11 que los picos mas elevados del comportamiento de esta enfermedad se da en los meses de enero a marzo, las mismas que coinciden con las altas temperaturas, humedad relativa y precipitaciones mas elevadas, las mismas que presentan horas de sol adecuadas para el desarrollo de monilia en los frutos de cacao. Con relación a al comportamiento de las otras enfermedades se puede apreciar en la Figura 12, que los picos mas elevados se muestran en los meses de febrero a marzo y en los meses de marzo a abril, meses donde los 4 factores principales del clima son altas, ejerciendo un clima adecuado para la proliferación de estas enfermedades.

Para ello podemos decir que es muy fundamental conocer estos factores del medio climático sean favorables, el cual esta directamente relacionado con la permanencia e infección de las enfermedades que puedan afectar a un determinado cultivo, para ello se considera una alta humedad relativa de 80%, altas precipitaciones y hora de brillo solar mas cortos, tal como lo manifiesta HERNÁNDEZ *et al.*, (1990).

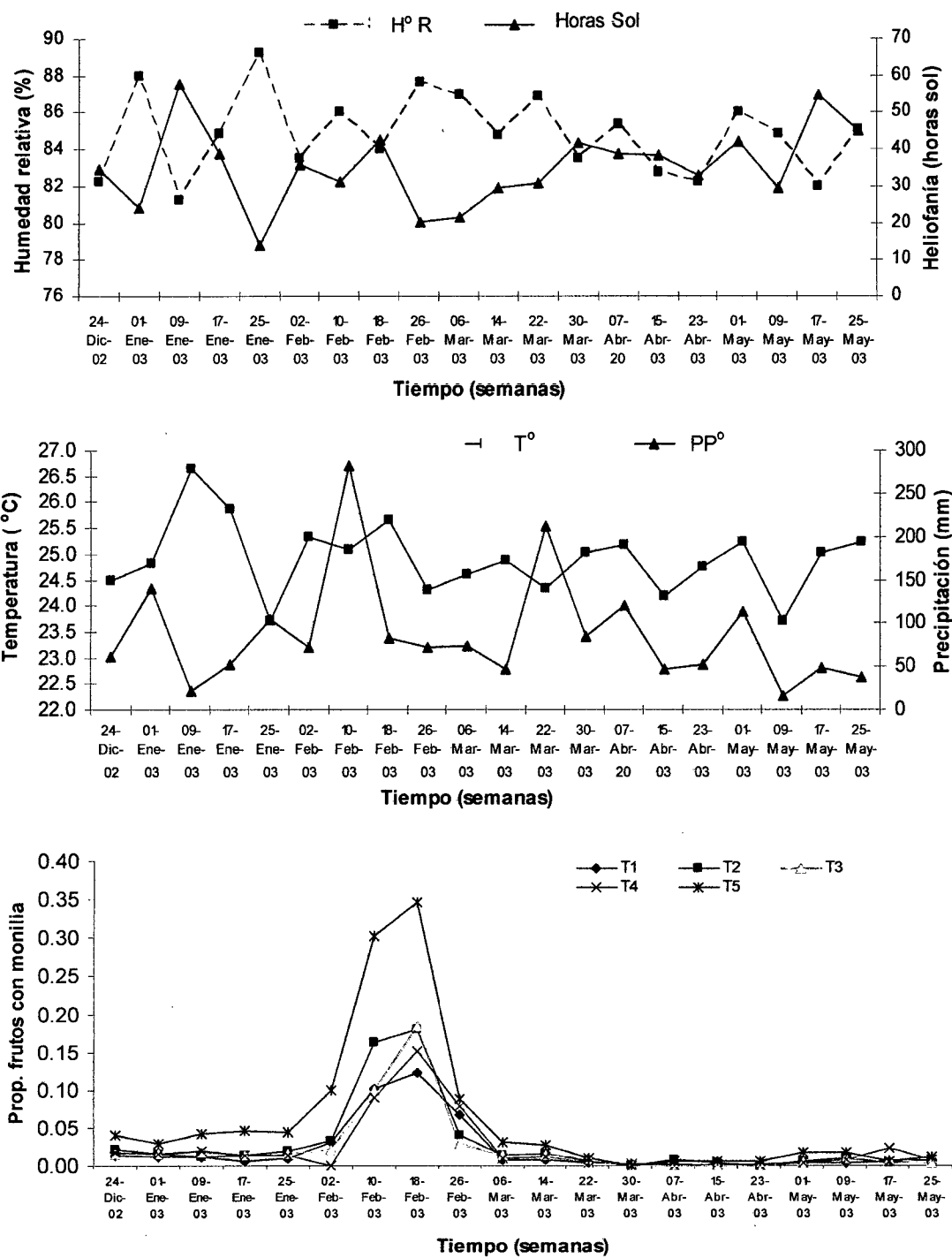


Figura 11. Comportamiento de progreso de la enfermedad en frutos cosechados de cacao causados por *Moniliophthora roreri* y su relación con parámetros meteorológicos. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003)

Considerando desde este punto de vista con relación a los factores principales del clima se puede observar que las aplicaciones realizadas a inicio del mes de diciembre hasta el mes de mayo, considerando los 3 primeros meses se realiza dos aplicaciones por meses y uno en los demás meses, tal vez sea la razón donde la proporción de frutos con "moniliasis" en un inicio se muere lenta la cual va elevándose hasta formar los picos mas elevados de los frutos enfermos manteniéndose constante durante los posteriores meses.

Asimismo se puede apreciar en la Figura 12, con relación a otras enfermedades, a las aplicaciones de los tratamientos realizadas mantienen en cierto modo una curva casi constante ya que el hongo antagónico va actuar de manera lenta en el campo, para poder controlar en forma pausada y a largo plazo, cuando las condiciones del medio les sean favorables para poder seguir permaneciendo en un habitat adecuado durante la formación de los frutos y pueda estar actuando en forma preventiva para que no afecten a la producción de las enfermedades que afectan al cultivo de cacao en principal a "moniliasis".

Si bien es cierto que a nivel de frutos se observa las diferentes etapas o fases en el cuyas se inicia con la esporulación, con la presencia de los signos en mayor y menor grado, con la cual se puede diseminar y esporular con facilidad en épocas de alta humedad (>80%), temperatura (25 – 30°C) y precipitaciones favorece la actividad del patógeno el cual es coincidente con las fases de floración y fructificación de la planta generando altas tasas de infección, tal como lo manifiesta SOBERANIS (1999) y ARANZAZU (1992).

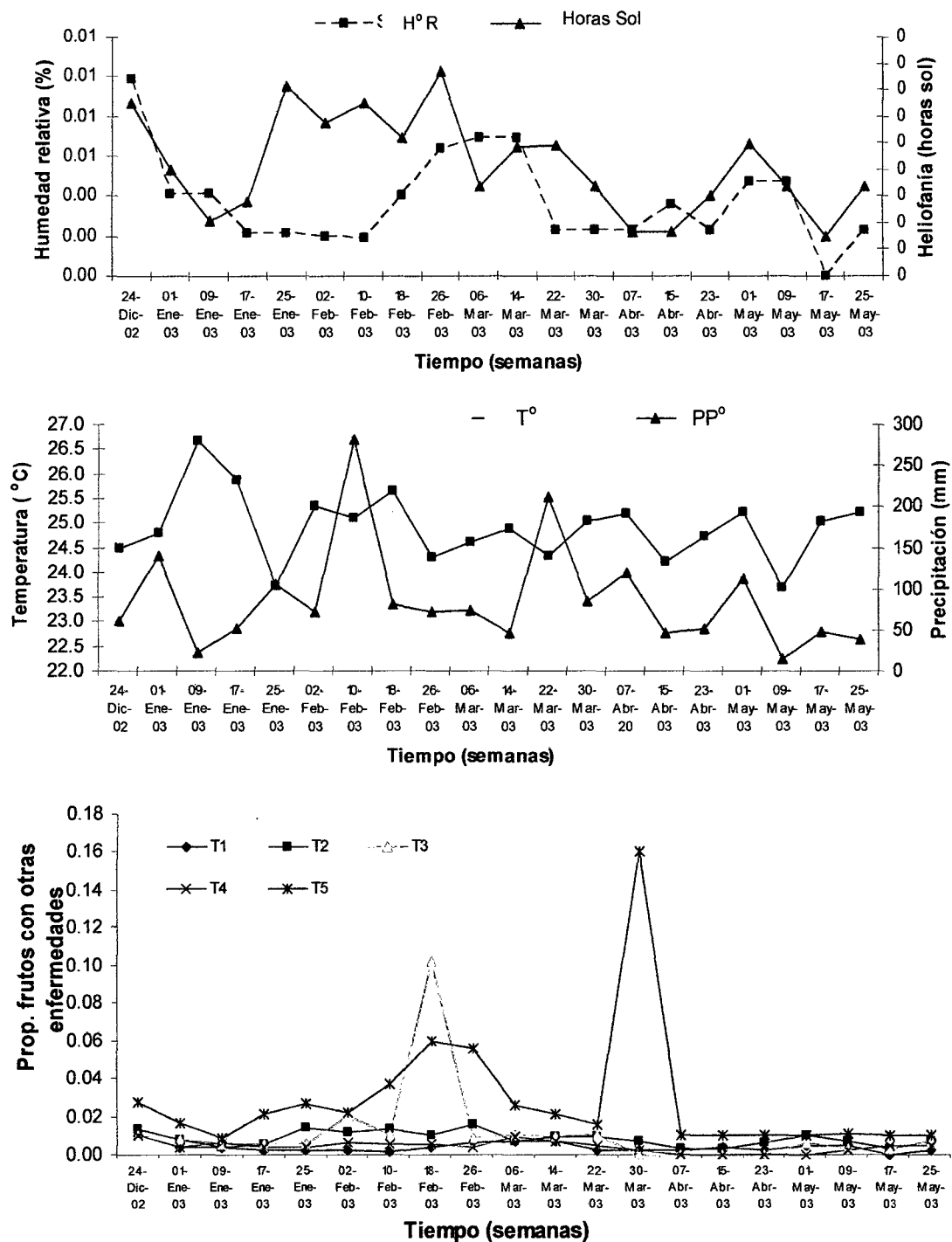


Figura 12. Comportamiento del progreso de la enfermedad en frutos cosechados de cacao causados por otras enfermedades y su relación con parámetros meteorológicos. Tingo María (Noviembre 2002 – Mayo 2003)

4.2.3 De la producción

En el Cuadro 14 se muestra el resumen del análisis de variancia para los parámetros número de frutos totales, frutos enfermos con monilia y otras enfermedades que se presentan en el cultivo de cacao; se observa que existe diferencias significativas tanto en los bloques y tratamientos, teniendo como excepción los frutos con otras enfermedades, el cual no presenta significancia alguna a nivel de bloques respectivamente así mismo presenta excelente grado de homogenidad.

El Cuadro 7, muestra la prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$), para el número de frutos cosechados totales, frutos sanos y enfermos, con monilia y otras enfermedades; en cuanto al número de frutos sanos muestra significancia estadística entre los tratamientos alcanzando un mayor número de frutos, en el T₁ (*Trichoderma harzianum* + *Moniliophthora roreri*) con 420 y T₄ (*Trichoderma harzianum*) con 418 sobre los tratamientos T₃, T₅ y T₂ (301, 299 y 296 respectivamente).

En cuanto al número de frutos enfermos totales e infectados por moniliasis no presenta diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero si numéricamente existe diferencia en los tratamientos T₃ (Mezcla) 168 frutos; T₅ (Testigo) 181 y T₁ (*T. harzianum* + *M. roreri*) 185 sobre los T₂ (*M. roreri* + *T. harzianum*) 208 y T₄ (*T. harzianum*) 197. presentando los tratamientos T₁ (*T. harzianum* + *M. roreri*) y T₄ (*T. harzianum*) mayor número de frutos enfermos a comparación con el tratamiento T₅ (testigo) esto puede deberse a una relación directa del mico parasitismo ya que a mayor número de frutos enfermos se encontró mayor numero de frutos sanos.

Esto pueda deberse a las aplicaciones de los tratamientos para lograr mayor número de frutos sanos. Considerándose que existió una protección de los frutos desde su formación los cuales actuaron como un escudo de protección para evitar la penetración de las hifas de parte de *M. roreri* por parte del hongo antagonista de *Trichoderma harzianum*.

Posiblemente esto se deba a que los campos estuvieron anteriormente abandonados y existía una buena incidencia de esta enfermedad, la cual produce una gran cantidad de conidias en la superficie de los frutos, infestando en cualquier estado de desarrollo del fruto (EVANS *et al*, 1978), asimismo la poda favoreció para que posteriormente esta enfermedad no siga esparciendo sus conidias y poder evitar que se propague dicha enfermedad, por otro lado los genotipo de los árboles pueden alcanzar resistencia a las enfermedades, considerando que las plantaciones donde se realizó el trabajo estaba constituido por una mezcla de híbridos y clones cuyos progenitores eran desconocidos, tal como manifiesta RIOS (2003). Si bien es cierto las aplicaciones de los controladores biológicos (*Trichoderma harzianum*), considerando que el hongo puede ser diseminado por toda la plantación y colonizar el suelo, proliferando mejor cuando hay presencia de raíces sanas en abundancia, pudiendo llegar a ganar espacio a *Moniliophthora roreri* como lo manifiesta MAZZA (2000).

Cuadro 7. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el número de frutos cosechados totales, frutos sanos, frutos enfermos totales, con “moniliasis” y otras enfermedades. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Clave | Tratamientos | Frutos totales (S + E) | Totales sanos (S) | Totales enfermos (E) | Frutos con monilia | Frutos con otras enfermedades |
|----------------|--------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| T ₁ | (T + M) | 630 a | 420 a | 210 a | 185 a | 25 a |
| T ₂ | (M + T) | 550 b | 296 b | 254 b | 208 a | 46 b |
| T ₃ | Mezcla | 506 b | 301 b | 205 a | 168 a | 37 b |
| T ₄ | (T) | 648 a | 418 a | 230 b | 197 a | 33 b |
| T ₅ | Testigo | 565 b | 299 b | 266 b | 181 a | 85 c |

Tratamientos unidos en columnas con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.

T = *Trichoderma harzianum* (TH)

M = *Moniliophthora roreri*

4.2.4 Producción de almendra húmeda y seca del cacao

En el Cuadro 16 se observa claramente el resumen del análisis de variancia del peso de almendra húmeda y seca, donde se observa que existe diferencia estadística significativa; así como para los bloques y tratamientos, teniendo como excepción almendras secas, el cual no presenta significancia alguna a nivel de bloques respectivamente así mismo presenta excelente grado de homogeneidad.

En el Cuadro 8, se muestran los pesos promedios expresados en peso de almendra húmeda (kg/ha) y almendra seca (kg/parcela y kg/ha) obtenidas de los frutos sanos y enfermos.

En relación al peso de almendra sana húmeda y enferma, muestra que el tratamiento T₁ (*Trichoderma harzianum* + *Moniliophthora roreri*) y T₄ (*Trichoderma harzianum*), obtuvieron el mayor peso de almendras húmedas sanas con 45.53 kg y 45.32 kg por parcela, como se muestra en la Figura 13, se presenta mayor rendimiento de almendras secas por hectárea la cual se obtuvo en T₁ (711.41 kg/ha) y T₄ (708.13 kg/ha), las mismas que difieren estadísticamente y numéricamente frente a los demás tratamientos, mostrándose con mayor claridad en la Figura 14. Mientras que para el tratamiento T₂ obtuvo el menor rendimiento de almendra seca (501.41 kg/ha), debido a que presentó un mayor peso de almendra húmeda enferma, reduciendo notablemente el peso de almendras secas por hectárea.

En tal sentido se puede manifestar que el efecto de monilia y las otras enfermedades influyen directamente en el rendimiento final de la producción de cacao, considerándose a aquellos tratamientos en donde fueron

aplicados en prioridad el hongo antagónico favoreció a que pueda dar buenos resultados, ya que de una u otra forma ayudó a prevenir la infección total de estas enfermedades actuando como escudo protector de los frutos y evitar ser contaminado, generen almendras dañadas y disminuyan el rendimiento final, tal como lo menciona RIOS (2003).

Así mismo se puede dar explicación que a parte de estar influenciado por los tratamientos, esta en función del número de frutos producidos, a la vez esta producción varia acentuadamente por la constitución de carga genética. Por otro lado dicha expresión puede manifestarse en el índice de mazorca (IM), que viene a ser el número de mazorcas necesarias para obtener 1 kg de almendra de cacao seco, siendo un factor e indicador muy valioso del potencial de rendimiento de los cultivares de cacao tal como lo manifiesta GARCIA (2001).

Así mismo se ve claramente en la Figura 14 que existe una mayor producción de almendras secas sanas en todos los tratamientos, como se puede considerar a aquellos tratamientos con aplicaciones de *Trichoderma* es razonable y a aquellos en donde no se les aplicó la explicación se deba quizás como se hizo mención anteriormente sobre el rendimiento del cacao.

Cuadro 08. Peso promedio de almendras de cacao en estado húmedo y seco por efecto de la aplicación de los tratamientos.

Tingo María (Noviembre 2002 – Mayo 2003)

| Clave | Tratamientos | Almendra húmeda (kg/parcela) | | | Almendra sana seca | |
|----------------|--------------|------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|
| | | Total (S + E) | Total sanos (S) | Total enfermos (E) | kg/parcela | kg/ha |
| T ₁ | (T + M) | 68.41 b | 45.53 a | 22.87 a | 18.21 a | 711.41 a |
| T ₂ | (M + T) | 59.62 b | 32.08 b | 27.54 a | 12.84 b | 501.41 b |
| T ₃ | Mezcla | 54.86 b | 32.63 b | 22.22 a | 13.05 b | 509.84 b |
| T ₄ | (T) | 70.36 a | 45.32 a | 25.04 a | 18.13 a | 708.13 a |
| T ₅ | Testigo | 61.25 b | 32.41 b | 28.84 a | 12.96 b | 506.41 b |

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

S = Frutos sanos

E = Frutos enfermos

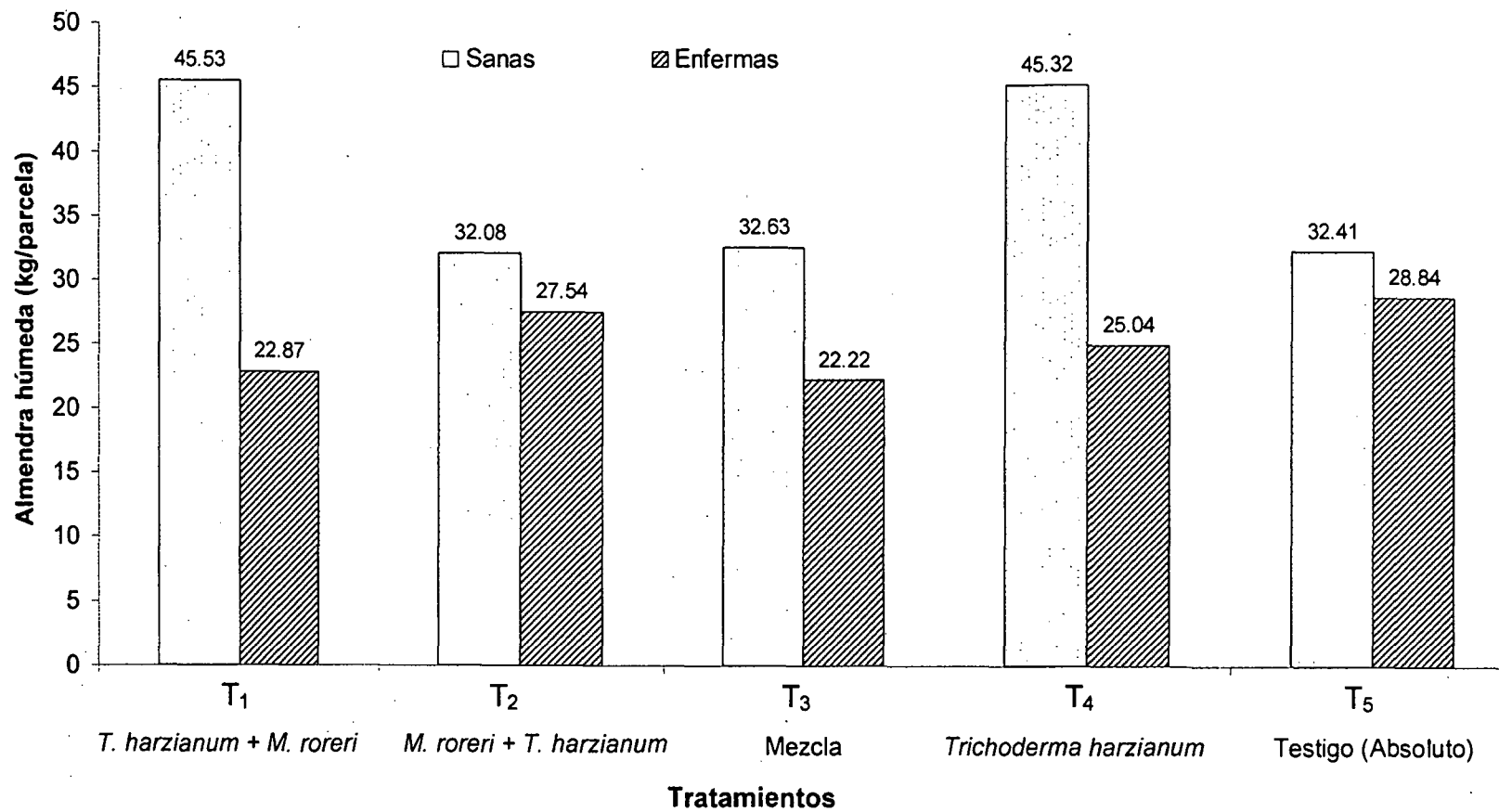


Figura 13. Peso promedio de almendra húmeda sana y enferma de cacao por parcela por efecto de los tratamientos en estudio. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

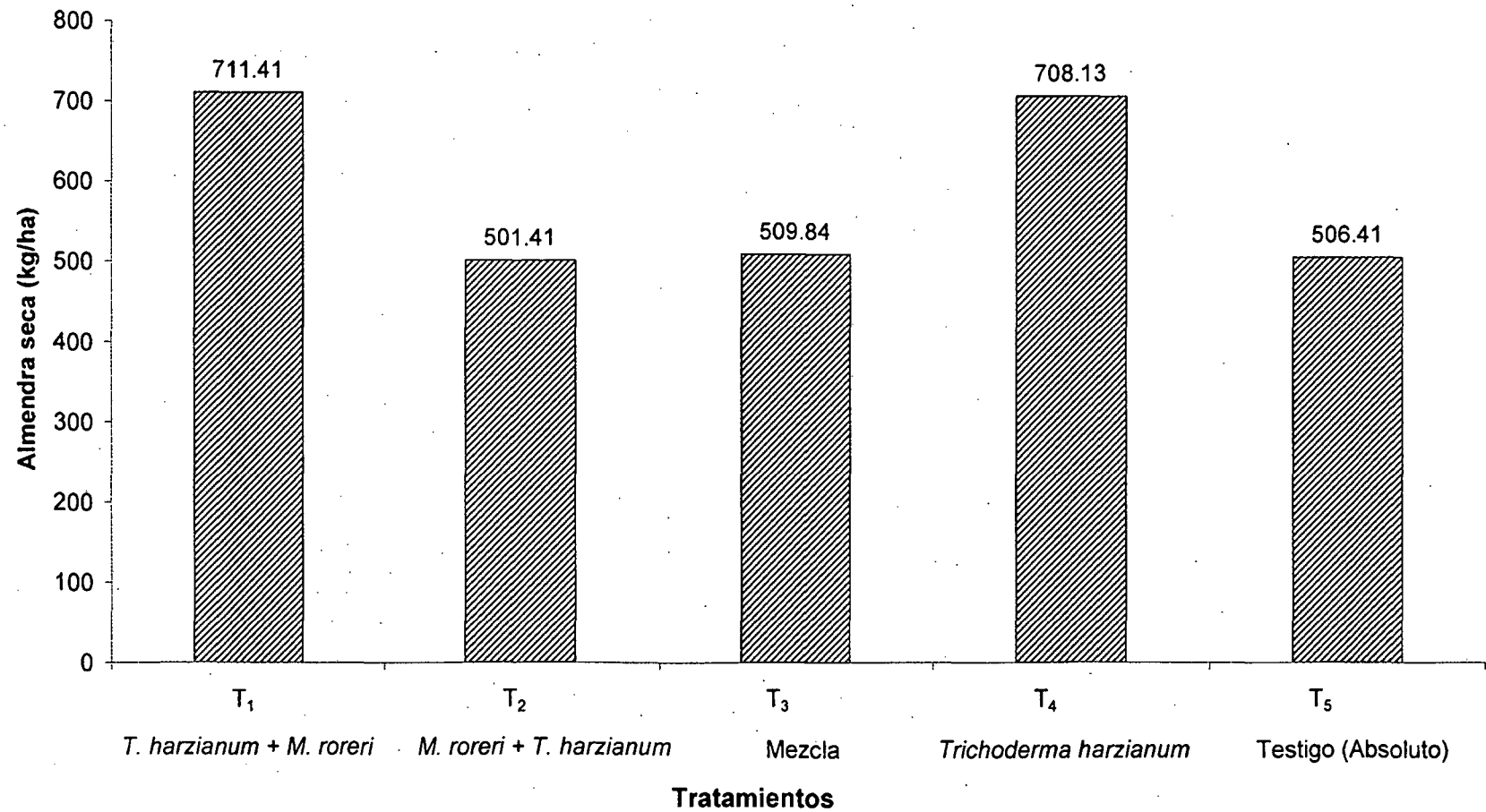


Figura 14. Almendra seca de cacao por efecto de los tratamientos en estudio. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

4.2.5 Análisis de tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE) de cacao

En el Cuadro 17 del anexo, se muestra el resumen de análisis de variancia para los parámetros de la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad total (ADCPE), mostrándose diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$) en la tasa de infección tanto por los tratamiento y bloques; mientras que para el ADCPE, muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y no existe diferencias estadísticas entre bloques.

En el Cuadro 9, se muestra que para la tasa de infección no hay diferencias estadísticas significativas pero numéricamente si los hay, siendo menores las intensidades de infección de los tratamientos T₁ (*Trichoderma harzianum* + *Moniliophthora roren*) y T₄ (*Trichoderma harzianum*), con 0.7158 (0.0123) y 0.7161 (0.0128) respectivamente, en relación a los demás tratamientos. Para la curva de progreso (ADCPE), se muestra diferencias estadísticas y numéricas de los tratamientos en relación al T₅ (testigo), considerándose mayor su ADCPE (8.3600(69.390)); asimismo son menores los tratamientos T₁ y T₄ con 6.0630(36.265) y 6.3245 (39.499) respectivamente, considerándose por lo tanto que tuvieron un mejor efecto de control de las enfermedades del cultivo, consolidando lo mostrado en las anteriores pruebas realizadas sobre el control de dichas enfermedades por parte de *Trichoderma harzianum*, mostrando así su eficiencia en la prevención de monilia y otras enfermedades, tal como lo manifiesta RIOS (2003).

Cuadro 9. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) de la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad total (ADCPE) de “moniliasis” y otras enfermedades. Tingo María (Noviembre 2002 – Mayo 2003).

| Clave | Tratamiento | Tasa de infección 1/ | ADCPET 1/ |
|----------------|--|----------------------|-------------------|
| T ₁ | <i>T. harzianum</i> + <i>M. roleri</i> | 0.7158 (0.0123) a | 6.0630 (36.265) b |
| T ₂ | <i>M. roleri</i> + <i>T. harzianum</i> | 0.7169 (0.0140) a | 6.9498 (47.800) b |
| T ₃ | Mezcla | 0.7169 (0.0139) a | 6.5734 (42.710) b |
| T ₄ | <i>T. Harzianum</i> | 0.7161 (0.0128) a | 6.3245 (39.499) b |
| T ₅ | Testigo | 0.7206 (0.0193) a | 8.3600 (69.390) a |

1/ = Promedios transformados $\sqrt{x + 0.5}$

(Valor) = Datos originales

En cada columna los productos seguidos de la misma letra no difieren entre si

En el Cuadro 18 del anexo, se muestra el resumen de análisis de variancia para los parámetros de la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de monilia (ADCPE), mostrándose diferencias estadísticas no significativas ($\alpha = 0.05$) en la tasa de infección tanto para los tratamientos y para los bloques; mientras que para el ADCPE, muestra diferencias estadísticas no significativas entre tratamientos y existe diferencias estadísticas entre bloques.

En el Cuadro 10, se observa que la tasa de infección para monilia que no existe diferencias estadísticas, pero si numéricamente entre el T₁, con 0.7136 sobre el T₅ (testigo) que obtuvo el valor mas elevado con 0.7160; de la misma forma que se muestra para el progreso de la enfermedad ADCPE que los mismos tratamientos muestran valores bajos no existiendo diferencias estadísticas significativas, pero si numéricamente entre T₁ con 5.666, sobre el testigo (T₅) es mas elevado presentando un valor de 7.378, hecho que hace confirmar que de acuerdo a estos valores determinados *Trichoderma harzianum* esta controlando de una u otra forma el efecto de "moniliasis" por su mecanismo de micoparásito, generando metabolitos para producir lisis celular e inhibición del hospedante como lo manifiesta MONT (1993), en los frutos de cacao, mostrando al (T₅) Testigo con valores elevados aun mas constatando la eficacia con la aplicación del hongo antagonista confirmando lo manifestado por RIOS (2003).

Cuadro 10. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) de la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) de *Moniliophthora roreri*. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Clave | Tratamiento | Tasa de infección ^{1/} | ADCPET ^{1/} |
|----------------|--|---------------------------------|----------------------|
| T ₁ | <i>T. harzianum</i> + <i>M. roreri</i> | 0.7077 (0.0009) a | 5.666 (31.610) a |
| T ₂ | <i>M. roreri</i> + <i>T. harzianum</i> | 0.7140 (0.0098) a | 6.234 (38.370) a |
| T ₃ | Mezcla | 0.7139 (0.0096) a | 5.928 (34.640) a |
| T ₄ | <i>T. Harzianum</i> | 0.7136 (0.0093) a | 5.839 (33.590) a |
| T ₅ | Testigo | 0.7160 (0.0130) a | 7.378 (53.940) b |

1/ = Para la prueba de Duncan los promedios fueron transformados a $\sqrt{x + 0.5}$

(Valor) = Datos originales

En cada columna los productos seguidos de la misma letra no difieren entre si.

En el Cuadro 19 del Anexo, se presenta el resumen del análisis de variancia para los parámetros de la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de otras enfermedades (ADCPE), mostrándose diferencias estadísticas significativas ($\alpha = 0.05$) en la tasa de infección tanto por los tratamiento y bloques; mientras que para el ADCPE, muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y bloques.

En el Cuadro 11, se puede observar la tasa de infección para otras enfermedades en la que no hay diferencias estadísticas entre tratamientos, pero numéricamente si difieren entre si donde los tratamientos T₁ presenta 0.7090 y el T₄ con 0.7100 de su tasa de infección mas bajos en comparación con el Testigo (T₅) que obtuvo 0.7142 y los demás tratamientos, de la misma sucede para la curva de progreso de estas enfermedad mostrando diferencias estadísticas y numéricas de los T₁ presenta 2.2670 y el T₄ con 2.5318, frente a los demás tratamientos , de la misma forma el tratamiento testigo (T₅) muestra un valor mucho mas elevado 3.9937, razón por la cual se confirma el buen trabajo del hongo antagónico en la proliferación de las diversas enfermedades que causan daño al cultivo en general. Si bien es cierto que *Trichoderma harzianum* consume a otros hongos, materia orgánica y nutrientes secretados por las raíces es fácilmente adaptable al cultivo de cacao, en el cual no se emplean pesticidas, sabiendo que son muy susceptibles a ellos tal como lo afirman GEOCITES (2000) y LORITO y HARMAN (1993)

Cuadro 11. Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) de la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) de otras enfermedades. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Clave | Tratamiento | Tasa de infección ^{1/} | ADCPET ^{1/} |
|----------------|--|---------------------------------|----------------------|
| T ₁ | <i>T. harzianum</i> + <i>M. roreri</i> | 0.7090 (0.0030) a | 2.2670 (4.653) a |
| T ₂ | <i>M. roreri</i> + <i>T. harzianum</i> | 0.7110 (0.0056) a | 3.1464 (9.400) a |
| T ₃ | Mezcla | 0.7103 (0.0046) a | 2.9257 (8.060) a |
| T ₄ | <i>T. Harzianum</i> | 0.7100 (0.0041) a | 2.5318 (5.910) a |
| T ₅ | Testigo | 0.7142 (0.0102) a | 3.9937 (15.450) b |

1/ = Para la prueba de Duncan los promedios fueron transformados a $\sqrt{x + 0.5}$

(Valor) = Datos originales

En cada columna los productos seguidos de la misma letra no difieren entre si.

Por otro lado se observa en las Figuras 15 y 16, como se comporta la curva de progreso tanto para *Moniliophthora roreri* y para las otras enfermedades, mostrándose claramente y confirmando a los datos estimados en la tasa de infección y el ADCPE, afirman que el *Trichoderma harzianum* esta brindando protección de control a los frutos de cacao. Así vemos en las Figuras en sus primeros días muestran una infección notable de las enfermedades, es decir están mostrándose muy severos en el campo para que posteriormente casi a los 60 días se muestre una curva estable y equilibrada es decir uniforme, así como lo menciona ARANZAZU (1992), estos resultados acelerar que de una u otra manera el control de la "moniliasis" ejerció mayor efecto con el control del antagonista, pudiendo ser influenciado por el manejo del mantenimiento que se daba a las plantaciones que también actúa de manera indirecta y a sus características genéticas, como lo manifiesta RIOS (2003).

En relación a la linearización de las curvas de progreso el sistema de Gompit donde $Y = -\ln(-\ln(y))$, considerado el mas adecuado para estos tipos de trabajos realizados a nivel de campo, siendo el que mayor ajuste se dio para las curvas de progreso de monilia y otras enfermedades, mostrando claramente que el T₅ (testigo) en ambos caso presentan la curva mas elevada, razón mas aun explicable de poder afirmar que *Trichoderma* esta actuando en el control de las enfermedades presentes en el cultivo de cacao.

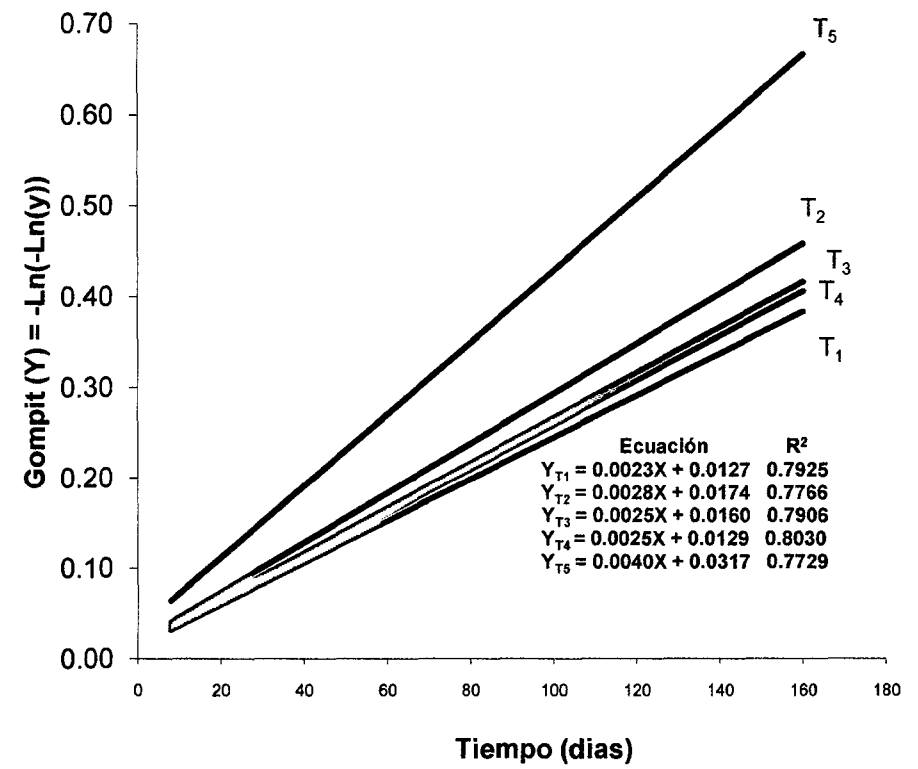
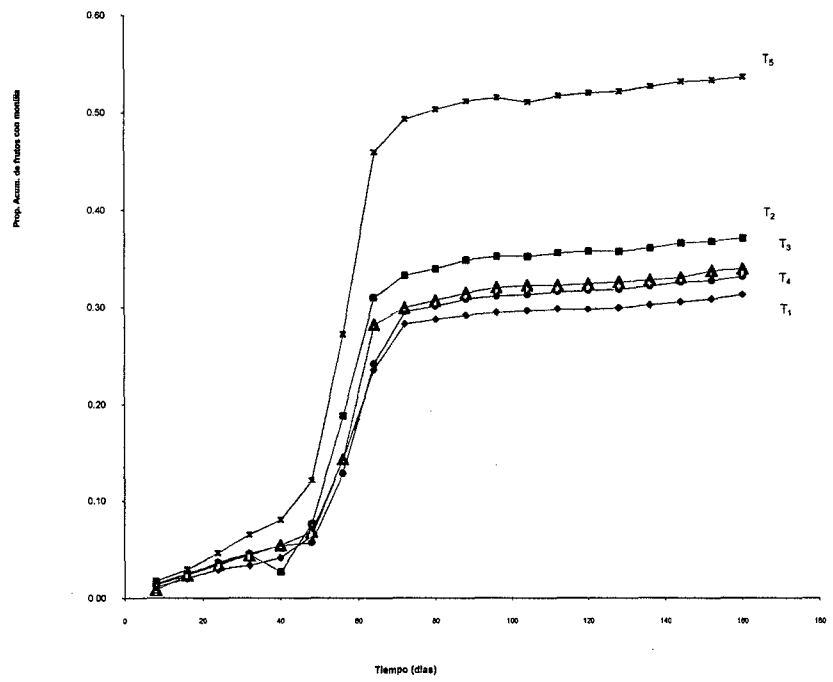


Figura 15. Curva de progreso de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) sobre frutos de cacao y linealización de las curvas por transformación Gompit. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

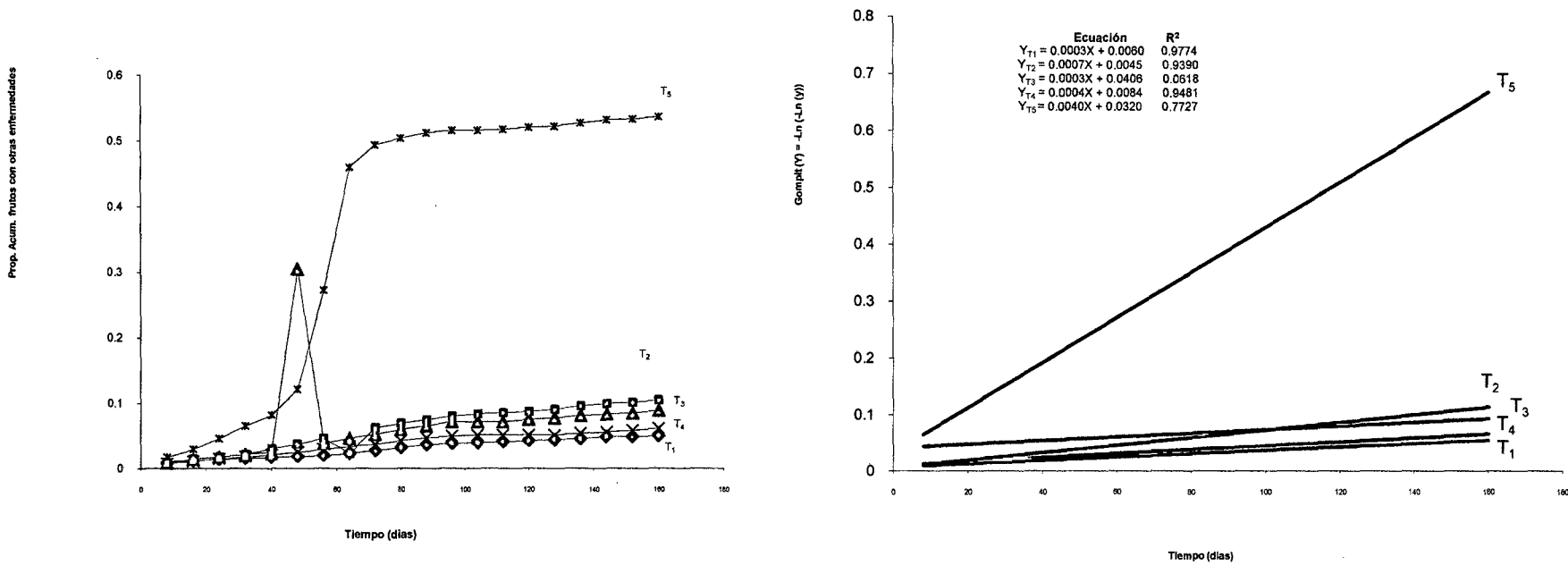


Figura 16. Curva de progreso de otras enfermedades sobre frutos de cacao y linearización de las curvas por transformación Gompit. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

4.2.6 Costo de producción de *Trichoderma harzianum* y análisis económico de los tratamientos en estudio

En el Cuadro 12, se muestra el análisis económico para cada uno de los tratamientos empleados para el control preventivo de las enfermedades fungosas del cultivo de cacao, observándose que los tratamientos T₁ y T₄ son significativos numéricamente, constituyéndose un fuerte potencial de control de las principales enfermedades, alcanzando los costos de producción un tanto elevados para su utilización de los controladores biológicos en comparación con aquellos tratamientos en los cuales no se empleó el *Trichoderma harzianum*, sobre todo el tratamiento T₅ (testigo) que son bajos sus costos de producción en comparación a los demás tratamientos.

Razón que creo es justificable o compensa con el elevado beneficio/costo (B/C) que generan a la larga ya que incrementa su producción y este gasto compensa con la utilidad que nos deja en la producción ya que vamos a obtener almendras secas sanas sin problemas de las enfermedades fungosas que afectan al cultivo de cacao. Donde el tratamiento T₁ (2.70) y T₄ (2.68) al igual que el T₅ (testigo (2.13)) muestran su elevado beneficio/costo, en comparación con los demás tratamientos, hay que resaltar en relación al testigo su elevado B/C es debido a que no se empleó los insumos del control biológico, pero su rendimiento es mucho menor a los demás tratamientos explicación que creo es justa para decir que los demás tratamientos fueron superiores a él, considerando aún más los tratamientos que se emplearon con *Trichoderma harzianum* en el control de las enfermedades de cacao.

Cuadro 12. Análisis económicos de los tratamientos en estudio en el control de *Moniliophthora roreri* en Tingo María (julio 2002 – mayo 2003).

| Clave | Tratamientos | Insumos ¹ | Mano de obra ² | Costo adicional (S/.) | | Costo de producción | Rdto. (kg/Ha) | Ingreso bruto ³ (S/.) | Utilidad (S/.) | B/C |
|----------------|--------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------|---------------|----------------------------------|----------------|------|
| | | | | Poda y deshiervo | Cosecha y remoción de frutos | | | | | |
| T ₁ | (T + M) | 312.00 | 160.00 | 292.00 | 420.00 | 1184.00 | 711.41 | 3201.34 | 2017.35 | 2.70 |
| T ₂ | (M + T) | 312.00 | 160.00 | 292.00 | 540.00 | 1304.00 | 501.41 | 2256.34 | 952.34 | 1.73 |
| T ₃ | Mezcla | 312.00 | 160.00 | 292.00 | 450.00 | 1214.00 | 509.84 | 2290.50 | 1076.50 | 1.89 |
| T ₄ | (T) | 312.00 | 160.00 | 292.00 | 425.00 | 1189.00 | 708.13 | 3186.59 | 1992.59 | 2.68 |
| T ₅ | Testigo | | | 292.00 | 780.00 | 1072.00 | 506.41 | 2278.84 | 1206.84 | 2.13 |

1. Costo de aplicación de *Trichoderma* = S/ 13.00/kg x 3 kg/Ha x 8 aplicaciones = S/ 312.00

2. Costo de aplicación (mano de obra) = 2 jornales/aplicación/Ha x 8 aplicaciones x S/ 10.00 = S/ 160.00

3. Costo de 1 kg de grano seco de cacao = S/ 4.50

T = *Trichoderma harzianum*.

M = *Moniliophthora roreri*

V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la fase de laboratorio y campo, se llegaron a las conclusiones siguientes:

1. De las 8 cepas de *Trichoderma*, el T₂ (*Trichoderma harzianum*) y T₁ (*Trichoderma 29/AH*), obtuvieron el mejor crecimiento mico parasítico con 80.00 mm y 65.00 mm respectivamente, 15 días después de evaluación.
2. El T₂ (*Trichoderma harzianum*), fue seleccionado para la fase de campo por presentar la mayor tasa de crecimiento micoparasitico sobre placas precolonizadas con *M.roreri*.
3. Los T₁ (*Trichoderma harzianum* + *Moniliophthora roreri*) y T₄ (*Trichoderma harzianum*) obtuvieron los menores porcentajes de incidencia de frutos enfermos con 33.44% y 35.59%, en relación a los demás tratamientos. Sin embargo, en el ADCPE no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos excepto al T₅ (testigo).
4. La mayor incidencia de enfermedades en frutos es causado por *M. roreri*; sin embargo el efecto de control de esta enfermedad con antagonistas en algunos casos son erráticos por la alta variabilidad genética de las plantas de cacao que conforman los tratamientos y así mismo al manejo técnico de las plantaciones.
5. Para la producción de almendra seca proveniente de frutos por hectárea son obtenidos en los tratamientos T₁ (*T. harzianum* + *Moniliophthora roreri*)

y T₄ (*Trichoderma harzianum*) con 711.41 y 708.13 kg/ha. Estas diferencias en productividad están más relacionadas con el potencial genético de las plantas y menos por el efecto de los tratamientos.

6. Todos los tratamientos tienen una relación costo beneficio (C/B) mayor a uno, siendo los T₁ (B/C = 2.70) y T₄ (B/C = 2.68) los de mayor índice; pero el diferencial respecto al testigo (T₅) es de solo 0.6.

VI. RECOMENDACIONES

1. Repetir los ensayos de campo en plantaciones que tengan uniformidad genética y manejada con una tecnología intermedia.
2. Realizar la aplicación de los antagonistas en plantaciones con polinización asistida y natural.
3. Realizar estudios considerando otros parámetros a evaluar como realizar aplicaciones desde la floración hasta el final de la cosecha, con el objeto de obtener un mejor efecto antagónico y así obtener mayor formación de frutos.
4. Difundir el uso potencial de hongos antagonista como agentes de control biológico de la moniliasis y otras enfermedades en el cultivo de cacao.

VII. RESUMEN

El experimento se realizó en Tingo María, comprendiendo en dos fases, una de Laboratorio y otra de campo, de agosto del 2002 – mayo del 2003; con la finalidad de determinar el antagonismo de ocho especies de *Trichoderma spp*, en el control de “moniliasis” del cacao, determinar el control preventivo de “moniliasis” del cacao con el hongo antagonista de mejor control a nivel de Laboratorio en condiciones de campo y determinar el análisis de rentabilidad del uso de hongos antagonistas en el control biológico. Se empleo el diseño experimental completamente al azar (DCA) en la fase de laboratorio con 8 tratamientos y 5 repeticiones y para la fase de campo se empleo el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos, 3 bloques y 90 plantas evaluadas; para ambos casos se empleo la prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$).

Los resultados obtenidos en la primera fase de Laboratorio sobre el antagonismo de las ocho especies de *Trichoderma spp*, se obtuvo que el hongo antagonista de mayor adaptación y agresividad contra monilia es la cepa TH con un crecimiento de 80.00 mm, seguido de los tratamientos cepa AH29 con 65.00 mm, cepa TR4 con 40.00 mm, cepa B1M con 10.00 mm y la cepa AH35; cepa AH17; cepa N1M; cepa AH11 con 5.00 mm respectivamente. Mientras que en la segunda fase a nivel de campo empleándose el tratamiento *T. harzianum* el de mejor resultado en la primera fase, para el efecto de la polinización artificial se obtuvo un buen prendimiento de flores alcanzando el 65% aproximadamente en las tres zonas.

En relación a los mejores resultados de rendimiento y mejor cosecha se obtuvieron en la producción que el tratamiento *T. harzianum* + *M. roleri* se obtuvo 420 frutos sanos y el tratamiento *T. harzianum* solo obtuvo 418 frutos sanos, mientras que para el, considerándose que en todos los tratamientos se obtuvieron un mayor número frutos sanos en relación a los enfermos, mientras que en la incidencia y comportamiento de enfermedades en frutos de cacao se tiene que en todos los tratamientos evaluados se obtuvieron un mayor número de frutos sanos, mayores en los tratamientos *T. harzianum* + *M. roleri* y *T. harzianum* solo (66.56% y 64.41% frutos), asimismo se obtuvieron una mayor incidencia de "moniliasis" en comparación a las otras enfermedades que afectan al cacao siendo los de mayor incidencia en los tratamientos *M. roleri* + *T. harzianum* y la mezcla (37.82 y 33.20 frutos con monilia); mientras que en la obtención de almendras secas por hectárea se obtuvieron con los tratamientos *T. harzianum* + *M. roleri* y *T. harzianum* solo (711.41 y 708.13 kg/ha); para el ADCPE de cada tratamiento muestra los menores valores en los tratamientos *T. harzianum* + *M. roleri* y *T. harzianum* solo (6.0630 y 6.3245) con relación a la tasa de infección de la curva de progreso de la enfermedad total, no mostrando diferencia estadísticas significativas con los demás tratamientos, obteniéndose efectos de control por la alta variabilidad genética y manejo técnico de las plantaciones.

Referente al costo de producción, todos los tratamientos tienen una relación costo beneficio (C/B) mayor a uno, siendo los tratamientos *T. harzianum* + *M. roleri* (B/C = 2.70) y *T. harzianum* solo (B/C = 2.68) los de mayor índice; pero el diferencial respecto al testigo es de solo 0.6.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ADRIAZOLA, A.J. 1988. El cultivo del cacao en el mundo. Curso nacional de cacao. Tingo María, Perú. 45 p.
2. ARANZAZU, F.H. 1992. Consultoría en fitopatología para el manejo de moniliasis del cacao. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA). Naciones Unidas, Perú. 46 p.
3. ARCIA, A.M. 1995. Uso de antagonistas en el control de fitopatógenos del suelo. In curso sobre control microbial de insectos, plagas y enfermedades en cultivos. UCLA Borquisimeto, Venezuela. 20 p.
4. BAUTISTA, L. y ACEVEDO R. 1993. Caracterización e identificación de dieciséis aislamientos de *Trichoderma spp.* Fitopatología Venezuela Vol. 6: Pp. 2 - 54.
5. BOLAR, J., NORELLI, J.L., WONG, K.W., HAYES, C.K., HARMAN, G.E., and ALDWINCKLE, H.S. 2000. Increased resistance to scab of endochitinase transgenic McIntosh apple lines. Phytopathology. Vol. 90: Pp. 72 - 77.
6. COOK, R.J. and K.F. BAKER, 1989. The mature and practice of biological control of plant pathogns. Appress the American phyto pathological society st. Paul minesota USA. 539 p.
7. COLETO, J.M. 1989. Crecimiento y desarrollo de las especies frutales. Mundi Prensa. Madrid, España. 140 p.

8. EVANS, H.C. 1981. Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora roreri* Kew, Surrey. England commonwealth mycological institute phytopathological papers N° 24. 24 p.
9. EVANS, H.C. *et al* 1978. On the taxonomy of (*Moniliophthora roreri*) an important pathogen of *Theobroma cacao* in south América canadian journal of botony Vol. 56 (20). Pp. 2528 – 2532.
10. EVANS, H.C.; HOLMES, K.A.; PHILLIPS, W. y WILHINSON, M.J. 2002. Whast in the name: Crinipellis, the final resting place for the frosty pod rot pathogen of cacao. Mycologist. USA. Vol. 16: Pp. 1 – 4.
11. FRENCH, E.R. 1982. Métodos de investigación fitopatología. IICA. San José. Costa Rica. 289 p.
12. GARCIA, C.L. 2001. Recursos genéticos y mejoramiento del cacao. Separata técnica. U.N.A.S. – Tingo María, Perú. 15 p.
13. GEOCITES, 2000. Hongos aéreos controlados por *Trichoderma* spp. [En línea]: Venezuela, ([http //www.geocites.com/ecologia/luz/trichoderma.html](http://www.geocites.com/ecologia/luz/trichoderma.html), documento 15 Dic. 2003).
14. GONZALES, S. 2003. El control biológico [En línea]: EE.UU, ([http //www.controlbiológico.com/monog.Trichoderma.htm](http://www.controlbiológico.com/monog.Trichoderma.htm), monografía, 30 Nov. 2003).
15. HERNANDEZ, T.T.; ARANZAZU, F.A.; AREVALO, E y RIOS, R.R. 1990. La “Moniliasis” del cacao en el Perú. Agrotropica. Brasil. V. 2: Pp. 56-58.
16. HOWELL, C.R., HANSON, L.E., STIPANOVIC, R.D., and PUCKHABER, L.S. 2000. Induction of terpenoid synthesis in cotton roots and control

- of *Rhizoctonia solani* by seed treatment with *Trichoderma virens*.
Phytopathology. Vol. 90: Pp. 248 - 252.
17. JARAMILLO, C.G. y F.AРАНZAZU. 1983. Investigaciones realizadas 1973 – 1982. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Colombia. 52 p.
 18. KRAUS, U. 1999. Pre – Scening of biocontrol agents in: Kraus, U. And H. Prakash, Workshop Manual research Methodology in biocontrol diseases of cocoa. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Pp. 55 – 61.
 19. LOAYZA, T.J. 1986. Ecofisiología del cacao. Resumen II Curso Nacional de cacao. UNAS, Tingo María, Perú. Pp. 9 - 10.
 20. LORITO, M. and HARMAN G.E. 1993. Chitimolytic en zymes produced by *Trichoderma harzianum*: antifungal activity of purified endochitimase and chitobiosidase. Phytopathology Vol. 83: Pp. 302 – 307.
 21. LORITO, M. and HAYES C.K. 1994. Purification, characterization and symergistic activity of a glucan 1, 3 (B - glucosaminidase) from *Trichoderma harzianum* phytopathology Vol. 84: Pp. 398 – 405.
 22. MAZZA, P. 2000. Antagonismo de *Trichoderma spp.* Patógenos vegetales. [En línea]: Chile, (<http://www.fitopatologia.d/trabajos/paginas/control.biologico.htm>), documento, 05 Ene. 2004.
 23. MONT, M.K. 1993. Principios del control de enfermedades de las plantas. Impreso en Lima, Perú. 285 p.
 24. PAUL, E. y F. CLARK, 1996. Suelo microbiology y bioquímico. Prensa académica. España. 134 p.
 25. PINEDO, C.J.C. 1984. Floración y fructificación del cacao (*Theobroma cacao*) Tesis. Ing. Agr. UNAS. Tingo María – Perú. 91 p.

26. RAM, A. y ARÉVALO G.E. 2004. El cultivo de cacao. [En línea]: Perú, (<http://www.ict.com.pe/elcacao.htm>, documento 20 Nov. 2004).
27. RAM, A. y AREVALO G.E. 1997. Manejo integrado para el control de la moniliasis del cacao en el Perú. AIDIA – GTZ. Lima, Perú. 45 p.
28. RIOS, R.R. 2003. Control de la principales enfermedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) con tres especies de *Trichoderma* y oxido cuproso. Tesis Ing. Agr. UNAS. Tingo María, Perú. 97 p.
29. SANCHEZ, A.G. 1996. Reacción de frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.) infección de *Moniliophthora roreri* (Cif & Park) Evans. Tingo María, Perú. 289 p.
30. SOBERANIS, R. W. 1999. Remoción de frutos enfermos para el control de la moniliasis y otras enfermedades del cacao en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. 130 p.
31. TREVEJOS, F.M. 1985. Influencia de sustratos en la polinización y rendimiento del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. 54 p.
32. VALDERRAMA, A. 1990. Evaluación de la eficiencia de fungicidas a base de cobre en el control de enfermedades en frutos de cacao. Tesis Ing. Agr. UNAS, Tingo María, Perú. 130 p.

IX. ANEXO

Cuadro 13. Resumen del análisis de variancia (ANVA) de las evaluaciones realizadas a nivel de laboratorio de la inoculación de *Trichoderma spp.* en *Moniliophthora roreri* . Tingo María 2002.

| Fuentes de variación | G. L | Cuadrados medios ^{1/} | | | | |
|----------------------|------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 1ra. Evaluación | 2da. Evaluación | 3ra. Evaluación | 4ta. Evaluación | 5ta. Evaluación |
| Tratamientos | 7 | 2.55 S | 8.98 S | 28.39 S | 38.40 S | 39.54 S |
| Error experimental | 32 | 0.27 | 0.53 | 1.89 | 1.97 | 1.73 |
| Total | 39 | | | | | |
| C.V (%) | | 18.0% | 21.5% | 33.5% | 32.0% | 29.8% |

1/ = Datos transformados en $\sqrt{x + 1}$

S = Diferencia significativa al 5% de probabilidad

Cuadro 14. Resumen del análisis de variancia (ANVA) para el número de frutos totales, frutos sanos, frutos enfermos totales, con monilia y otras enfermedades. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Fuentes de variación | G. L | Cuadrados medios | | | | |
|----------------------|------|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|
| | | Frutos totales (S + E) | Totales sanos (S) | Totales enfermos (E) | Frutos con monilia | Frutos con otras enfermedades |
| Tratamientos | 4 | 1177.39 S | 3441.76 S | 1931.22 S | 950.41 S | 185.99 S |
| Bloques | 2 | 232.18 S | 76.10 S | 51.30 S | 469.54 S | 6.65 N S |
| Error experimental | 8 | 6.83 | 4.24 | 2.96 | 48.15 | |
| Total | 14 | | | | | |
| C. V (%) | | 1.35% | 1.92% | 2.01% | 9.79% | 9.25% |

S = Diferencias significativas al nivel de 5% de probabilidad por prueba de Duncan.
 NS = Diferencias no significativas.

Cuadro 15. Resumen del análisis de variancia (ANVA) para el porcentaje de frutos enfermos totales, con monilia y otras enfermedades en cacao. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Fuentes de varación | G. L | Cuadrados medios | | | |
|------------------------|----------|---|----------------|---------|--------------------|
| | | Porcentaje de infección de frutos por parcela ^{1/} | | | |
| | | Total sanos | Total enfermos | Monilia | Otras enfermedades |
| Tratamiento | 4 | 68.08 S | 68.08 S | 3.16 S | 6.30 S |
| Bloque | 2 | 2.29 S | 1.92 S | 2.40 S | 2.38 S |
| Error experimental | 8 | 0.30 | 0.18 | 0.47 | 0.34 |
| Total | 14 | | | | |
| | C. V (%) | 2.97% | 2.82% | 5.58% | 22.25% |

1/ = Para el ANVA y prueba de significación los datos fueron tomados en porcentaje

S = Diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad

Cuadro 16 Resumen del análisis de variancia (ANVA) para el peso de almendra húmedo y seco de cacao. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| G. L | Cuadrados medios | | | | | |
|------|------------------|--------------------|-----------------------|---------------|------------|-------|
| | Almendra húmeda | | | Almendra seca | | |
| | Total (S + E) | Total sanas (S) | Total enfermos (E) | kg/parcela | kg/ha | |
| 4 | 17.34 S | 45.97 S | 19.29 S | 9.29 S | 11208.51 S | |
| 2 | 6.69 S | 4.10 S | 3.25 S | 0.18 NS | 45.62 S | |
| 8 | 0.72 | 1.27 | 0.46 | 0.04 | 11.70 | |
| 14 | | | | | | |
| | C. V (%) | 4.00% | 9.46% | 7.51% | 3.70% | 1.81% |

N = Diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad.

NS = Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro 17. Resumen del análisis de variancia (ANVA) de la tasa de progreso y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad total (ADCPET) de moniliasis y otras enfermedades. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Fuentes de variancia | G. L. | Cuadrados medios | |
|----------------------|-------|---------------------------------|----------------------|
| | | Tasa de infección ^{1/} | ADCPET ^{1/} |
| Tratamientos | 4 | 0.00048 S | 2.46000 S |
| Bloques | 2 | 0.00130 S | 0.16400 NS |
| Error experimental | 8 | 0.00088 | 0.34300 |
| Total | 14 | | |
| C. V (%) | | 3.82% | 8.50% |

1/ = Datos transformados $\sqrt{x + 0.5}$

S = Diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad.

NS = Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro 18. Resumen del análisis de variancia (ANVA) de la tasa de progreso y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPET) de *Moniliophthora roreri*. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Fuentes de variancia | G. L. | Cuadrados medios | |
|----------------------|-------|---------------------------------|----------------------|
| | | Tasa de infección ^{1/} | ADCPET ^{1/} |
| Tratamientos | 4 | 0.0026 NS | 1.3250 NS |
| Bloques | 2 | 0.0003 S | 0.3350 S |
| Error experimental | 8 | 0.0001 | 0.1660 |
| Total | 14 | | |
| C. V (%) | | 1.40% | 6.60% |

1/ = Datos transformados $\sqrt{x + 0.5}$

S = Diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad.

NS = Diferencias estadísticas no significativas

Cuadro 19. Resumen del análisis de variancia (ANVA) de la tasa de progreso y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) de otras enfermedades. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Fuentes de variancia | G. L. | Cuadrados medios | |
|-------------------------|----------|---------------------------------|----------------------|
| | | Tasa de infección ^{1/} | ADCPET ^{1/} |
| Tratamientos | 4 | 0.00045 S | 1.3210 S |
| Bloques | 2 | 0.00007 S | 0.0730 S |
| Error experimental | 8 | 0.00486 | 0.2600 |
| Total | 14 | | |
| | C. V (%) | 9.82% | 17.20% |

1/ = Datos transformados $\sqrt{x + 0.5}$

S = Diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad.

Cuadro 20. Tamaño de los frutos que fueron evaluados (frutos elegidos al azar en 3 plantaciones o bloques). Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Bloque | N° Planta | Días | | | |
|-----------------|----------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 8 | 30 | 60 | 64 |
| I | P ₁ | 9.00 mm | 3.21 cm | 7.70 cm | 8.90 cm |
| | P ₅ | 8.90 mm | 5.28 cm | 9.60 cm | 9.10 cm |
| | P ₃ | 9.10 mm | 4.17 cm | 8.80 cm | 9.00 cm |
| II | P ₂ | 8.50 mm | 5.00 cm | 8.30 cm | 8.90 cm |
| | P ₄ | 7.90 mm | 3.20 cm | 9.50 cm | 8.70 cm |
| | P ₁ | 9.10 mm | 4.00 cm | 7.90 cm | 9.10 cm |
| III | P ₃ | 9.00 mm | 3.40 cm | 8.50 cm | 9.10 cm |
| | P ₁ | 8.90 mm | 4.50 cm | 9.60 cm | 8.80 cm |
| | P ₅ | 8.90 mm | 3.90 cm | 8.70 cm | 7.90 cm |
| Promedio | | 8.81 mm | 4.07 cm | 8.73 cm | 8.83 cm |

Cuadro 21. Número de frutos totales obtenidos por plantas del tratamiento (T₁) de los tres bloques o zonas. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Tratamiento | N° plantas | Frutos totales | Frutos sanos | Frutos enfermos | Frutos con monilia | Frutos con otras enfermedades |
|----------------|------------|----------------|--------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|
| T ₁ | 1 | 43 | 27 | 16 | 10 | 2 |
| | 2 | 39 | 25 | 14 | 9 | 1 |
| | 3 | 35 | 20 | 15 | 15 | 0 |
| | 4 | 25 | 16 | 9 | 13 | 0 |
| | 5 | 49 | 30 | 19 | 16 | 2 |
| | 6 | 27 | 19 | 8 | 8 | 2 |
| | 7 | 41 | 32 | 9 | 10 | 1 |
| | 8 | 38 | 26 | 12 | 10 | 3 |
| | 9 | 31 | 17 | 14 | 7 | 3 |
| | 10 | 35 | 20 | 15 | 12 | 0 |
| | 11 | 29 | 18 | 11 | 8 | 1 |
| | 12 | 40 | 25 | 15 | 10 | 1 |
| | 13 | 36 | 32 | 4 | 9 | 0 |
| | 14 | 38 | 26 | 12 | 10 | 1 |
| | 15 | 27 | 25 | 2 | 10 | 2 |
| | 16 | 39 | 23 | 16 | 9 | 1 |
| | 17 | 32 | 21 | 12 | 9 | 4 |
| | 18 | 26 | 18 | 8 | 11 | 1 |
| Total | | 630 | 420 | 211 | 186 | 25 |

Cuadro 22. Número de frutos totales obtenidos por plantas del tratamiento (T₂) de los tres bloques o zonas. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Tratamiento | Nº plantas | Frutos totales | Frutos sanos | Frutos enfermos | Frutos con monilia | Frutos con otras enfermedades |
|----------------|------------|----------------|--------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|
| T ₂ | 1 | 33 | 20 | 13 | 10 | 3 |
| | 2 | 25 | 17 | 8 | 8 | 0 |
| | 3 | 36 | 19 | 17 | 14 | 3 |
| | 4 | 19 | 14 | 5 | 5 | 0 |
| | 5 | 45 | 20 | 25 | 20 | 5 |
| | 6 | 28 | 11 | 17 | 14 | 3 |
| | 7 | 29 | 20 | 9 | 8 | 1 |
| | 8 | 26 | 15 | 11 | 7 | 4 |
| | 9 | 33 | 16 | 17 | 15 | 2 |
| | 10 | 21 | 17 | 4 | 4 | 0 |
| | 11 | 32 | 18 | 14 | 13 | 1 |
| | 12 | 41 | 15 | 26 | 22 | 4 |
| | 13 | 30 | 17 | 13 | 8 | 5 |
| | 14 | 24 | 20 | 4 | 4 | 0 |
| | 15 | 37 | 15 | 22 | 16 | 6 |
| | 16 | 35 | 13 | 22 | 17 | 5 |
| | 17 | 29 | 15 | 14 | 10 | 4 |
| | 18 | 27 | 14 | 13 | 13 | 0 |
| Total | | 550 | 296 | 254 | 208 | 46 |

Cuadro 23. Número de frutos totales obtenidos por plantas del tratamiento (T₃) de los tres bloques o zonas. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Tratamiento | Nº plantas | Frutos totales | Frutos sanos | Frutos enfermos | Frutos con monilia | Frutos con otras enfermedades |
|----------------|------------|----------------|--------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|
| T ₃ | 1 | 26 | 17 | 9 | 7 | 2 |
| | 2 | 29 | 18 | 11 | 10 | 1 |
| | 3 | 18 | 13 | 5 | 4 | 1 |
| | 4 | 29 | 17 | 12 | 9 | 3 |
| | 5 | 35 | 19 | 16 | 14 | 2 |
| | 6 | 30 | 18 | 12 | 11 | 1 |
| | 7 | 25 | 13 | 12 | 8 | 4 |
| | 8 | 28 | 18 | 10 | 10 | 0 |
| | 9 | 20 | 14 | 6 | 4 | 2 |
| | 10 | 25 | 17 | 8 | 6 | 2 |
| | 11 | 31 | 25 | 6 | 6 | 0 |
| | 12 | 32 | 18 | 14 | 12 | 2 |
| | 13 | 29 | 18 | 11 | 9 | 2 |
| | 14 | 28 | 17 | 11 | 9 | 2 |
| | 15 | 19 | 10 | 9 | 6 | 2 |
| | 16 | 29 | 15 | 14 | 11 | 3 |
| | 17 | 35 | 18 | 17 | 14 | 3 |
| | 18 | 38 | 16 | 22 | 18 | 3 |
| Total | | 506 | 301 | 205 | 168 | 37 |

Cuadro 24. Número de frutos totales obtenidos por plantas del tratamiento (T₄) de los tres bloques o zonas. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Tratamiento | Nº plantas | Frutos totales | Frutos sanos | Frutos enfermos | Frutos con monilia | Frutos con otras enfermedades |
|----------------|------------|----------------|--------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|
| T ₄ | 1 | 39 | 25 | 14 | 10 | 4 |
| | 2 | 37 | 29 | 8 | 8 | 0 |
| | 3 | 47 | 25 | 22 | 21 | 0 |
| | 4 | 32 | 26 | 6 | 6 | 0 |
| | 5 | 37 | 24 | 13 | 11 | 3 |
| | 6 | 30 | 20 | 10 | 10 | 0 |
| | 7 | 37 | 25 | 12 | 12 | 0 |
| | 8 | 37 | 21 | 16 | 14 | 2 |
| | 9 | 40 | 29 | 11 | 10 | 1 |
| | 10 | 31 | 19 | 12 | 11 | 1 |
| | 11 | 31 | 26 | 6 | 6 | 0 |
| | 12 | 33 | 21 | 12 | 10 | 2 |
| | 13 | 42 | 20 | 22 | 18 | 3 |
| | 14 | 39 | 19 | 19 | 15 | 5 |
| | 15 | 37 | 19 | 18 | 16 | 2 |
| | 16 | 33 | 23 | 10 | 5 | 5 |
| | 17 | 35 | 21 | 14 | 9 | 5 |
| | 18 | 31 | 26 | 5 | 5 | 0 |
| Total | | 648 | 418 | 230 | 197 | 33 |

Cuadro 25. Número de frutos totales obtenidos por plantas del tratamiento (T₅) de los tres bloques o zonas. Tingo María (noviembre 2002 – mayo 2003).

| Tratamiento | Nº plantas | Frutos totales | Frutos sanos | Frutos enfermos | Frutos con monilia | Frutos con otras enfermedades |
|----------------|------------|----------------|--------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|
| T ₅ | 1 | 38 | 17 | 21 | 15 | 6 |
| | 2 | 25 | 15 | 10 | 9 | 1 |
| | 3 | 30 | 19 | 11 | 5 | 6 |
| | 4 | 35 | 20 | 15 | 9 | 6 |
| | 5 | 27 | 17 | 10 | 6 | 4 |
| | 6 | 30 | 14 | 16 | 10 | 6 |
| | 7 | 30 | 18 | 12 | 10 | 2 |
| | 8 | 25 | 16 | 9 | 9 | 0 |
| | 9 | 30 | 15 | 15 | 10 | 5 |
| | 10 | 39 | 18 | 21 | 15 | 6 |
| | 11 | 30 | 14 | 16 | 10 | 6 |
| | 12 | 31 | 16 | 15 | 12 | 3 |
| | 13 | 35 | 17 | 18 | 10 | 8 |
| | 14 | 30 | 17 | 13 | 12 | 1 |
| | 15 | 35 | 18 | 17 | 9 | 8 |
| | 16 | 36 | 19 | 17 | 10 | 7 |
| | 17 | 29 | 14 | 15 | 10 | 5 |
| | 18 | 30 | 15 | 15 | 10 | 5 |
| Total | | 565 | 299 | 266 | 181 | 85 |

Cuadro 26. Presupuesto para la producción de hongos antagonistas en sustrato de BIODAC

| | |
|---|------------------|
| 830 g de sustrato de BIODAC | S/. 1.50 |
| 160 mm agua destilada | 0.50 |
| 50 mm (melaza, levadura) | 1.00 |
| 01 bolsa de polietileno | 0.30 |
| 01 placa petri con el hongo antagonista | 2.00 |
| Mano de obra | 0.70 |
| Equipos y electricidad | 2.50 |
| TOTAL | S/. 8.50 |
| PRECIO (Venta al público) | S/. 13.00 |

Cuadro 27. Método de preparación empleado para el incremento y siembra del antagonista.

➤ **Pre - inóculo**

Se preparará de la siguiente manera:

- Añadir 30 ml de melaza a 1 L de agua y mezclar bien, luego agregar 5 g de levadura de cerveza y mover con una bagueta para homogenizar la mezcla, luego verter el líquido preparado en 4 frascos erlenmeyer a razón de 250 ml por frasco de 1 litro. Autoclavar por 30 minutos a 121°C y 15 lb de presión y dejar enfriar; autoclavar por segunda vez por 30 minutos a 121°C y 15 lb de presión, dejar enfriar.

- Inocular los frascos con un cuarto de placa petri con medio de cultivo, PDA (Papa - Dextrosa - Agar), que contiene el hongo. Poner los frascos en un agitador orbital y dejarlos en movimiento continuo a 150 rpm, por un período de 5 días, los frascos preparados se van monitoreando todo el tiempo para determinar las unidades formadoras de colonias (ufc). Para esto se toma 1 ml de cada frasco, se realizan diluciones hasta 10^{-6} , sembrando 0.2 ml de las diluciones en placas petri conteniendo medio de cultivo PDA. Si se observan contaminantes el frasco es descartado. Se trabajará con una concentración de 1×10^7 , donde se utilizará para sembrar las bolsas con biodac.

Continua

➤ **Siembra del inóculo en BIODAC (formulación)**

Se realizó de la siguiente manera:

- Se preparó el BIODAC poniéndolas en bolsa de polipropileno a razón de 850 g por bolsa.

- Preparar una solución de melaza mas levadura, igual que el pre-inóculo, utilizando por cada 1000 ml de agua destilada 30 ml de melaza y 5 g de levadura de cerveza. Agitar para mezclar bien.

- Se añadió 250 ml de esta preparación a las bolsas de BIODAC preparadas (para 30 bolsas se necesita preparar 7.5 litros); sellar las bolsas, mezclar bien sacudiendo las bolsas para mezclar el biodac con la solución, autoclavar las bolsas por una hora a 121a C y 15 libas de presión y dejar enfriar por un día.

- Autoclavar las bolsas por una segunda vez, por una hora a 121°C y 15 libras de presión.

- Dejar enfriar e inocular cada bolsa con 50 ml del pre-inóculo, incubar por 12 días a temperatura ambiente $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ período en que alcanza una concentración de 108 con/ml.



Figura 17. Incubación de *Trichoderma*

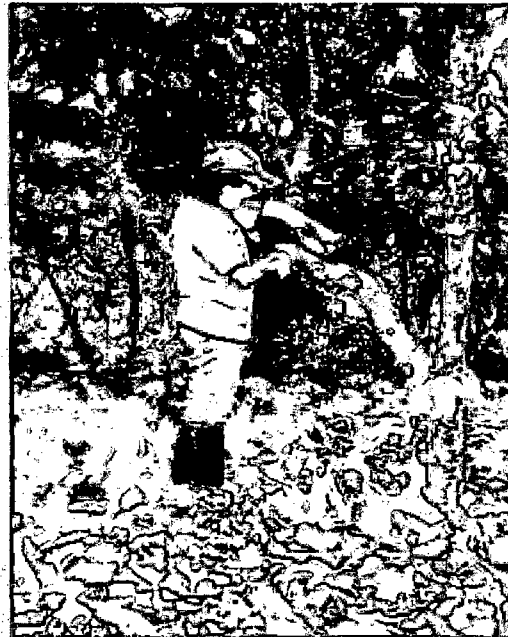
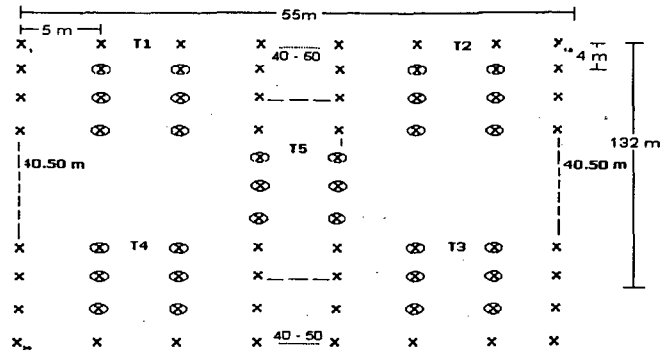
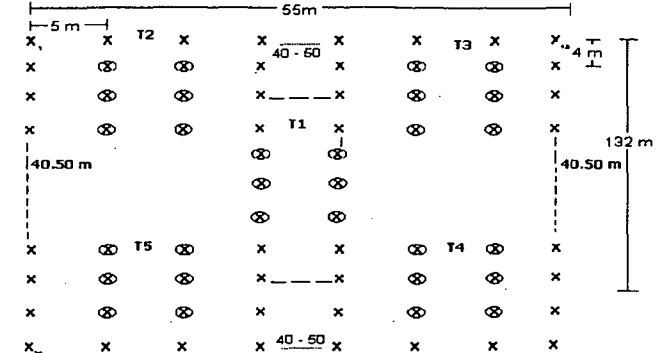


Figura 18. Remoción de frutos enfermos con "Moniliasis".

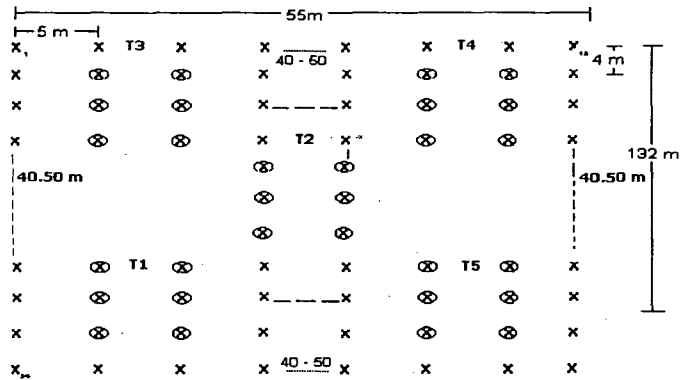
BLOQUE I (Afilador)



BLOQUE II (Afilador)



BLOQUE III (Bella)



Leyenda:

- X : Plantas no evaluadas de cacao
- ⊗ : Plantas a evaluarse por tratamiento de cacao

X₁ – X₁₂ : Número de plantas por columna

X₁ – X₃₄ : Número de plantas por fila

Figura 19. Detalles del campo experimental realizado en Tingo María 2002.