

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“MEDIDAS DE CONTROL DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA MITIGAR
LA MONILIASIS (*Moniliophthororeri* Cif y Par. Evans *et al.*) EN CACAO
HÍBRIDO NACIONAL X TRINITARIO EN SANTO DOMINGO DE LOS
TSÁCHILAS”**

Cedeño José. Estrella Erick¹.; Falconí Cesar². Nuñez Gustavo³. Uday Vinicio³

¹ Egresados-ESPE-Santo Domingo-Carrera de Ingeniería Agropecuaria

² Docente-ESPE, Sangolquí - Carrera de Ingeniería Agropecuaria

³ Docentes-ESPE, Santo Domingo - Carrera de Ingeniería Agropecuaria

RESUMEN

La moniliasis *Moniliophthora roreri* es la enfermedad que causa las mayores pérdidas en el cacao, por tanto pérdidas monetarias que han causado el abandono del cultivo emblema de los ecuatorianos. En el presente estudio se evaluaron varias medidas de bajo impacto ambiental encaminadas a mitigar la moniliasis. Medidas biológicas mediante el uso de los biopesticidas Basubtil (*Bacillus subtilis*) y Cepacide (*Pseudomonas cepacea*); culturales aplicando un régimen de remoción semanal o quincenal de mazorcas infectadas; inducción de resistencia con la aplicación de fosfitos de calcio y zinc; comparadas con el tradicional control químico del fungicida Cuprofix. Los tratamientos se aplicaron en un cultivo de cacao tipo Nacional cuyas plantas provienen de clones del complejo Estación Experimental Tropical (EET) del INIAP.

Los siete tratamientos se dispusieron en un diseño combinado, con tres repeticiones. La parcela neta constó de 15 árboles por unidad experimental. Los biopesticidas, fosfitos y el químico sintético se aplicaron cada 21 días. El efecto de los tratamientos se determinó en base la producción acumulada de almendra, porcentaje de daño interno, su relación con factores medio ambientales y el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE).

El análisis de varianza de la variable almendra acumulada no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Mediante un análisis matemático se determinó que la remoción semanal de mazorcas indujo una producción acumulada de almendra de 38,5 libras, comparado con Cuprofix con tan solo 26,3 lbs. Mediante la aplicación de fosfito de Ca se logró proteger en un 63% de protección comprado con la remoción cada 8 días que protegió el 60% del total de almendras acumulada.

Palabras claves: cacao, moniliasis (*Moniliophthororeri*), monilia.

ABSTRACT

Monilia pod rot *Moniliophthora roreri* is the disease causing the greatest losses in cocoa, then monetary losses that have caused the abandonment of farming emblem of Ecuadorians. In the present study, we evaluated several measures of low environmental impact to mitigate moniliasis. Biological measures by using Basubtilbiopesticidas (*Bacillus subtilis*) and Cepacide (*Pseudomonas cepacea*); cultural practices removing infected pods weekly or every two weeks; induction of resistance to the application of phosphites of calcium and zinc, compared with the traditional chemical control of fungicide Cuprofix. Treatments were applied on a national type cocoa plants which come from complex mix of clones from the Tropical Experiment Station (EET) INIAP.

The seven treatments were arranged in a combined design with three replications. The net plot consisted of 15 trees per plot. Biopesticides, phosphites and synthetic chemical were applied every 21 days. The effect of treatment was determined based on the accumulated production of almonds, percentage of internal damage, its relationship to environmental factors and the Area Under Disease Progress Curve (AUDPC).

Analysis of variance of the accumulated almond showed no significant difference among treatments. Mathematical analysis determined that weekly removal of infected pods induced almonds cumulative production of 38.5 pounds, compared with only 26.3 pounds of Cuprofix. Applying phosphite of Cawas achieved a 63% protection in comparison with 60% of total accumulated almonds by the removal of infected pods every 8 days.

Keywords:cocoa, moniliasis

I. INTRODUCCIÓN

El cacao ecuatoriano es altamente apreciado en el mercado internacional por su calidad y aroma. Se cultiva en la Región Central, Oriental y Occidental del país, alcanzando la producción nacional 212 249 T.M. anuales, en 491 221 hectáreas cultivadas (MAGAP / III CNA / SIGAGRO; INEC / ESPAC, enero 2011).

La producción cacaotera del Ecuador está estrechamente relacionada a las condiciones del ecosistema, lo que determina un rendimiento diferente al de otros países productores. En general se consideran factores importantes que influyen en el rendimiento: la imperfecta distribución de las lluvias, escasez de horas luz, la presencia de enfermedades como la monilia y escoba de bruja, edad avanzada de los árboles, pérdida de fertilidad del suelo, falta de zonificación del cultivo, problemas de comercialización interna y la escasa respuesta técnica a estos problemas suscitados (Rosero, 2002).

Distintas opciones existen para manejar la moniliasis del cacao, las cuales son de

tipo:biológico, cultural, fisiológico y químico

Por esta razón, numerosas investigaciones se han desarrollado para controlar la moniliasis del cacao usando antagonistas (tipo biológico) con resultados alentadores, en Colombia (García, 2002; Muñoz, 2002); Costa Rica (Jiménez *et al.* 1987); Perú (Krauss y Soberanis, 2001; Arévalo *et al.* 2004). En Ecuador Peralvo y Saavedra (2005), evaluaron el control que tienen los microorganismos: *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas cepacia* sobre la moniliasis del cacao con reducciones del 82 y 81% de la enfermedad respectivamente. En la misma línea Robles (2008) validó el control que poseen los mismos microorganismos, obtuvo una cantidad de almendras sanas de 70,86 % para *Pseudomonas cepacia* y 69,56 % para *Bacillus subtilis*, Por su parte Durango (2001) realizó la misma investigación y obtuvo el 80% de reducción de la enfermedad al igual que Yáñez (2004), quien obtuvo buenos resultados en el control de la enfermedad utilizando las bacterias del género *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Leuconostoc*.

La práctica de remoción de frutos enfermos (tipo cultural), es la más importante para el control de la moniliasis: se trata de cortar las mazorcas con síntomas de la enfermedad, especialmente antes de la etapa de esporulación, con el objeto de impedir que el hongo alcance su etapa reproductiva.

El propósito fundamental de la remoción de mazorcas es disminuir la cantidad de esporas del hongo (inóculo) presente dentro del cultivo, con el fin de evitar la contaminación de las mazorcas que están en formación. La práctica está encaminada fundamentalmente a proteger la cosecha principal del cultivo y, en especial, los pepinos o mazorcas pequeñas, ya que los frutos de menos de dos meses son los más susceptibles al ataque de la enfermedad debido a que el hongo puede penetrar más fácilmente la epidermis de los frutos de esta edad (Sánchez, 1982; Suárez, 1993).

Los inductores de resistencia entre ellos los Fosfitos (tipo fisiológico), fueron creados en la década del 30 como nutrientes alternativos hasta que se detectó que no eran tan efectivos como los fertilizantes de suelo (Mengdehl, 1933).

Posteriormente se descubrió que poseían una alta movilidad simplástica (traslocación por ambas vías, xilema y floema) y actividad contra Plasmodium vitícola (Bugaret *et al.* 1980) y oomycetes (Bruin&Edgington, 1983). Guest&Grant (1991) postulan que los Fosfitos tiene un complejo modo de acción. Por un lado, disminuyendo el crecimiento del patógeno e inhiben la esporulación, producido por una acción fungistática directa.

El uso de fungicidas (tipo químico) ha sido sugerido para controlar la moniliasis del cacao en diversos lugares, sin embargo, en la mayoría de casos se considera que son poco efectivos y costosos, lo cual determina que este método sea poco apropiado. Además, los fungicidas, como otros plaguicidas contaminan el ambiente, con efectos nocivos para los diferentes organismos, motivo por el cual, no se recomienda su aplicación (Arévalo, 1992).

Algunos fungicidas de base cúprica combaten esta enfermedad; la dificultad estriba, en mantener cubierta o protegida la mazorca durante su periodo de crecimiento, las lluvias

torrenciales y en los árboles adultos donde la producción también se concentra en las ramas, aumenta la dificultad de aplicación (Suárez, 1993).

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar el efecto de la aplicación de dos biopreparados a base de *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas cepacia*; dos inductores de resistencia adquirida a base de fosfito de calcio y zinc; la reducción de esporulación a través de la remoción de frutos enfermos cada ocho y quince días; y un control químico en el manejo de la moniliasis *Moniliophthoralarori* Cif y Par. Evans *et al* en cacao nacional x trinitario, en la época seca y lluviosa en Santo Domingo de los Tsáchilas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evaluar el efecto individual que posee cada medida de control en relación a un control químico en el manejo de la moniliasis en mazorcas de cacao, durante un ciclo de producción de un año.
- Relacionar el efecto de factores medio ambientales en la actividad de los biopreparados, inductores de resistencia y reducción de esporulación para el control de la moniliasis.
- Establecer los momentos de aplicación adecuados de cada medida de control.
- Determinar el tratamiento más económico para el control de moniliasis en el cultivo de cacao mediante el análisis de presupuesto parcial de Perrín.
- Difundir la metodología y los resultados relevantes obtenidos en la investigación a los interesados, para su conocimiento y aplicación.

II. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó bajo las condiciones climáticas de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, parroquia Valle Hermoso en la finca Colinas Garyth, en una plantación de 2,5 años de edad en campo definitivo.

La elaboración de los biopreparados se realizó en los meses de Agosto y Septiembre del año 2010.

El efecto de los diferentes tratamientos sobre la Monilia en el campo se efectuó por el lapso de un año, durante las fases climatológicas de invierno y verano con las siguientes condiciones climáticas (cuadro 1).

Cuadro 1. Características agroclimáticas de la finca Garyth, ubicada a 250 m.s.n.m.

MES / AÑO	TEMPERATURA	PRECIPITACIÓN	HUMEDAD RELATIVA
OCTUBRE. / 2010	24,00	13,70	87,50
NOVIEMBRE. / 2010	23,47	99,40	88,80
DICIEMBRE. / 2010	23,93	405,40	89,35
ENERO. / 2011	24,90	789,90	88,40
FEBRERO. / 2011	25,80	219,20	84,90
MARZO. / 2011	26,00	447,00	84,60
ABRIL. / 2011	26,20	391,50	86,40
MAYO. / 2011	25,70	91,90	87,40
JUNIO. / 2011	25,40	119,2	88,00
JULIO. / 2011	25,10	113,50	87,40
AGOSTO. / 2011	24,50	29,00	86,70
SEPTIEMBRE. / 2011	24,90	65,00	85,80
OCTUBRE. / 2011	24,10	48,30	85,00
\bar{x}	24,92	217,92	86,94

* Datos tomados de la estación meteorológica INIAP – Santo Domingo (medias mensuales durante el período Octubre 2010 – Octubre 2011).

3.2.1. Factores en estudio

Control biológico

El cual consistió en Biopreparados se aplicaron en concentraciones de $1,0 \times 10^{10}$ ufc g^{-1} cada una basados en: Basubtil (*Bacillus subtilis*) Cepacide (*Pseudomonas cepacia*) IASA – ESPE en dosis de: 728 g./ha y con una frecuencia de aplicación cada 21 días cada uno

Control Cultural

Basado en la evaluación de dos regímenes de remoción de frutos enfermos cada 8 y 15 días respectivamente

Control Fisiológico

Basado en la utilización de inductores de resistencia a base de: Fosfito de Calcio y Fosfito de Zn. (CODAPHOS Ca) – (Sustainable Agro Solutions S.A, (SAS)) en dosis de $2,5 L/ha^{-1}$ con una frecuencia de aplicación cada 21 días cada uno.

Control Químico

Mismo que sirvió como testigo frente a los otros tratamientos base del fungicida químico sintético Sulfato de Cobre (CUPROFIX) en dosis de 252 cc/ ha⁻¹ con una frecuencia de aplicación cada 21 días.

Diseño experimental y análisis de datos

El ensayo tuvo un diseño de Bloques Completamente al Azar, con arreglo en parcela dividida donde los tratamientos (cuadro 2) fueron las parcelas grandes y las evaluaciones las parcelas pequeñas. Se aplicó siete tratamientos con tres repeticiones, con un total de ciento sesenta y cinco árboles por cada tratamiento, en los que se evaluó la producción acumulada de cada parcela neta por cosecha a partir de la sexta hasta la décima novena aplicación de los tratamientos.

Cuadro 2. Tratamientos en estudio

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	BP1	Basubtil (<i>Bacillus subtilis</i>) IASA – ESPE. + Fijador Agrícola 0,05 % + Azúcar Morena
T2	BP2	Cepacide (<i>Pseudomonas cepacia</i>) IASA – ESPE + Fijador Agrícola 0,05 % + Azúcar Morena
T3	PO1	Fosfito de Zn (Codaphos Zn) + Fijador Agrícola 0,05 % + Azúcar Morena
T4	PO2	Fosfito de Ca (Codaphos Ca) + Fijador Agrícola 0,05 % + Azúcar Morena
T5	RD1	Remoción de Frutos Enfermos cada 8 días
T6	RD2	Remoción de Frutos Enfermos cada 15 días
T7	CF	Cuprofix (Sulfato de cobre + Mancozeb)* + Fijador Agrícola 0,05 % + Azúcar Morena

* Fungicida de uso común para el control de moniliasis entre los agricultores de la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Las variables evaluadas fueron: incidencia externa (escala de 0= sana; 1 = enferma), severidad de moniliasis (escala de 1 a 10 según el avance de la enfermedad), daño interno (%), peso de frutos (libras).

Análisis económico

Se utilizó el análisis del presupuesto parcial según Perrinet *al.* (1976) para lo cual se calcularon los costos variables y fijos. Para el cálculo de los costos variables se incluyó el costo de los insumos y aplicación utilizada en los tratamientos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de dos biopreparados (control biológico), dos inductores de resistencia (control fisiológico), dos regímenes de remoción (control cultural) y un fungicida (control químico) en el control de la moniliasis en cacao Nacional x trinitario.

Al haber realizado el análisis estadístico de las variables medidas en el ensayo, no se determinaron diferencias significativas entre los diferentes tipos de tratamientos, pero si se determinó alta significancia ($P \leq 0,05$) entre las 19 evaluaciones (cuadro 3). Esto se puede atribuir al efecto directo de las podas de mantenimiento realizadas en todos los tratamientos (cada 4 meses) influenciado por las condiciones climáticas que sufrieron en todo el año de evaluación. Los meses de mayor producción de almendra fueron febrero, agosto y octubre tras haber realizado las podas de mantenimiento en los meses de octubre 2010, febrero y junio 2011

Cuadro 3. Análisis de Variancia (ANOVA) del peso total acumulado de almendra de cacao Nacional x Trinitario por efecto de los biopreparados Basubtil (*B.subtilis*), Cepacide (*P.cepacia*); Codaphos Zn, Codaphos Ca; remociones cada 8 y 15 días y Cuprofix en el período febrero – octubre 2011.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2169,84	146	14,86	2,98	<0,0001
Tratamientos	121,98	6	20,33	1,65	0,2167ns
Bloques	14,02	2	7,01	0,57	0,5807ns
Error (a)	147,89	12	12,32	2,47	0,0045**
Evaluaciones	1329,51	18	73,86	14,83	<0,0001**
Trat*Eva	556,44	108	5,15	1,03	0,4095ns
Error	1255,39	252	4,98		
Total	3425,23	398			
N=399	CV=64,67				

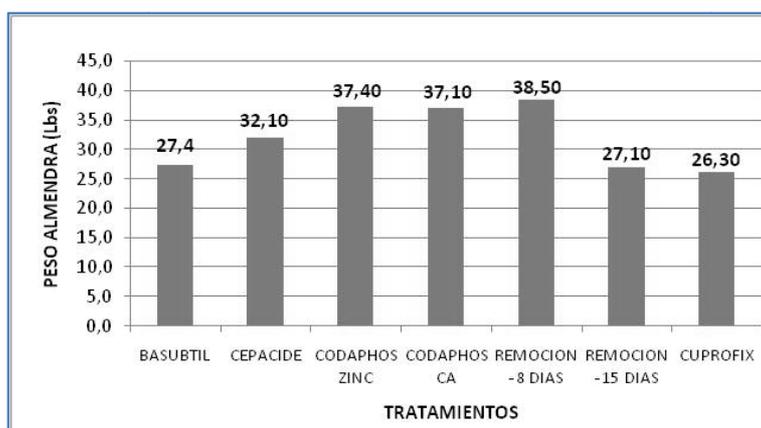


Figura 1. Producción total acumulada de almendra en el período Febrero – Octubre 2011

En la Figura 1 se puede observar el peso total acumulado de almendra por efecto de los siete tratamientos. Las diferencias entre los tratamientos fueron matemáticas, con la remoción de mazorcas cada 8 días se obtuvo un peso total acumulado de almendra de 38,5 lbs., frente al tratamiento Cuprofix cuya producción total de almendra fue de apenas 26,30 lbs.

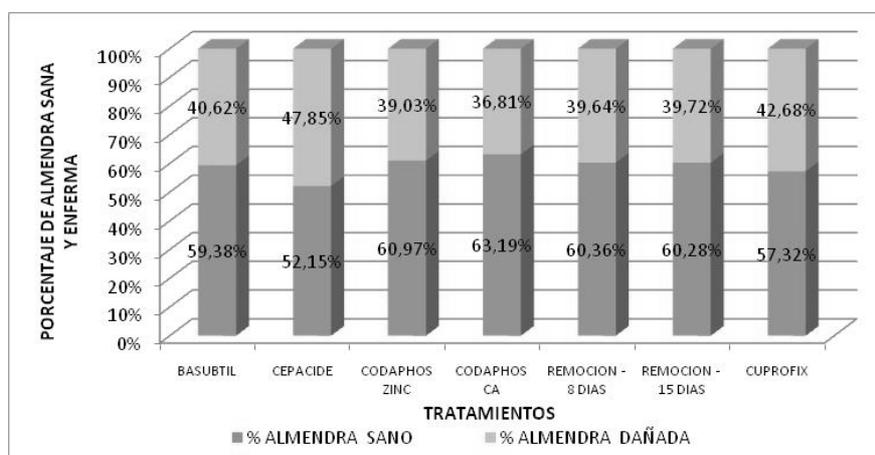


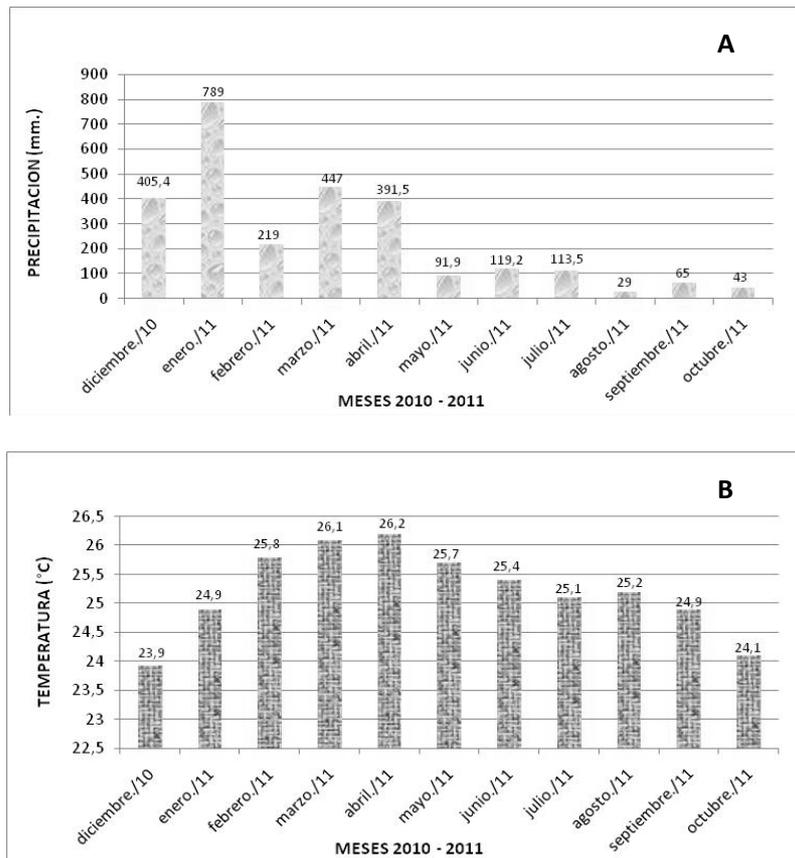
Figura 2. . Efecto de siete tratamientos sobre el porcentaje de almendra sana y enferma, en el período Febrero – Octubre 2011

Al realizar un análisis comparativo (del periodo febrero – octubre 2011) entre el porcentaje de almendra sana versus porcentaje de almendra enferma encontramos que: Codaphos Ca registró el mayor porcentaje de protección de almendras con el 63% de almendra sana frente a 37% de almendras enfermas, seguido de Codaphos Zn el cual registró una protección del 61% frente a 39% de almendras dañadas, al remover mazorcas cada 8 días se logró un 60% de almendras sanas y 40% de almendras dañadas y removiendo

cada 15 días se obtuvo 60% de almendras sanas y 40% de almendras dañadas, cuando se aplicaron los tratamientos Basubtil (*B. subtilis*) se registró el 59% de almendra sana frente a 41% de almendra dañada seguido de Cuprofix con 57% de almendra sana frente al 43% de almendra dañada, resultando el de menor protección para las almendras el tratamiento Cepacide (*P. cepacia*) con solo 52% de almendras sanas frente a 48% de almendra enferma (Figura 2).

Peso acumulado de almendra enferma y su correlación con factores medio ambientales.

Las evaluaciones del ensayo se llevaron a cabo durante el ciclo de producción febrero a octubre 2011. Esta época se caracterizó por una alta precipitación, calor moderado y alta humedad relativa. La precipitación mensual promedio fue de 168,79 mm; la temperatura mensual de 25,39 °C; y la humedad relativa con un promedio mensual de 86 % (Figura 3).



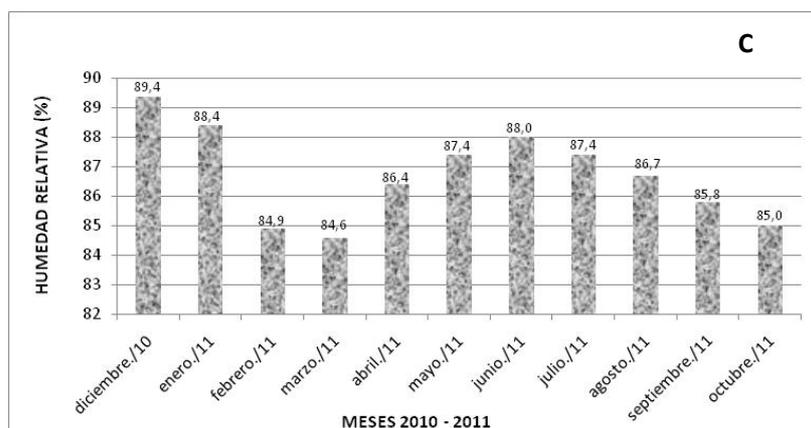


Figura 3. Promedios mensuales de precipitación (A), temperatura (B) y humedad relativa (C), durante la fase experimental diciembre 2010 – octubre 2011. Datos tomados de la Estación Meteorológica INIAP Santo Domingo, Provincia de los Tsáchilas

El coeficiente de variación fue de 44,16% y en evaluaciones 10,2,8,9,3,7,11 que corresponden a las fechas 16 de junio, 24 de febrero, 19 de mayo, 02 de junio, 10 de marzo, 06 de mayo y 30 de junio presentaron las medias significativamente ($P \leq 0,05$) más altas para el peso de almendra enferma. Estudios anteriores indican que el periodo de incubación del patógeno es de dos meses (revisado por Arévalo *et al.* 2004)., coincidentalmente, dos meses atrás de obtener estos resultados, las condiciones climáticas de diciembre 2010, enero, marzo y abril 2011 (405mm / 789 mm / 447mm / 391,5mm; 23,9°C / 24,9°C / 26,1 °C / 26,2 °C respectivamente) pudieron haber favorecido al mayor daño de almendras (Figura 3).

Por el contrario las bajas precipitaciones de mayo y junio del 2011 no favorecieron el desarrollo del patógeno, por tanto la cantidad de almendra sana se incrementó en los meses de julio – septiembre de 2011. Esto nos demuestra que la precipitación y la temperatura juegan un papel importante en el periodo de incubación del patógeno, ya que a medida que decrece, la severidad de *M. royeri* se reduce aún cuando se experimentan aumentos leves de precipitación en los meses de junio, julio y septiembre 2011 (Figura 3).

En base a estas condiciones conductivas, los tratamientos que mayor peso de almendra enferma (en el periodo invernal de febrero – junio) fueron: Cuprofix y Cepacide (*P. cepacia*) con 64% y 63% respectivamente, Cepacide (*P. cepacia*) se mantiene en los meses de marzo y abril con 63% y 50% respectivamente, la remoción de mazorcas infectadas cada 15 días con 73% en mayo, y Cepacide con 83% en junio. Mientras que en el periodo de verano de julio – octubre todos los tratamientos muestran un descenso de almendras enfermas sin excepción que coincide con la disminución de la precipitación y la temperatura ambiental. (Figura 4)

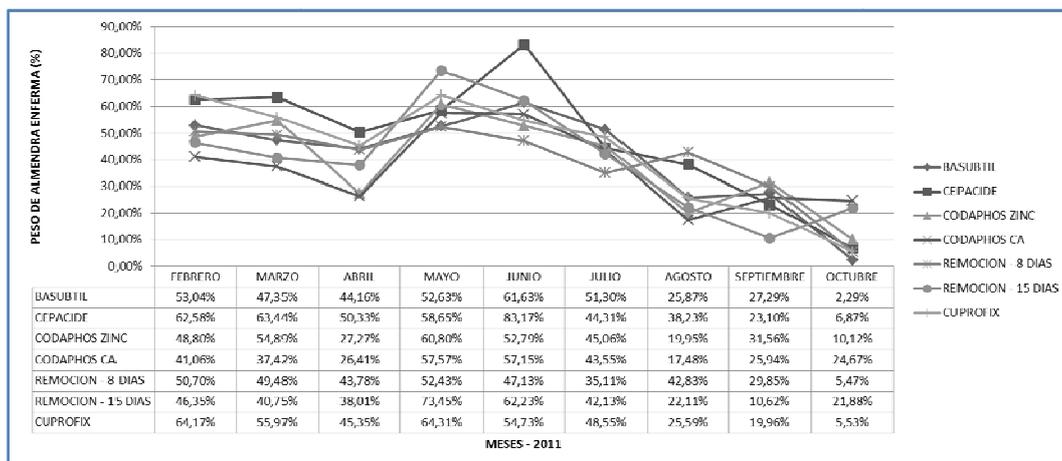


Figura 4. Porcentaje mensual de almendra enferma en el período Febrero – Octubre 2011

Determinación del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de la moniliasis.

Los datos relacionados al ABCPE demuestran que el tratamiento Cepacide (*P. cepacia*) presenta un área menor con relación a la incidencia de la monilia, lo que denota que este tratamiento es el que mejor controló el patógeno en el tiempo con 1211,0 unidades, seguido del tratamiento Cuprofix con 1214,96; remoción cada 8 días con 1251,67 unidades; Codaphos Zn con 1258,69 unidades; Basubtil (*B. subtilis*) con 1266,0 unidades; Codaphos Ca con 1276,87 unidades y finalmente el que menos control mostró a través del tiempo es el tratamiento de Remoción cada 15 días con 1349,29 unidades (Figura 5).

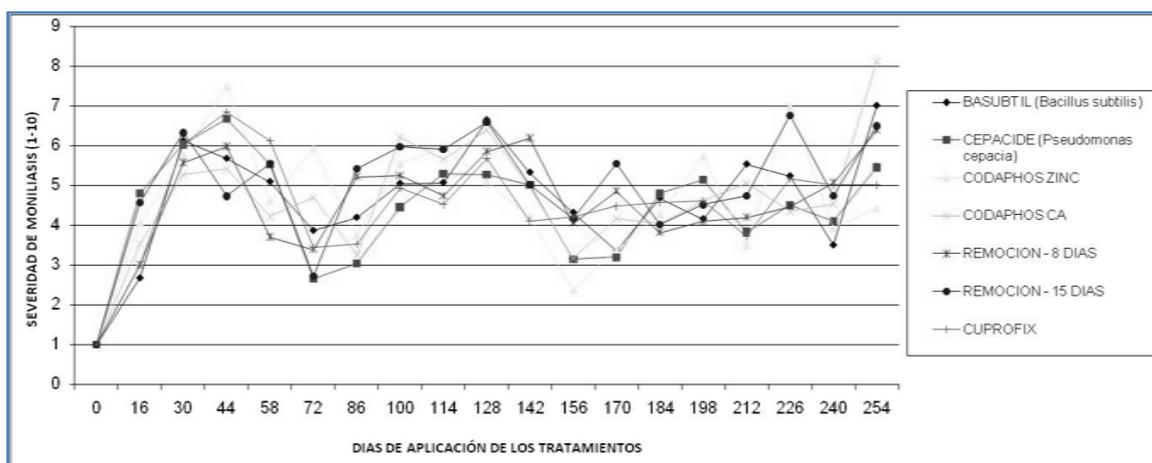


Figura 5. Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de la moniliasis por efecto de los biopreparados Basubtil (*B. subtilis*), Cepacide (*P. cepacia*); Codaphos Zn, Codaphos Ca; remociones cada 8 y 15 días y Cuprofix en el período de febrero – octubre 2011

Momento adecuado de aplicación de cada medida de control

Para definir el momento de aplicación adecuado de cada medida de control, es necesario analizar la Figura 15, donde se muestran los tratamientos de mayor cantidad de almendra sana. El tratamiento Codaphos Ca (64%), Codaphos Zn con el (61%) y el tratamiento remoción de mazorcas infectadas cada 8 días (60%) muestran rangos de protección por sobre el 50% de almendra sana por alrededor de 6 meses del estudio. Esto hace presumir que una aplicación integrada de estos tratamientos, intercalando aplicaciones de Codaphos Ca y Codaphos Zn cada 21 días y removiendo frutos enfermos cada 8 días es una práctica eficiente.

La aplicación de Basubtil (*B. subtilis*) y Cepacide (*P. cepacia*) se la puede realizar a partir del mes de mayo cada 21 días hasta el mes de Diciembre donde generan mayor nivel de protección (Figura 6).

En todo caso la investigación sugiere adoptar la medida cultural de remoción debido que permite bajar presión de inóculo. Esta medida según experiencia propia a más de ser económica, resulta ser indispensable y fácil de adoptar ya que no presenta limitaciones técnicas.

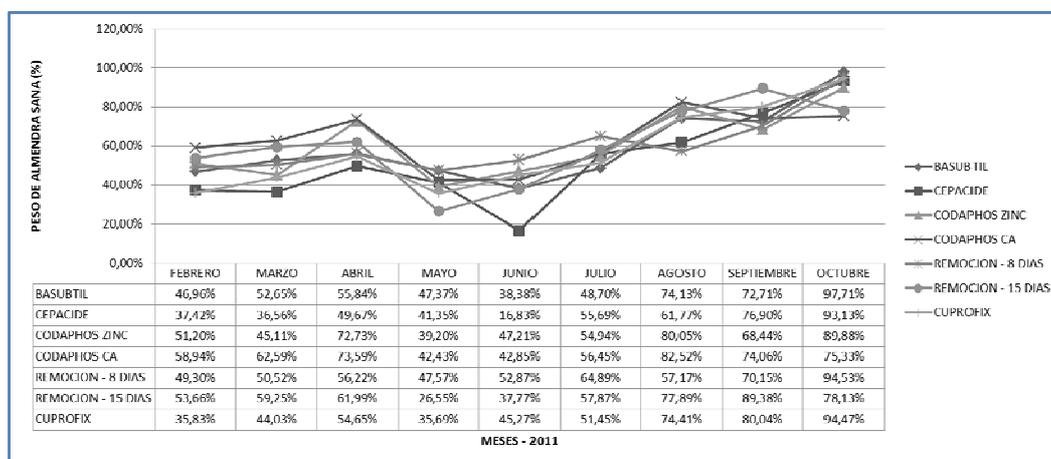


Figura 6. Porcentaje mensual de almendra sana en el período Febrero – Octubre 2011

Análisis económico de los tratamientos.

El tratamiento que mayor beneficio económico generó fue remoción de mazorcas cada 8 días, considerando los costos variables en la finca Colinas Garyth.

Al ordenar los beneficios netos de cada tratamiento en forma decreciente de sus costos variables se procedió a realizar el análisis de dominancia donde el tratamiento

dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto, presenta un mayor costo variable; así el tratamiento que se constituyó en la alternativa económica es el Basubtil (\$ 257,88 ha⁻¹ beneficio neto y \$ 345,94 ha⁻¹ costo variable). Los costos varios corresponden a los de la finca Colinas Garyth de acuerdo a su topografía regular (10% de inclinación promedio) y a la edad de sus cultivos (5 años). (Cuadro 4)

Cuadro 4. . Cálculo del presupuesto parcial. Proyección de rendimientos y reducción de costos de un experimento usando cacao Nacional x Trinitario por efecto de los tratamientos biológicos Basubtil (*B.Subtilis*) yCepacide (*P. Cepacea*); CODAPHOS Ca y CODAPHOS Zn; Remoción cada 8 y 15 días y Cuprofix en el periodo de Febrero – Octubre 2011.

CONCEPTO	BASUBTIL	CEPACIDE	CODAPHOS ZINC	CODAPHOS CA	REMOCION - 8 DIAS	REMOCION - 15 DIAS	CUPROFIX
Rendimiento (kg/ha)	\$ 670.91	\$ 822.27	\$ 1,002.27	\$ 945.00	\$ 1026.82	\$ 691.36	\$ 658.64
Rendimiento ajustado (-10%)	\$ 67.09	\$ 82.23	\$ 100.23	\$ 94.50	\$ 102.68	\$ 69.14	\$ 65.86
Beneficio bruto	\$ 603.82	\$ 740.05	\$ 902.05	\$ 850.50	\$ 924.14	\$ 622.23	\$ 592.77
COSTOS VARIABLES							
Empleo de la remoción					\$ 48.26	\$ 24.13	
Costo biopreparados	\$ 129.94	\$ 129.94	\$ 92.81	\$ 92.81			
Costo Fungicida							\$ 118.80
Costo mano obra para aplicación	\$ 216.00	\$ 216.00	\$ 216.00	\$ 216.00			\$ 216.00
TOTAL COSTOS VARIABLES	\$ 345.94	\$ 345.94	\$ 308.81	\$ 308.81	\$ 48.26	\$ 24.13	\$ 334.80
Beneficio Neto Parcial	\$ 257.88	\$ 394.11	\$ 593.23	\$ 541.69	\$ 875.87	\$ 598.10	\$ 257.97

IV. CONCLUSIONES

1. Las medidas de bajo impacto ambiental para mitigar *M. royeri* no presentaron diferencias significativas entre ellas, pero si se observó diferencias entre evaluaciones. Esto sugiere que los tratamientos estuvieron influenciadas por el clima en donde se pudo apreciar diferencias matemáticas entre ellos. El tratamiento remoción de mazorcas infectadas cada 8 días resultó ser el mejor al momento de analizar el peso acumulado de almendra (38,5 lbs.), por el contrario el de menor peso acumulado fue Cuprofix (26,3 lbs.). El tratamiento remoción de mazorcas infectadas cada 8 días fue tercero en proteger las almendras con 60,36% de almendra sana frente al tratamiento Codaphos Ca con 63,19% de almendra sana, este comportamiento se deba quizá a que la remoción es una práctica de tipo física mientras que los fosfitos Ca tienen una connotación química que interviene en el metabolismo de la planta.
2. Todos los tratamientos sin excepción presentaron una relación con el factor climático, cuando las condiciones de precipitación y temperatura bajaban los tratamientos fueron más eficientes en su labor, lo que demuestra que la actividad epidemiológica de *M. royeri* merma en estas condiciones, entonces es más factible ejercer control usando los tratamientos en estudio.
3. Entre los tratamientos en estudio la remoción de mazorcas infectadas cada 8 días resulto ser el más adecuado como una medida de manejo de *M. royeri*, ya que para la finca Colinas Garyth es de fácil aplicación y control en el campo. Esto en conjunto con otras actividades encaminadas a mitigar al patógeno como los tratamientos Codaphos Ca y Codaphos Zn podrían constituir una medida de control en conjunto con la remoción semanal de mazorcas infectadas para la época de invierno. Para época de verano se puede integrar los biopreparados Basubtil y Cepacide.
4. El tratamiento remoción de mazorcas infectadas cada 8 días resulta ser el adecuado para una huerta de condiciones similares a la finca Colinas Garyth, ya que presentó la mejor relación costo – beneficio (\$875,87 ha⁻¹.)

V. RECOMENDACIONES

- 1.** Para bajar la incidencia de la moniliasis se debe realizar un control integrado de la enfermedad; empleando una remoción de mazorcas infectadas cada 8 días conjuntamente con la aplicación de los productos Codaphos Ca y Codaphos Zn en los meses de invierno, como también adicionar el uso de Basubtil y Cepacide en los meses de verano; debido a que los tratamientos mostraron mayor eficacia en este periodo del año para las condiciones existentes en Santo Domingo de los Tsáchilas.
- 2.** Seguir evaluando los biopreparados y los productos Codaphos Ca y Codaphos Zn en diferentes condiciones ambientales así como en otras localidades con diversos cultivares y en asociación con técnicas de manejo integrado.
- 3.** Realizar una evaluación de los biopreparados usados en la Finca Colinas Garyth, pero con bacterias nativas de la zona para comparar la eficiencia de las mismas versus las provenientes del banco de microorganismos del Laboratorio y Control Biológico de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I - ESPE.
- 4.** Para mantener niveles bajos aceptables de monilia en un cultivo realizar por lo menos la remoción de frutos enfermos cada 8 días, ya que representa una actividad relativamente de bajo costo según los costos de la finca Colinas Garyth y fácil de implementar para el productor ecuatoriano.
- 5.** Realizar la aplicación de los productos dos meses antes de la maximización de la productividad según los datos obtenidos, por tanto para la época de invierno se debería aplicar en el mes de diciembre y para verano en los meses de mayo y junio.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Finca Garyth, por habernos permitido realizar este trabajo de investigación y por toda la colaboración brindada por su propietario el Sr. José Cedeño.

Al PhD. Ing. Cesar Falconí, Mg. Ing. Gustavo Nuñez y Ing. Vinicio Uday, por su constante asesoramiento técnico y los consejos brindados como director, codirector y biometrista de tesis de grado antes, durante y después de la realización del presente trabajo de investigación.

Agradecemos también a la COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE AGROQUÍMICOS S.A. (CODA), actualmente denominada SUSTAINABLE AGRO SOLUTIONS, S.A (SAS), quien nos facilitó los productos CODAPHOS Ca y CODAPHOS Zn, para realizar nuestra investigación.

Así mismo agradezco la gran colaboración brindada por los miembros de la Escuela Politécnica del Ejercito – IASA I y II, por su colaboración y aporte a nuestra investigación

VII. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Arévalo, GE. 1992. Estudio de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthoralaroreri* (Cif. & Par.) Evans *et. al.* en la Selva Norte del Perú. Tesis Msc. Escuela de Graduados. UNA La Molina. Lima, PE. 93 p.
- Bugaret, Y; Bulit, J. & Lafon R. 1980. Amelioration du traitement de l'ñexcoriose de la vigne (*Plasmopsisviticola*Sacc.) utilisation en post debourrement de la vigene de l'association de phoséthyl-Al et folpet. *Phytriatrie.Phytopharmacie.* pp 45 - 56.
- Bruin, GC. &Edgington LV. 1983.The chemical control of plant diseases caused by zoosporic fungi.Zoosporic Plant Pathogens, a Moder Perspectives, S. T. Buczaki. Ed. Academic Press. London. pp 193 - 232.
- Durango, WD. 2001. Evaluación de fungicidas y biocontroladores en el manejo de enfermedades de la mazorca de cacao. Tesis Ing. Agr. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, EC. 98 p.
- García, MF. 2002. Control biológico de *Moniliophthora roreri* en campo usando microorganismos epifitos aislados de mazorcas de cacao *Theobroma cacao*. Tesis Ing. Agr. Escuela Politécnica del Ejército. Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA. Sangolquí, EC. pp 6, 29, 31.
- Guest, D. & Grant B. 1991.The Complex action of phosphonates as antifungal agents.*BiologicalReview.* pp 159 - 187.
- Jimenez, J; Ramirez, C; Enriquez, G. 1987. Evaluación del combate biológico y químico de la Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao en Costa Rica. *In: 10^a Conferencia internacional de investigación en cacao, Actas.* Santo Domingo, DO. pp 1 - 7.
- Krauss, U; Soberanis, W. 2001.Biocontrol of cocoa pod diseases with mycoparasite mixtures.*Biological control* 22. Huanuco, PE. pp 149 - 158.
- MAG. 2006. Ecuador reconocido mundialmente por cacao fino de aroma. (en línea). EC. Consultado 31 oct. 2009. Disponible en http://www.mag.gov.ec/docs/boletines/boletin_43_2005.pdf
- Mengdehl, H. 1933. Studies zumphodphrostoffwechsel in der hoherenpflanze. I. Die bestimmung van pyroundmetaphosphat. Sowie van phosphhit und hypophosphit in pflanzenmaterial.*Planta.* pp 316 – 320.
- Peralvo, D; Saavedra, L. 2005. Validación de biopreparados en base a bacterias epífitas para el control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao fino de aroma. Tesis Ing. Agr. Escuela Politécnica del Ejército. Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA. Santo Domingo de los Colorados, EC.
- Robles, B. 2008. Validación de biopesticidas en base a bacterias epífitas para el control de la moniliasis (*moniliophthoraroreri*cif y par. Evans *et al.*)en el cultivo de cacao híbrido ccn 51. Tesis Ing. Agr. Escuela Politécnica del Ejército. Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA. Santo Domingo de los Colorados, EC. 118 p.
- Rosero, J. 2002. La Ventaja comparativa del cacao Ecuatoriano. (enlínea). Consultado 18 dic. 2009. Disponible en: <http://www.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Apuntes/ae20.pdf>
- Sánchez, J. 1982.Reacción de cultivares de cacao a la inoculación artificial con *Moniliaroreri*. Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. M.Sc. Tesis. 55 p.

- Sánchez, L.; Gamboa, E.; Rincón, J. 1983; Control químico y cultural de la moniliasis (*Moniliophthoralaroreri* Cif & Par) del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el estado Barinas. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 20; 188-194.
- Yáñez, MV. del R. 2004; Control biológico de *Moniliophthora roreri* en el campo mediante el uso de biopreparados a base de *Pseudomonas cepacia*, *Bacillus subtilis* en cacao Tenguel 25 (EET 103). Tesis M.Sc. Escuela Politécnica del Ejército. Magíster en Ciencias del Control biológico. Sangolquí, EC. pp 83.