

2017 International Symposium on Cocoa Research (ISCR), Lima, Perú 13-17 Noviembre 2017,

PODA CORONAL EN EL MANEJO INTEGRADO DE LA MONILIASIS EN CACAO CRIOLLO

I. Cortes

Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental Agraria Pichanaki, Lima-Perú

RESUMEN

El Cacao es uno de los principales cultivos de agro exportación y es un generador de empleos, De las 130 mil hectáreas de cacao que brindan ocupación alrededor 450 mil personas sin embargo la productividad se ve afectada enormemente cada campaña por la alta severidad de la enfermedad la Moniliasis del cacao causada por el hongo (*Moniliophthora roreri*), causando pérdidas económicas mayores del 50% a 80% de la producción, sus efectos devastadores han causado abandono de las áreas cacaoteras de los grupos de cacao criollo, efecto que pone en grave riesgo el material genético nativo en el Perú así mismo la actividad cacaotera para la chocolatería fina de aroma. Las diferentes estrategias de control tradicional o químico, no son sostenibles económica, ambiental y socialmente. Durante cinco años se desarrolló la fase experimental de la tecnología, seguida de tres años de la fase de validación (2004-2011) generada como una alternativa tecnológica frente a las condiciones del agroecosistema cacaotero, fue desarrollado mediante el Manejo integrado de la enfermedad, que permitió reducción de la severidad de la enfermedad, incrementar el rendimiento del cultivo y la sostenibilidad ambiental. El objetivo de la presente investigación, es determinar la integración complementaria de tres componentes de manejo los cuales fueron integrados en forma secuencial, complementaria y compatible, todas establecidas sobre una base ecológica, agronómica y socioeconómica con la finalidad de reducir la alta severidad de la enfermedad moniliasis. Esta investigación permitió evaluar el efecto de la integración complementaria de los componentes desarrollados siendo. % reducción de la severidad de la enfermedad Moniliasis, en el incremento de la productividad, así mismo se realizó el análisis de rentabilidad, el análisis de riesgo de rendimiento, análisis de riesgo de costos y el análisis de sensibilidad comparativamente con el manejo tradicional. Hubo alta diferencia significativa en el rendimiento de 531 Kilos a 931 kilos de cacao seco Hectárea año, respectivamente. la rentabilidad directa promedio obtenida con la tecnología mejorada fue de 95,56%, y que es superior a la obtenida con la tecnología testigo que solo alcanzó en promedio 53,11%; se redujo la incidencia en 85% con la investigación integración complementaria, siendo económicamente rentable.

Summary

Cacao is one of the main crops of agricultural exports and is a generator of jobs, Of the 130 thousand hectares of cocoa that provide occupation around 450 thousand people, however productivity is greatly affected each campaign because of the high severity of the disease. Moniliasis of cocoa caused by the fungus (*Moniliophthora roreri*), causing economic losses greater than 50% to 80% of the production, its devastating effects have caused abandonment of the cocoa areas of the Creole cocoa groups, an effect that puts the native genetic material in Peru as well as cocoa activity for fine aroma chocolate. The different strategies of traditional or chemical control are not sustainable economically, environmentally and socially. During five years, the experimental phase of the technology was developed, followed by three years of the validation phase (2004-2011) generated as a technological alternative to the conditions of the cocoa agroecosystem. It was developed through the integrated management of the disease, which allowed reduction of the severity of the disease, increase crop yield and environmental sustainability. The objective of this research is to determine the complementary integration of three management components which were integrated in a sequential, complementary and compatible manner, all established on an ecological, agronomic and socioeconomic basis in order to reduce the high severity of the disease moniliasis. This investigation allowed to evaluate the effect of the complementary integration of the developed components being. % reduction in the severity of the Moniliasis disease, in the increase of productivity, as well as the profitability analysis, performance risk analysis, cost risk analysis and sensitivity analysis comparatively with traditional management. There was significant significant difference in yield from 531 Kilos to 931 kg of dry cocoa Hectarea year, respectively. the average direct return obtained with the improved technology was 95.56%, and that is higher than that obtained with the

control technology that only reached on average 53.11%, the incidence was reduced by 85% with the complementary integration research, being economically profitable.

INTRODUCCION

El cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L), es uno de los productos de importancia económica e industrial con una gran demanda de exportación, en la actualidad este producto se viene cultivando en los diferentes agro-ecosistemas cacaoteros del Perú, en las Regiones Nor Oriente, Centro y Sur Oriente. La participación de este producto en los mercados internacionales, se debe a la mayor demanda de Chocolate fino, diferenciados manejados en forma orgánica, cuya demanda se incrementa en forma sostenida en el mercado Internacional. El consumo mundial de cacao ronda los 3.7 millones de toneladas anualmente (FAO, 2005). En la actualidad en el Perú existen 130,000 has de cacao cultivados cuyos rendimientos promedios a nivel nacional son de 800 Kg/ ha, este bajo rendimiento se debe a muchos factores, en especial al limitado manejo agro - tecnológico del cultivo y a un deficiente control de plagas, que disminuyen la producción y calidad de este cultivo.

El presente trabajo de Investigación y validación, es una alternativa tecnológica al problema ocasionado por la enfermedad Moniliasis causada por el patógeno (*Moniliophthora roreri*), que causa daño directo en las mazorcas y almendras del cacao con pérdidas en más del 50% de los rendimientos, así mismo, poniendo en grave riesgo la pérdida del material genético nativo de cacao, el mismo que es demandado en la chocolatería fina a nivel mundial. En Venezuela se distribuye en los estados Táchira, Mérida, Apure y Barinas, entidades en las cuales ocasiona pérdidas de cosechas que oscilan entre 20 y 80% de la producción, según el manejo agronómico que se realice en la plantación (Sánchez *et al.* 2003). Este alto % de infección viene ocasionando impactos negativos de tipo económico, ambiental y social como son; la reducción en la calidad del grano, reducción del rendimiento, incremento en el uso de plaguicidas tóxicos, aumento de los costos de protección del cultivo.

Esta nueva alternativa tecnológica consiste en la integración de tres componentes del manejo lo que ha permitido integrar en forma secuencial, medidas de control cultural; las prácticas culturales adecuadas constituyen el único medio eficaz para convivir con la enfermedad. En primer lugar, se debe realizar una rehabilitación adecuada de la plantación; luego, podar el cacao periódicamente, manteniendo la altura de las plantas a menos de tres metros con el fin de ubicar, visual mente, los frutos afectados desde sus estadios iniciales. Una planta bien podada ayuda a que el cosechador no tenga impedimentos visuales cuando elimina los frutos enfermos. Su inóculo puede sobrevivir más de siete meses en frutos momificados que permanecen en el árbol de cacao después de la cosecha, los cuales aportan niveles elevados de esporas durante todo el periodo de fructificación (Phillips-Mora *et al.*, 2005). Innovando los procedimientos tradicionales como son el tipo de poda (poda tipo coronal) la forma de fertilización y tipo de fertilización potásica, La calidad del suelo es un indicador integral de ecosistemas agrícolas sustentables y uno de los componentes claves de la calidad del suelo es su biota, en particular el comportamiento (Harrier y Watson, 2003) y (remoción estacional de las mazorcas esporuladas en la época de cosecha). Actualmente, las pérdidas en producción de cacao son debidas al efecto directo de la enfermedad (Torres-de-la-Cruz *et al.*, 2011). En Venezuela se han dirigido esfuerzos para desarrolla prácticas tendientes a incrementar la producción de los cultivos como el cacao, surgiendo recomendaciones prácticas para fertilizarlo (Molina, 1989; PDVSA, 1992; Ramos *et al.*, 2000) Poda tipo coronal y fertilización potásica, remoción estacional de las mazorcas esporuladas en la época de cosecha.

Es importante indicar que para el éxito de esta tecnología se deben integrar necesaria y estratégicamente los tres componentes de control, considerando que dichos componentes como medidas integradas y complementarias de control. Con la implementación de la nueva tecnología se logra reducir desde el 50 % hasta el 10% de incidencia de la enfermedad. En plantaciones de baja productividad, las prácticas de control cultural han demostrado ser eficaces y suficientes para convivir con la enfermedad y mantener las pérdidas de cosecha por debajo de 15% (Sánchez *et al.* 2003).

Asimismo esta tecnología será extensiva a las comunidades nativas cuya población viene conservando y preservando el material genético biodiverso nativo del País.

Los objetivos que persiguen la tecnología son: Reducir el % de incidencia de la enfermedad Moniliasis por debajo de la curva del progreso de la enfermedad; Incrementar la productividad del cacao nativo y contribuir a una mejor rentabilidad de los Productores Cacaoteros de las Comunidades Nativas.

MATERIALES Y METODOS

El INIA, a través del Programa Nacional de Innovación de Cultivos Agroindustriales de la EEA Pichanaki, ha generado una Nueva Tecnología de Manejo Integrado de la Enfermedad Moniliasis, y es

el resultado de 08 años de Investigación adaptativa y participativa ejecutada en campos de productores de las localidades de Vista alegre, Ricardo Palma y Paratushali, de la provincia de Satipo Departamento de Junín, lugar de ejecución y diseño del ensayo experimental

Los ensayos de validación se implementaron, en el ámbito de la EEA-Pichanaki, Provincia de Satipo, en tres localidades: Satipo, Covirial Y Rio Negro; cada ensayo se seleccionó plantaciones de cacao criollo de 20 años con distanciamientos de 4 x 4 metros con una densidad de 624 plantas por ha. una altitud de 650 m.s.n.m; temperatura promedio 25° C, precipitación de 1500 mm. Los ensayos experimentales se realizaron en 04 campañas anuales y los ensayos de validación se realizaron en tres campañas con plantaciones de cacao nativo de cada zona.

Integración complementaria de tres componentes de manejo

Se desarrolló la investigación de los componentes de control de la moniliasis. La fase de investigación se inició Junio del 2004 y las evaluaciones se realizaron durante el periodo fenológico de la planta Junio – Noviembre. Los tratamientos experimentales fueron con tres repeticiones en cada una de las tres localidades en estudio. Así mismo la fase de validación se realizó el estudio de comprobación del sistema de integración complementaria con el sistema tradicional con tres repeticiones en tres localidades diferenciadas. El estudio se realizó bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial.

Los componentes de manejo que se desarrollaron en la fase experimental y se integraron en forma secuencial donde en a fase de validación se comprobó son:

1. PODA CORONAL:

- a. Ubicación de la corona principal y Selección de ramas primarias:
- b. Eliminación de falsas coronas y selección de ramas secundarias
- c. Reducción de área foliar (follaje).

2. FERTILIZACIÓN POTÁSICA

- a. Dosis de Fertilización:
- b. frecuencia de aplicación:
- c. forma de aplicación:

3. REMOCIÓN OPORTUNA ESTACIONAL DE MAZORCAS ESPORULADAS

Progreso de la Incidencia de la enfermedad moniliasis del cacao

Los parámetros de las evaluaciones con parámetros de sanidad, se realizó en forma consecutiva siguiendo el desarrollo fenológico de la mazorca, las evaluaciones fueron cuantificadas cada quincena con parámetros de % de incidencia de la enfermedad en estado de manchas, % de incidencia de la enfermedad en estado de esporulación , desde el periodo fenológico de la mazorca de cacao cuajado de mazorca evaluándose el % de la incidencia en desarrollo de mazorca cada mes. Para las evaluaciones se demarco la unidad experimental para su evaluación permanente hasta el desarrollo del fruto.

Rendimiento de cacao

Las evaluaciones con los parámetros de rendimiento se efectuó en dos campañas por año la campaña de (marzo-agosto) y la campaña de Setiembre a Diciembre), cada una estas etapas de maduración del fruto, han sido evaluadas, parámetro kilos de almendras seco/ planta los índice de almendra y los índices de mazorcas. Siendo evaluaciones desde pesos fresco y peso seco de las almendras. Considerando la densidad de siembra de 625 plantas por Ha. Evaluándose las unidades muestrales de cada unidad experimental, estimándose el rendimiento. Para el ajuste a condiciones de rendimientos comerciales, se usó el valor de 90 % del rendimiento experimental (Evans, 2005).

Análisis estadístico

Los evaluados de sanidad, rendimiento, fenología durante cada año, se sometieron a análisis de varianza bajo un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial con el procedimiento programa SAS (SAS Institute, 1998). Se aplicó la prueba de separación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$ %)

Análisis económico, se tomaron en cuenta todo los costos ejecutados en cada uno de las etapas de comprobación para ambos sistemas el comparativo de la comprobación de los sistemas de manejo de

integración complementación y el manejo tradicional, se realizó el análisis de rentabilidad, análisis de rendimientos costo e ingresos, análisis de riesgo, análisis de sensibilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. Efecto de la Integración complementaria de tres componentes de manejo en el rendimiento fenología y sanidad.

Cuadro N°1. Resultados Evaluación Marzo 2009

Variable	trat	Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
nummazp	tecnologia	3	26,95	1,52	2,62	24,56	29,76
	testigo local	3	15,00	2,12	3,67	12,40	19,20
incmanch	tecnologia	3	10,557	0,287	0,497	20,270	11,130
	testigo local	3	30,200	0,411	0,711	19,550	30,960
incespor	tecnologia	3	6,92	2,55	4,42	2,56	11,39
	testigo local	3	26,66	1,27	2,20	14,42	28,81

En el análisis de rendimiento evaluadas en 03 localidades, en el ANVA (Cuadro 1), hay una significación estadística para tratamientos en la variable % incidencia de Mazorcas Manchadas por Moniliasis, con un CV = 1,09%. El Coeficiente de Variabilidad. Alcanzó 10,55% en promedio, a comparación del trataminto Tecnología que alcanzo valores promedios de 30,26% en promedio.

En el análisis de rendimiento evaluadas en 03 localidades, en el ANVA (Cuadro 01), hay una significación estadística para tratamientos en la variable % incidencia de Mazorcas Esporuladas por Moniliasis, con un CV = 13,35%. El Coeficiente de Variabilidad. Durante la primera campaña en evaluación% de mazorcas de cacao en estado de esporulacion los valores de % de incidencia 6,92% comparativamente con el sistema tradicional con 26,6%.

Cuadro N°2: Resultados Evaluación Octubre 2010

Variable	trat	Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
nummazp	tecnologia	3	36,57	1,67	2,90	34,20	39,80
	testigo local	3	10,21	1,06	1,83	8,90	12,30
incmanch	tecnologia	3	10,413	0,454	0,786	9,800	11,300
	testigo local	3	39,460	0,859	1,489	17,760	40,530
incespor	tecnologia	3	8,517	0,401	0,695	7,920	9,280
	testigo local	3	36,313		0,3780,654	15,560	36,740

En el análisis de rendimiento evaluadas en 03 localidades, en el ANVA (Cuadro 2), hay una significación estadística para tratamientos en la variable % incidencia de Mazorcas Manchadas, con un CV = 7,43%. El Coeficiente de Variabilidad. Se observa que el tratamiento Testigo, en la 03 localidades de validación

alcanzó 10,41% en promedio, a comparación del tratamiento Tecnología que alcanzo valores promedios de 39,46% en promedio.

En el análisis de rendimiento evaluadas en 03 localidades, en el ANVA (Cuadro 2), hay una significación estadística para tratamientos en la variable % incidencia de Mazorcas Esporuladas por Moniliasis, con un CV = 5,06%. El Coeficiente de Variabilidad, Se observo que el tratamiento de la Tecnología propuesta, en la 03 localidades alcanzo 8,52% de Mazorcas Esporuladas por Moniliasis a comparación al tratamiento Testigo que alcanzo 36,31% de Mazorcas Esporuladas por Moniliasis.

Análisis de rentabilidad: Analisis de rendimientos, costos e ingresos:

así también en los ingresos, la tecnología mejorada tiene mayores ingresos debido a que tiene mayores rendimientos de mazorcas por hectárea.

El mayor rendimiento promedio se obtuvo con la tecnología mejorada con 1100 kg de cacao por hectárea, seguido por tecnología testigo con 580 kg/ha. El rendimiento promedio obtenido por la tecnología mejorada es superior a la tecnología testigo en 520 kg/ha.

El ingreso total promedio obtenido por la tecnología mejorada a validar, es superior en 104,21% con respecto la tecnología testigo.

El ingreso neto promedio obtenido por la tecnología mejorada a validar, es superior en 146,82% con respecto la tecnología testigo.

Cuadro N° 2. Análisis de Riesgo en los Rendimientos

Evaluación de los Riesgos de la tecnología MIP MONILIA

Riesgos de Rendimiento		
Elementos de Cálculo	Testigo local	MIP Monilia
Rendimiento	0,53	0,96
Desviación estándar	0,04	0,09
Coeficiente de Variabilidad Rendimiento (%)	7,50%	9,59%
Rendimiento Mínimo	0,45	0,80
Función Normal de Probalidad (Z)	-2,0366	-1,6970
Distribución normal estándar (probalial valor Z)	0,0208	0,0449
Probalidad de obtener rendimiento mínimo (%)	97,92%	95,51%

Los resultados que se muestran en el cuadro N°2 nos indican que la rentabilidad directa promedio obtenida con la tecnología mejorada fue de 95,56%, y que es superior a la obtenida con la tecnología testigo que solo alcanzó en promedio 53,11%; esto significa que la tecnología mejorada ha tenido mayores ganancias debido a su alta productividad, tal como lo demuestra la validación económica desarrollada.

Al tercer año de evaluación y a nivel de localidad, la mayor rentabilidad directa para la tecnología mejorada se ha obtenido en la localidad de Coviriali con 161,46%, es decir, de cada unidad monetaria invertida se obtiene un adicional de 1.61 unidades monetarias, lo que representa un alto porcentaje de retorno por cada unidad monetaria invertida. La mayor rentabilidad directa para la tecnología testigo se ha obtenido en la localidad de Coviriali con 89,07%, es decir, de cada unidad monetaria invertida se obtiene un adicional de 0,89 unidades monetaria.

Cuadro N° 3. Análisis de Riesgo en los Rendimientos

Riesgos de Rendimiento		
Elementos de Cálculo	Testigo local	MIP Monilia
Rendimiento	0,53	0,96
Desviación estándar	0,04	0,09
Coefficiente de Variabilidad Rendimiento (%)	7,50%	9,59%
Rendimiento Mínimo	0,45	0,80
Función Normal de Probalidad (Z)	-2,0366	-1,6970
Distribución normal estándar (probalial valor Z)	0,0208	0,0449
Probalidad de obtener rendimiento mínimo (%)	97,92%	95,51%

En el cuadro N° 3 se expresan los resultados del análisis de riesgo de la tecnología mejorada y de la tecnología local. El análisis incluye los riesgos que existen en la adopción de la tecnología mejorada al referirse a la variabilidad de los rendimientos, a la variabilidad de los precios e ingresos netos (riesgos de mercado), y a la variabilidad de los costos de producción (riesgos de los costos).

Como se puede observar, la tecnología mejorada (manejo integrado de la enfermedad Moniliasis) presenta un menor riesgo en los rendimientos frente a la tecnología testigo, toda vez que su coeficiente de variabilidad es de 9,59% frente a la variedad testigo cuyos coeficientes de variabilidad son de 7,50% en los rendimientos.

CONCLUSIONES

En la nueva tecnología Poda Coronal en el Manejo Integrado de la enfermedad moniliasis estudiada, que es eficiente, se demuestra valores en el incremento de la producción de 1100 kg por ha. Se concluye que se ha logrado reducir el % de infección de la enfermedad moniliasis hasta un 20%, encontrándose por debajo de la curva del proceso de la enfermedad. La rentabilidad de la tecnología Poda Coronal en el Manejo Integrado de la Enfermedad Moniliasis en plantaciones establecidas de cacao se logra disminuir el rendimiento promedio en 10% será de 79,89% y del testigo 41,93%. Por otro lado al incrementar los costos promedios en 10% será 82,60% para la tecnología mejorada y 43,59% para cada tecnología local respectivamente

BIBLIOGRAFIA

Argüello, O. 2000. Manejo integrado de la monilia en cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santander. En: Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Corpoica. Regional Siete. Bucaramanga, Col.

FAOSTAT, (2005): www.faostat.fao.org

Pennypacker S. P., H. D. Knoble, C. D. Antle and L. V. Madden (1980) A flexible model for studying plant disease progression. *Phytopathology* 70:232-235.

Phillips-Mora W., J. Castillo, U. Krauss, E. Rodriguez and J. Wilkinson (2005) Evaluation of cacao (*Theobroma cacao*) clones against seven Colombian isolates of *Moniliophthora roreri* from four pathogen genetic groups. *Plant Pathology* 54:483-490.

SAS Institute (1998) SAS/STAT User's Guide: Statistics. Release 6.03 Ed. SAS Institute INC. Cary, NC. USA. 441 p