



Año 25 No. 3
Número especial, 2020

Revista Venezolana de Gerencia



UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ)
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Centro de Estudios de la Empresa

ISSN 1315-9984

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES



Mejoramiento de la calidad del cultivo de cacao en Ecuador

El Salous, Ahmed¹
Martillo García, Juan Javier²
Gómez Vargas, Juliana Andrea³
Martínez Alcivar, Fernando Roberto⁴

Resumen

El cultivo de cacao, es de gran importancia económica para el Ecuador, ya que es apreciado mundialmente por sus marcadas características organolépticas. El cultivo de cacao, se ve afectado por una gran variedad de plagas y enfermedades, los cuales pueden llegar a la pérdida de casi el total de la producción. Unas de las enfermedades más conocidas son la Monilia y la Botryodiplodia. En virtud de ello, el objetivo de esta investigación es analizar el mejoramiento de la calidad en el cultivo del cacao, en la provincia del Guayas, Ecuador, comparando el efecto de dos fungicidas uno químico (Sulfato de Cobre Pentahidratado) y uno biológico (*Trichoderma harzianum*), para el control de Monilliasis (*Moniliophthora roreri*) y la pudrición negra del fruto (*Botryodiplodia theobromae*) las cuales producen daños directos en las mazorcas de las plantas de cacao. Se asumió el diseño experimental sobre un cultivo de cacao con cinco años de edad, con un Diseño en Cuadro Latino (DCL) con 6 tratamientos incluyendo el testigo absoluto con 6 repeticiones, con total de 36 unidades experimentales lo que equivale a un árbol por tratamiento. Se evidenció que *Trichoderma harzianum* presentó excelentes

Recibido: 20.12.19

Aceptado: 20.03.20

¹ PhD en Proyectos, Bsc de ciencias de plantas docente de la Universidad Agraria del Ecuador, Director del Instituto de Investigación, Ecuador, eelsalous@uagraria.edu.ec, Orcid: 0000-0001-7395-5420.

² M.sc Agroecología Y Agricultura Sostenible, Ing. Agrónomo, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, Coordinador Académico CUM, Ecuador, jmartillo@uagraria.edu.ec. Orcid: 0000-0002-0182-666x

³ Ing. Agrónomo, ex estudiante de la Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador. julianadreaagomezvargas@hotmail.com, Orcid: 0000-0002-5435-7481

⁴ M.sc en Economía Agrícola, Ing. Agrónomo, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, administrador CUM, Ecuador, jmartillo@uagraria.edu.ec, Orcid: 0000-0002-1817-9067

resultados en dosis de 600g/ha al obtener menor cantidad de mazorcas enfermas, y por ende aumentando de manera significativa el rendimiento y calidad del cultivo de cacao y beneficiará de manera directa al medio ambiente.

Palabras clave: Calidad; cultivo de cacao; *Trichoderma harzianum*; control de plagas.

Improvement of the quality of the cocoa crop in Ecuador.

Abstract

The cultivation of cocoa is of great economic importance for Ecuador, since it is appreciated worldwide for its marked organoleptic characteristics. The cocoa crop is affected by a wide variety of pests and diseases, which can lead to the loss of almost the total production. One of the best known diseases are *Monilia* and *Botryodiplodia*. By virtue of this, the objective of this research is to analyze the improvement of quality in the cultivation of cocoa, in the province of Guayas, Ecuador, comparing the effect of two fungicides a chemical one (Copper Sulfate Pentahydrate) and a biological one (*Trichoderma harzianum*), for the control of *Monilliasis* (*Moniliophthora roreri*) and black fruit rot (*Botryodiplodia theobromae*) which cause direct damage to the pods of cocoa plants. The experimental design on a cocoa crop with five years of age was assumed, with a Latin Table Design (DCL) with 6 treatments including the absolute control with 6 repetitions, with a total of 36 experimental units, which is equivalent to one tree per treatment . It was evidenced that *Trichoderma harzianum* presented excellent results in doses of 600g / ha when obtaining less quantity of diseased pods, and therefore significantly increasing the yield and quality of the cocoa crop and will directly benefit the environment.

Keywords: Quality, cocoa cultivation, *Trichoderma harzianum*, pest control.

1. Introducción

En los años 1980 y 1990, el cacao en el Ecuador fue un cultivo de importancia económica y social, siendo este en épocas de independencia uno de las principales fuentes de financiamiento convirtiéndose en soporte económico de gran parte de población, ya sea de

manera directa o indirectamente como generador de trabajo.

En la actualidad el cacao tiene gran importancia económica, social y ambiental en el Ecuador, constituyéndose en una especie primordial de los sistemas productivos de los campesinos de muchas regiones (Maquita, 2000). Su producción, se ha

convertido en uno de los cultivos más destacados, por la creciente demanda de este fruto en el país, para la industria en general o para su exportación, hace incuestionable la necesidad de manejar este cultivo de manera adecuada para lograr la producción deseada.

El cacao es una planta perenne, posee 20 cromosomas y su polinización es cruzada (alógama), su reproducción puede ser de forma sexual (semillas) o asexual (ramas). El desarrollo de la planta de cacao y su rendimiento está íntimamente relacionado con las condiciones medio ambientales del lugar donde se va a cultivar. Debido a esto, los factores climáticos influyen en la producción de la plantación, y por tal motivo, las condiciones térmicas, de humedad y luminosidad deben ser las óptimas para el cultivo. La época de floración, brotación y cosecha están regulados por el clima. Debido a estos factores es importante implementar calendarios agroclimáticos para un óptimo desarrollo del cultivo.

Este cultivo, al igual que otros, es afectado por enfermedades, como principal factor para que un cultivo tenga o no un buen rendimiento y producción, por ello es importante controlar y reducir el efecto de las enfermedades en este rubro importante de la economía ecuatoriana. Una enfermedad que se constituyen en uno de los factores limitantes de mayor importancia en la producción de esa planta, es la Monilia y la Botryodiplodia, por lo que es importante el estudio en aras de mejorar y potenciar la calidad fitosanitaria de este cultivo en el país.

En virtud de lo anterior, esta investigación se plantea realizar un análisis en el mejoramiento de la calidad en el cultivo del cacao, en el Cantón Alfredo, provincia del Guayas,

Ecuador, comparando el efecto de dos fungicidas: uno químico (Sulfato de Cobre Pentahidratado) y uno biológico (*Trichoderma harzianum*), para el control de Monilliasis (*Moniliophthora roreri*) y la pudrición negra del fruto (*Botryodiplodia theobromae*).

La investigación es de tipo experimental, se ha utilizado un diseño en cuadro latino compuesto de los seis tratamientos con seis repeticiones, con total de 36 unidad experimental, en donde cada unidad experimental lo constituirá una planta de cacao. La fumigación con fungicidas químicas se realizó con concentración de 500cc/ha y 700cc/ha, mientras, que el biológico se aplicó con concentración de 300g/ha, 400g/ha y 600g/ha, la aplicación se realizó por separado de cada fungicida con bomba de motor, siendo la primera aplicación a los 0 días, la segunda a los 40 días y la tercera a los 70 días, dejando un testigo absoluto al que no se le aplicará ningún fungicida.

Para evaluar la calidad del cultivo, se realizaron tres cosechas de manera manual en cada unidad experimental, y se establecieron los siguientes parámetros: conteo de mazorcas por árbol, síntoma de la mazorca, diagnóstico de la presencia del patógeno, daño interno de las mazorcas, y rendimiento de peso seco/árbol (kg). La evaluación estadística de los datos se realizará mediante el análisis de varianza, La comparación de promedios se realizó mediante la prueba de Tukey, al 5% de probabilidad, comparando las efectividades de los tratamientos para cada una de las enfermedades antes mencionadas en el cultivo, observando los tratamientos que ejerzan un mayor control en los patógenos: *Moniliophthora roreri* y *Botryodiplodia theobromae*, y como consecuencia el mejoramiento de

la calidad del cultivo del cacao.

Es de gran importancia que las condiciones del cultivo sean favorables para cumplir con responsabilidad los términos de la comercialización del cacao. Para la negociación se deben fijar la calidad, el precio para esa calidad, la validez de la oferta, entre otras. Una recomendación para tener éxito en la comercialización, es mantener la pureza del cacao y así mejorar la calidad, por cuanto es indispensable realizar análisis de las posibles enfermedades del cultivo y cómo abordar dichas enfermedades.

2. Cultivo de cacao en Ecuador

El árbol de Cacao, científicamente llamado *Theobroma Cacao*, se cultiva en zonas tropicales de África, América Latina, Indonesia y Malasia. Su fruto es una mazorca, de forma amelonada y con unas 40 semillas en su interior. Anualmente hay dos cosechas, una principal y otra media. Una vez recolectados los frutos, se extraen las semillas, se fermentan y se secan para obtener el Cacao en Grano.

En el proceso industrial se realizan las operaciones de limpieza, descascarillado, tostado, y mouturación, para obtener la pasta de Cacao, que es el principal ingrediente del chocolate. El cacao, es un producto que ha tenido gran importancia en el desarrollo de la economía ecuatoriana, siendo así un componente fundamental, que provee de significativos recursos económicos.

Ahora bien, de acuerdo con Solórzano et al, (2012) la historia económica de Ecuador ha estado estrechamente relacionada con el cultivo de *Theobroma cacao L*, y específicamente con la variedad de cacao nacional de sabor fino. Para

Sánchez et al (2019), en América, el cacao se lo cultiva desde México hasta Brasil; este último país es el más importante en hectáreas sembradas, ya que representa el 40% del total de la región, siendo el país que le siguen en cantidad de hectáreas sembradas Ecuador con (24%).

Es importante destacar en cuanto al cultivo, que las mazorcas sanas deben cosecharse en cuanto estén maduras. Se deben tomar medidas para minimizar los daños al árbol y sobre todo a los cojines florales, y para impedir la introducción y la diseminación de la enfermedad, utilizándose herramientas limpias y bien mantenidas. Es necesario, que la fermentación solo se realice con granos obtenidos de mazorcas recién maduras y sanas, dado que los granos procedentes de mazorcas inmaduras, demasiado maduras o dañadas/enfermas serán de calidad inferior y pueden dar lugar a problemas de seguridad alimentaria. CAOBISCO/ECA/FCC (2015).

En las plantaciones de cacao, resalta la importancia de buscar y diseñar acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo, que permita definir estrategias para el control de algunas enfermedades del cultivo, razón por la cual, se estudia en esta investigación dos de las enfermedades más comunes de la planta. Una de ella es conocida con el nombre de Monilla, causada por el hongo *Monilia roleri cif y par*. Esta enfermedad ataca a las mazorcas y cuando no se la controla oportunamente; ocasiona pérdidas de frutos que puede llegar esta pérdida hasta un 30%. La enfermedad se manifiesta con síntomas diversos según la edad del fruto en el momento de ser atacado. Los daños ocasionados por la moniliasis varían con el manejo del cultivo, las condiciones ambientales

y la semilla de cacao utilizada. Por esto; es importante tener en cuenta que su impacto es muy variable dentro de los mismos clones o híbridos

La segunda enfermedad es la Pudrición Negra de las Mazorcas, es debida al hongo *Botryodiplodia theobromae*, Pat y se caracteriza por manchas negras que van cubriendo poco a poco la totalidad del fruto y que finalmente aparece como recubierto de hollín. Se lo observa en mazorcas heridas o que han sido atacadas por *Phytophthora palmivora*. Aparece sobre todo en las mazorcas maduras no cosechadas. Puede también atacar los tejidos heridos de las ramas jóvenes. Una vez más se ve la importancia de cosechar oportunamente las mazorcas maduras y no producir heridas a mazorcas, tronco o ramas del árbol.

Esta es la enfermedad más importante del cacao en todas las áreas cacaoteras del mundo; causada por hongos del complejo *Phytophthora*, es responsable de más pérdidas en las cosechas que cualquier otra enfermedad existente en la región. Aunque el hongo puede atacar plántulas y diferentes partes del árbol de cacao, como cojines florales, chupones, brotes, hojas, ramas, tronco y raíces, el principal daño lo sufren las mazorcas.

Una forma del control de enfermedades podría ser mediante la remoción exhaustiva de los órganos enfermos, realizada en el momento de la poda del cultivo. Este control, puede basarse en la creación de un ambiente favorable para el árbol de cacao y desfavorable al patógeno; esto contribuye a menor pérdida de frutos.

Por lo anteriormente expuesto, es importante el estudio de acciones que permitan controlar la calidad del cultivo y de los productos derivados,

concentrando la atención en técnicas de control empleadas para hacer frente a las enfermedades del cultivo y las amenazas que esto acarrea a nivel de la producción local y nacional.

3. Calidad del cultivo de cacao

La calidad, definida desde la concepción tradicional como cero defectos, y el cumplimiento de especificaciones y estándares, es fundamental en cualquier actividad organizacional. Se mide a nivel de procesos, servicios y también a nivel de los productos que se elaboran, fabrican o derivan de un sistema de producción.

En lo que corresponde a la calidad del producto sería un concepto variable basado en atributos y vendría determinada por el grado de adecuación para usos o consumos concretos. Según la Organización Internacional de Normalización (ISO) la calidad es la capacidad de un producto o servicio de satisfacer las necesidades declaradas o implícitas del consumidor a través de sus propiedades o características. De esta manera, la adecuación es definida por el usuario o consumidor (Juran et al, 2005).

En el caso del cacao, existen factores que determinan la calidad de las almendras son cinco: genotipo, clima, tipo de suelo, manejo agronómico y, fitosanitario que se ofrezca a las plantas (Cross, 2004). En virtud de ello, dicha calidad también dependerá de las exigencias de cada mercado y más aún del producto terminado, apreciando un cacao fino o aromático que permita la elaboración de productos procesados que tengan buenos parámetros para ser industrializados. Por lo tanto, un cacao de calidad implica cumplir con una serie de requisitos que inicia desde

la selección del sitio de siembra, tipo de suelo, hasta la aplicación de tecnología y post-cosecha adecuada.

En este sentido, la calidad del cacao incluye todos los aspectos importantes de sabor y pureza y características físicas que tienen un impacto directo en el desempeño de la fabricación y aspectos como trazabilidad, indicadores geográficos y certificación para indicar la sostenibilidad de los métodos de producción (CAOBISCO/ECA/FCC, 2015). En este caso, se analizará la calidad del cultivo considerando el manejo o control fitosanitario que se realice a las plantas.

Se debe dar mucha atención a la calidad del cultivo y el mejoramiento del mismo. Sabatier et al, (2013) en la investigación realizada para evaluar el rendimiento productivo del cacao, confirmaron que los sistemas ecológicamente intensivos fueron más robustos para los brotes de plagas y las perturbaciones relacionadas con las características de los plaguicidas, mientras que los sistemas químicamente intensivos fueron más robustos para la producción de cacao y las perturbaciones relacionadas con el manejo. Por su parte, Nigeria por Etaware et al, (2020) mencionaron que los productores de cacao para el mejoramiento de sus cultivos, aplican fungicidas con

frecuencia para controlar la enfermedad de la vaina negra, esta práctica es mortal y letal para el medio ambiente, por lo cual se desarrolló un sistema de advertencia para detectar brotes de esta enfermedad y puede ayudar a minimizar el uso excesivo de fungicidas por parte de los agricultores. En este sentido, se analizan a continuación los parámetros establecidos para evaluar la calidad del cultivo de tres cosechas que se realizaron de manera manual para la presente investigación.

3.1. Control de mazorcas: conteo de mazorcas por árbol

Para realizar el análisis, se contaron las mazorcas de la cosecha con y sin síntomas de *Moniliasis* y *Botryodiplodia*, clasificándolas en mazorcas sanas y enfermas de todos los árboles seleccionados. Es importante destacar que esta variable se tomó cada treinta días. Se detallan los promedios obtenidos con respecto al número de mazorcas sanas por cada árbol, lo que constituyó una unidad experimental. Esta variable se evaluó a los 30, 60 y 90 días después de cada aplicación de los respectivos tratamientos. A continuación se muestra los resultados obtenidos (tabla1)

Tabla 1
Promedio de Mazorcas Sanas

N	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS		
		1 ^{era}	2 ^{da}	3 ^{ra}
		Evaluación	Evaluación	Evaluación
1	Sulfato de Cobre 500cc/ha	19,8 b	16,5 bc	23,8 ab
2	Sulfato de Cobre 700 cc/ha	21,8 b	20,2 b	25,0 ab

Cont... Tabla 1

3	<i>Trichoderma harzianum</i> 300g/ha	19,0 b	18,2 b	24,8 b
4	<i>Trichoderma harzianum</i> 600g/ha	31,3 a	30,2 a	29,8 a
5	<i>Trichoderma harzianum</i> 400g/ha	20,5 b	18,3 b	21,2 b
6	Testigo absoluto	9,8 c	11,0 c	11,0 c
	CV (%)	18,98	16,97	14,97

Fuente: Elaboración propia (2020).

El análisis de varianza de los resultados detectó diferencias significativas en cuanto a la aplicación de *Trichoderma harzianum*. Por lo tanto, según lo que se indica en la tabla 1, de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad el tratamiento que presentó mejores resultados en las tres evaluaciones fue el número 4, el cual representa a *Trichoderma harzianum* con una dosis de 600g/ha, el cual brinda

un mayor número de mazorcas sanas.

Ahora bien, en la tabla 2, se muestran los promedios obtenidos con respecto al número de mazorcas enfermas por árbol o de cada unidad experimental en estudio a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de los respectivos tratamientos. Se muestran los diferentes tratamientos realizados y las evaluaciones respectivas.

Tabla 2
Promedio de Mazorcas Enfermas

Nº	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS		
		1era Evaluación	2da Evaluación	3ra Evaluación
1	Sulfato de Cobre 500cc/ha	6,7 a	6,3 ab	6,3 ab
2	Sulfato de Cobre 700 cc/ha	3,5 b	4,5 bc	5,7 abc
3	<i>Trichoderma harzianum</i> 300g/ha	7,5 a	5,5 abc	4,3 abc
4	<i>Trichoderma harzianum</i> 600g/ha	2,8 b	2,5 c	3,5 c
5	<i>Trichoderma harzianum</i> 400g/ha	4,0 b	5,0 abc	4,1 bc
6	Testigo absoluto	8,0 a	7,8 a	6,8 a
	CV (%)	25,32	33,51	27,25

Fuente: Elaboración propia (2020)

El análisis de varianza de los resultados detectó diferencias significativas en cuanto a la aplicación de *Trichoderma harzianum*, representado en el tratamiento número 4, seguido del número 2 con Sulfato de Cobre Pentahidratado. Por lo tanto, y de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad, el tratamiento que presentó mejores resultados en las tres evaluaciones sigue siendo el tratamiento número 4 o *Trichoderma harzianum* con dosis de 600g/ha, el cual mostró una menor cantidad de mazorcas enfermas.

La efectividad de agente biológico es similar a la aplicación realizada por Widyanta et al, (2013) donde utilizaron una alternativa para controlar la enfermedad de la vaina negra del cacao mediante el uso de agentes biológicos como biofungicida, incluida la utilización de *Pseudomonas fluorescence* y *Bacillus subtilis*.

3.2. Control de mazorcas: Síntoma de la mazorca

Para determinar los síntomas, se evaluaron mazorcas o frutos al azar, de forma macroscópica, observando con una lupa de 10x, cada treinta días para cada unidad experimental. En la tabla 3, se centran los promedios obtenidos de los síntomas de mazorcas enfermas

por árbol o unidad experimental en estudio a los 30, 60 y 90 días después de cada aplicación de los respectivos tratamientos.

El análisis estadístico correspondiente de síntomas en mazorcas afectadas por los patógenos en estudio a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos con su respectiva dosis, evidenciándose en la primera evaluación que el análisis de varianza no detectó diferencias significativas, mientras que en la segunda y tercera evaluación sí se presentaron diferencias significativas en cuanto al testigo absoluto. Por lo tanto, según lo que se indica en la tabla 3 de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad a la segunda y tercera evaluación en los tratamientos se presentaron diferencias significativas siendo el tratamiento que presentó una mayor cantidad de síntomas fue el testigo absoluto. Contrariamente el que presentó una menor cantidad de síntomas de las enfermedades en estudio fue el tratamiento 5 seguido del número 4. Cabe mencionar que los datos fueron ajustados a raíz cuadrada ($y+1$), debido a que la información presentaba coeficientes de variación relativamente altos; lo cual permitió corroborar los resultados reportados por el análisis de varianza.

Tabla 3
Promedio de Síntomas en Mazorcas Enfermas

Nº	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS		
		1era Evaluación	2da Evaluación	3ra Evaluación
1	Sulfato de Cobre 500cc	4,2 a	3,5 ab	3,3 b
2	Sulfato de Cobre 700 cc	3,7 a	3,8 ab	4,0 ab

Cont... Tabla 3

3	<i>Trichoderma harzianum</i> 300g	3,0 a	3,2 ab	3,7 ab
4	<i>Trichoderma harzianum</i> 600g	3,7 a	2,6 ab	2,2 b
5	<i>Trichoderma harzianum</i> 400g	4,2 a	2,0 b	1,8 b
6	Testigo absoluto	5,0 a	4,7 a	5,8 a
	CV (%)	34,85	34,20	35,79
	CV para dato transformado (%)	14,50	13,50	16,61

Fuente: Elaboración propia (2020).

3.3. Diagnóstico de mazorcas por árbol

Para el diagnóstico de mazorcas por árbol, se observaron los signos

de Moniliasis y Botryodiplodia para determinar la presencia del patógeno en las mazorcas afectadas, y luego se determinó el agente causal en el microscopio, cada treinta días.

Tabla 4
 Promedio de Diagnóstico Mazorcas

N	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS		
		1era Evaluación	2da Evaluación	3ra Evaluación
1	Sulfato de Cobre 500cc/ha	5,1 ab	3,8 b	2,9 b
2	Sulfato de Cobre 700 cc/ha	4,3 ab	5,1 b	3,9 b
3	<i>Trichoderma harzianum</i> 300g/ha	2,8 b	5,2 b	3,9 b
4	<i>Trichoderma harzianum</i> 600g/ha	1,8 b	1,2 b	1,8 b
5	<i>Trichoderma harzianum</i> 400g/ha	2,5 a	3,0 b	2,8 b
6	Testigo absoluto	10,6 a	11,3 a	10,1 a
	CV (%)	84,60	58,01	65,63
	CV para dato transformado (%)	34,97	23,75	25,96

Fuente: Elaboración propia (2020).

En la tabla 4, se puntualizan los promedios obtenidos con respecto al diagnóstico de mazorcas enfermas por árbol en estudio a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de los respectivos tratamientos.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas con respecto al tratamiento 6, que representa al testigo absoluto en el cual se diagnosticó una mayor cantidad de signos de las enfermedades en estudio. Por lo tanto, según lo que se indica en el cuadro 4 de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad en los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5 no se presentó gran diferencia significativa ya que los valores resultaron similares, sin embargo, los tratamientos que presentaron una mejor eficacia fueron el número 4 (*Trichoderma harzianum* 600g/ha) y el 5 (*Trichoderma harzianum* 400g/ha). Cabe mencionar que los datos fueron ajustados a

raíz cuadrada ($y+1$), debido a que la información presentaba coeficientes de variación relativamente altos; lo cual permitió corroborar los resultados reportados por el análisis de varianza.

3.3. Daño interno en mazorcas por árbol

En esta oportunidad se evaluó el daño interno de mazorcas de cacao afectadas por *Moniliophthora roreri* y *Botryodiplodia theobromae* en cada árbol seleccionado, separando granos sanos de enfermos y expresando su peso en porcentaje. Esta variable se evaluó en tres cosechas cada 8 días. A continuación en la tabla 5, se enumeran los promedios obtenidos con respecto al daño interno en porcentaje por árbol, estos datos fueron evaluados en 3 cosechas

Tabla 5
Promedio de Daño Interno de Mazorcas

Nº	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS		
		1era Evaluación	2da Evaluación	3ra Evaluación
1	Sulfato de Cobre 500cc/ha	7,50 b	8,0 b	5,8 b
2	Sulfato de Cobre 700 cc/ha	9,0 ab	11,0 b	9,0 b
3	<i>Trichoderma harzianum</i> 300g/ha	5,6 b	8,5 b	6,6 b
4	<i>Trichoderma harzianum</i> 600g/ha	6,1 b	3,8 b	3,0 b
5	<i>Trichoderma harzianum</i> 400g/ha	5,8 b	6,0 b	6,8 b
6	Testigo absoluto	21,17 a	22,6 a	20,3 a
	CV (%)	77,53	57,40	58,12
	CV para dato transformado (%)	35,09	25,46	23,82

Fuente: Elaboración propia (2020).

El análisis estadístico de daño interno en porcentaje de mazorcas afectadas por los fitopatógenos en estudio, el análisis de varianza mostró diferencias significativas. Por lo tanto, según lo que se indica en la tabla 5 con respecto al test de Tukey al 5% de probabilidad el tratamiento que presentó un mayor porcentaje de daño interno en las mazorcas fue el testigo absoluto representado por el tratamiento 6, seguido del tratamiento 2 o Sulfato de Cobre Pentahidratado. El tratamiento 4 (*Trichoderma harzianum* 600g/ha) fue quien presentó un menor porcentaje de daño interno en mazorcas. También cabe mencionar que los datos fueron ajustados a raíz cuadrada ($y+1$), debido a que la información presentaba coeficientes de variación relativamente altos; lo cual permitió corroborar los resultados reportados por el análisis de varianza.

Estos resultados van de acuerdo de lo reportado por Tirado, Lopera y Ríos (2016), los cuales plantean que para el control de las enfermedades

causadas principalmente por hongos fitopatógenos del género *Moniliophthora* sp., especialmente, *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa*, causantes de las enfermedades moniliasis y escoba de bruja, respectivamente, las estrategias más utilizadas para el control de estas enfermedades son la remoción de mazorcas con signos de enfermedad, el empleo de fungidas a base de cobre y los controladores biológicos como *Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp.

3.5. Rendimiento peso seco/ árbol

Esta variable se registró para cada uno de los árboles seleccionados, la cual se realizó en el momento de la cosecha y cuyo peso se determinó en kg de granos de cacao seco por árbol. La tabla 6, detalla los promedios obtenidos del rendimiento de peso seco/árbol en kg en las 3 cosechas respectivas, después de la aplicación de los tratamientos en estudio.

Tabla 6
Promedio de Rendimiento Peso Seco/Árbol (kg)

N	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS		
		1era Evaluación	2da Evaluación	3ra Evaluación
1	Sulfato de Cobre 500cc/ha	0,05 a	0,05 a	0,05 abc
2	Sulfato de Cobre 700 cc/ha	0,04 bc	0,04 b	0,04 bc
3	<i>Trichoderma harzianum</i> 300g/ha	0,04 abc	0,04 ab	0,04 bc
4	<i>Trichoderma harzianum</i> 600g/ha	0,05 a	0,05 ab	0,05 a
5	<i>Trichoderma harzianum</i> 400g/ha	0,05 ab	0,04 ab	0,05 ab
6	Testigo absoluto	0,04 c	0,04 b	0,04 c
CV (%)		6,07	6,06	6,84

Fuente: Elaboración propia (2020)

El análisis estadístico de rendimiento de peso seco/árbol en kg, en donde el análisis de varianza determinó diferencias significativas. Por lo tanto, en el cuadro 6 con respecto al test de Tukey al 5% de probabilidad el tratamiento que mostró mejores resultados en cuanto al rendimiento peso seco/árbol fue *Trichoderma harzianum* con una dosis de 600g/ha representado por el tratamiento 4, seguido de Sulfato de Cobre Pentahidratado con dosis de 500cc/ha representado por el tratamiento 1. Mientras Anzules et al, (2019) confirman que las buenas prácticas agronómicas, la fertilización, sumadas al control químico y biológico, aumentarán los rendimientos del cultivo del cacao.

4. Conclusiones

El cacao ecuatoriano es reconocido mundialmente por sus marcadas características de aroma y color sumamente apreciadas en la preparación de chocolates finos, revestimientos y coberturas, por cuanto la producción cacaotera del Ecuador se está convirtiendo en uno de los blancos más importantes para los negocios de exportación a nivel mundial.

En el Ecuador existen grandes pérdidas en los cultivos de cacao por este estos dos tipos de enfermedades (*Moniliophthora roreri* y *Botryodiplodia theobromae*), pues en la época de mayor humedad y altas temperaturas, puede afectar casi la totalidad de la producción, sino se toman las medidas necesarias para el mejoramiento de la calidad del cultivo.

Un manejo agronómico direccionado con un control fitosanitario adecuado es de vital importancia para prevenir cualquier aparición de plagas

y enfermedades que permita tener un mejoramiento de la calidad del cultivo de cacao, lo cual constituye uno de los pasos más importantes para la obtención de cacao de alta calidad

Sobre estos planteamientos, es importante realizar estudios que permitan obtener resultados dados, con el tratamiento de un fungicida biológico *Trichoderma harzianum* con una dosis de 600g/ha representado por el tratamiento 4, fue lo que más efecto positivo tiene con relación a los variables estudiadas, para el control de la enfermedad de *Moniliophthora roreri* y *Botryodiplodia theobromae*, aumentar el rendimiento de la producción y como consecuencia es el tratamiento más efectivo para el mejoramiento de la calidad del cultivo del cacao. Mientras que el testigo absoluto o tratamiento 6 es el que presentó un menor rendimiento por árbol.

Referencias Bibliográficas

- Anzules. V, Borjas. R, Alvarado. L, Castro. V. y Julca.A. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora spp* en *Theobroma cacao* 'CCN-51'. *Scientia Agropecuaria*. <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/2656>
- CAOBISCO/ECA/FCC, (2015). "Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements". (End, M.J. and Dand, R., Editors). Adapted from the Cocoa Research Centre, Sensory Training Guide, (2015). Cocoa Research Centre, UWI.
- Cross, E. (2004). *Factores que afectan el desarrollo del sabor a cacao bases bioquímicas del perfil aromático. Memoria*. Taller Internacional calidad Integral del cacao: Teoría y Práctica. Quevedo, INIAP / EET-P.

- Etaware, P., Adedeji, A., Osowole, O. y Odebode, A. (2020). ETAPOD: A forecast model for prediction of black pod disease outbreak in Nigeria. *PLoS ONE*, 15(1), e0209306. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209306>
- Juran, J.M., Bingham, R.S. y Gryna, F.M. (2005). *Manual de Control de la Calidad*. 2ª ed. Reverté. 1534 pp.
- Maquita, C. (2000). *Guía técnica sobre cuidado en el cultivo del cacao*. Boletines 1-10. Quito.
- Sabatier, R., Wiegand, K. y Meyer, K. (2013). Effects of Two Contrasting Types of Management Strategies. *PLoS ONE*, 8(12), e80352. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080352>
- Sánchez, V., Zambrano, L., Iglesias, C., Rodríguez, E., Villalobos, V., Díaz, F., Carrillo, N., Gutiérrez, A., Camacho, A. y Rodríguez, O. (2019). La Cadena de Valor del Cacao en América Latina y El Caribe. <https://url2.cl/nMxTf>
- Solórzano, L., Fouet, O., Lemainque, A., Pavék, S., Boccara, M. y Argout, X. (2012). Insight into the Wild Origin, Migration and Domestication History of the Fine Flavour Nacional Theobroma cacao L. Variety from Ecuador. *PLoS ONE*, 7(11), e48438. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048438>
- Tirado, P., Lopera, A. y Ríos, L. (2016). Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en Theobroma cacao L. revisión sistemática. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 17(3), 417-430. https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num3_art:517
- Widyanta, P., Sukamto, S., Nur, L. y Vida, Y. (2013). Growth Inhibition of Cocoa Pod Rot Fungus *Phytophthora palmivora* by *Pseudomonas* fluorescence and *Bacillus subtilis* bacteria. *Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute*. <https://www.onesearch.id/Record/IOS2319.article-59/Details>