



Portada

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN HORTICULTURA Y  
FRUTICULTURA**

**TEMA DE LA TESIS**

**Uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la  
estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao  
(*Theobroma cacao L.*)**

Previo a la obtención del título de:  
Ingeniero en Horticultura y Fruticultura

**AUTOR:**

BRAVO MURILLO JOSÉ LUIS

**DIRECTORA DE TESIS**

Ph.D. SUÁREZ CAPELLO CARMITA

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2015**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **José Luis Bravo Murillo**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

**Atentamente,**

---

Autor: José Luis Bravo Murillo

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ph.D. Carmita Suarez Capello, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado José Luis Bravo Murillo, realizo la tesis de grado previo a la obtención del título de **“USO DE MOLÉCULAS QUÍMICAS DE BAJA TOXICIDAD PARA INCLUIR EN LA ESTRATEGIA DE MANEJO DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.)”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,

---

Ph.D. Carmita Suarez Capello  
DIRECTORA DE TESIS



Tribunal de tesis

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN HORTICULTURA Y  
FRUTICULTURA**

Presentado al consejo directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Horticultura y Fruticultura

**APROBADA:**

---

**Ing. Alfonso Vasco Medina**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Cesar Varas Maenza**

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

---

**Ing. Fabricio Canchignia Martínez**

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

**QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR**

**2015**

## **AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA**

### **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a Dios por bendecirme, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A Cada uno de los que forman parte de mi familia. Padres y abuelitos quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. A mis hermanos por sus sabios consejos a mi novia Génesis gracias por brindarme tu paciencia, comprensión y sobre todo tu amor durante toda esta etapa de mi vida. A mi directora de tesis Dra. Carmen Suarez por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxitos.

De igual manera agradecer al Ing. Denis Carriel por su visión crítica y consejos brindados durante la realización de esta tesis

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. A mis profesores, que a lo largo de mi carrera, me han transmitido sus amplios conocimientos y sus sabios consejos, a mis queridos compañeros que con respecto y humildad logramos superarnos.

Al Ing. Agr. M. Sc. Segundo Alfonso Vasco Medina, Docente y Presidente del Tribunal de Tesis.

Al Ing. Agr. M. Sc. Cesar Cristóbal Varas Maenza, Docente y Miembro del Tribunal de Tesis.

Al Ing. M. Sc. Hayron Fabricio Canchignia Martínez, Docente y Miembro del Tribunal de Tesis.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante no desmayar en los problemas que se presentaban y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Para mi honorable familia, mis padres quienes son mis pilares fundamentales en mi vida, mi madre Juanita Murillo, mi padre Oscar Bravo, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Mi abuelita Aura Almache (+), mi abuelito Augusto Murillo. A mis hermanos Gina, Mónica y Oscar, quienes siempre han estado apoyándome en los buenos y malos momentos, haciéndome saber que siempre podre confiar en ellos. A mis queridas sobrinas, Estefanía, Ainhoa y Ashley, que con sus locuras y ocurrencias supieron alegrarme en los momentos difíciles de mi vida, y para que puedan ver un ejemplo a seguir.

## ÍNDICE

Portada.....	I
Declaración de autoría y cesión de derechos .....	II
Certificación del director de tesis .....	III
Tribunal de tesis.....	IV
Agradecimiento y dedicatoria.....	V
Índice.....	VIII
Índice de cuadros.....	VI
Índice de figuras.....	VI
Índice de anexos.....	VI
Resumen ejecutivo .....	VIII
Abstract.....	IXVIII
<b>CAPITULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	2
1.2 Objetivos .....	3
1.2.1 General .....	3
1.2.2 Específicos.....	3
1.3 Hipótesis .....	4
<b>CAPITULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1 Fundamentación Teórica .....	6

2.1.1	Generalidades del cacao .....	6
2.2	El cacao y sus principales enfermedades .....	7
2.2.1	La moniliasis .....	7
2.2.1.1	Sintomatología .....	8
2.2.2	Escoba de bruja .....	8
2.2.2.1	Sintomatología .....	9
2.2.3	Mazorca negra .....	9
2.2.3.1	Combate natural .....	10
2.2.3.2	Combate químico .....	10
2.3	Fungicidas.....	11
2.3.1	Fosetil - Aluminio (Aliette, Fosetiicc WP, Fosetil – Al).....	11
2.3.2	Metalaxil-M + Mancozeb (Ridomil Gold, Tramin) .....	13
2.3.3	Sulfato de cobre Pentahidratado (Phyton, Pa/ton, Promet Cu).....	14
2.3.4	Fosfito de Potasio (Foska, Kalex) .....	16
2.3.5	Hidróxido de Cobre (Kocide 2000).....	17
2.3.6	Melaleuca Alternifolia (Ausoil, Timorex) .....	18
CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		21
3.1	Materiales y Métodos .....	22
3.1.1	Localización de la investigación .....	22
3.1.2	Material Genético .....	22
3.1.3	Densidad de siembra .....	22
3.1.3.1	Características de las parcelas experimentales.....	23
3.1.4.	Descripción de los Tratamientos.....	24
3.2	Tipo de investigación .....	24
3.3	Diseño experimental .....	25
3.3.1	Análisis de datos.....	25
3.3.1.1	Análisis de Varianza para invierno.....	25

3.3.1.2	Análisis de Varianza para verano y capacidad antiesporulante .....	26
3.3.2	Evaluación de productos fungicidas en una plantación comercial de cacao clonal CCN-51.....	26
3.3.2.1	Fase de invernadero; evaluación de la capacidad antiesporulante en mazorcas .....	26
3.3.2.2	Fase de campo; determinación de la eficiencia de control de los productos fungicidas.....	27
3.3.3	Manejo del experimento.....	27
3.3.4	Fase de invernadero .....	27
3.3.4.1	Capacidad de producir esporas en mazorcas de cacao.....	27
3.3.5	Fase campo .....	28
3.3.5.1	Número de Cherelles.....	28
3.3.5.2	Total de Frutos Enfermos .....	28
3.3.5.3	Peso fresco (g) .....	28
3.3.5.4	Número de escobas vegetativas .....	29
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		30
4.1	Resultados .....	31
4.1.1	Fase de invernadero; evaluación de la capacidad antiesporulante en mazorcas de cacao. ....	31
4.1.1.1	Capacidad antiesporulante de moniliasis en mazorcas de cacao .....	31
4.1.2	Fase de campo: determinación de la eficiencia de control de los productos en estudio. ....	33
4.1.2.1	Época de invierno .....	33
	Cherelles Wilt .....	33
	Porcentaje de mazorcas enfermas de cacao. ....	34
	Escoba de bruja vegetativa .....	35
4.1.2.2	Época de verano .....	36
	Cherelles wilt .....	36
	Porcentaje de mazorcas enfermas de cacao .....	37

Escoba de bruja vegetativa .....	38
4.2 Discusión .....	40
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1 Conclusiones .....	44
5.2 Recomendaciones .....	45
CAPITULO VI BIBLIOGRAFÍA.....	46
6.1 Literatura Citada .....	47
CAPITULO VII ANEXOS.....	50

## ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1	Datos meteorológicos de quevedo provincia de los ríos .....	22
Cuadro 2	Especificaciones de siembra del ensayo de cacao .....	23
Cuadro 3	Fungicidas (tratamientos) utilizados en el ensayo experimental de cacao. ....	24
Cuadro 4	Capacidad antiesporulante con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) .....	32
Cuadro 5	Cherelles wilt en época de invierno con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) .....	34
Cuadro 6	Porcentaje de mazorcas enfermas y peso fresco en época de invierno, con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) .....	35
Cuadro 7	Escoba de bruja vegetativa en época de invierno, con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) .....	36
Cuadro 8	Cherelles wilt en época de verano, con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) .....	37
Cuadro 9	Porcentaje de mazorcas enfermas y peso fresco en época de verano, con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) .....	38
Cuadro 10	Escoba bruja vegetativa en época de verano, con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) .....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evaluación del tratamiento metalaxil + mancozeb, a los dos, seis y diez días.....	32
Figura 2 Evaluación del tratamiento testigo, a los dos, seis y diez días .....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 7. 1 Croquis de campo del ensayo .....	51
Anexo 7. 2 Análisis de varianza capacidad antiesporulante a los 2 días, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2014.....	52
Anexo 7. 3 Análisis de varianza capacidad antiesporulante a los 6 días, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2014.....	52
Anexo 7. 4 Análisis de varianza capacidad antiesporulante a los 10 días, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2014.....	52

Anexo 7. 5	Análisis de varianza, cherelle wilt en la época de invierno, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2013. ....	53
Anexo 7. 6	Análisis de varianza, numero de mazorcas sanas en la época de invierno, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2013.....	53
Anexo 7. 7	Análisis de varianza, porcentaje de mazorcas enfermas en la época de invierno, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2013. ....	54
Anexo 7. 8	Análisis de varianza peso fresco en la época de invierno, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2013. ....	54
Anexo 7. 9	Análisis de varianza, escoba de bruja vegetativa en la época de invierno, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2013.....	55
Anexo 7. 10	Análisis de varianza, cherelle wilt en la época de verano, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2014. ....	55

Anexo 7. 11	Análisis de varianza, numero de mazorcas sanas en la época de verano, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2014. ....	56
Anexo 7. 12	Análisis de varianza, porcentaje de mazorcas enfermas en la época de verano, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2014. ....	56
Anexo 7. 13	Análisis de varianza, peso fresco en la época de verano, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2014. ....	57
Anexo 7. 14	Análisis de varianza, escoba de bruja vegetativa en la época de verano, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ), Quevedo 2014. ....	57
Anexo 7. 15	Fotos, aplicación de los tratamientos en estudio para evaluar la capacidad antiesporulante en mazorcas de cacao. ....	59
Anexo 7. 16	Fotos de los registros de datos, capacidad antiesporulante en mazorcas de cacao. ....	59
anexo 7. 17	Fotos, aplicación de los tratamientos en campo. ....	60

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se la realizó durante los años del 2013 y 2014 en la época lluviosa y seca, en la hacienda “Rio Lindo Alto”, ubicada en el Km 16 vía Quevedo - El Empalme, Recinto. “San Jorge”, Provincia de Los Ríos, propiedad perteneciente a la Empresa Agrícola Industrial Tropical S.A. AGROTROPICAL. Se planteó el siguiente objetivo general: Determinar la eficiencia de moléculas químicas de baja toxicidad disponibles en el mercado nacional, para el manejo de enfermedades del cacao. Objetivos específicos: Establecer el efecto de las moléculas químicas, capacidad antiesporulante contra las enfermedades de las mazorcas del cacao y seleccionar a nivel de campo las moléculas químicas fungicidas más eficientes para el control de las enfermedades de mazorca del cacao. Se utilizó la aplicación de seis productos fungicidas representantes de diferentes familias químicas de baja toxicidad en invierno y en el verano se incluyó un tratamiento testigo para ver las diferencias de los productos, se evaluó la incidencia de enfermedades, número de escobas vegetativas, número de Cherelles wilt y peso fresco.

En el uso de moléculas químicas en la capacidad antiesporulante el tratamiento a base de Metalaxil + Mancozeb con dosis media de 2,75 kg/ha, presento los menores valores. Para el porcentaje de enfermedades el ingrediente activo Fosetil Aluminio mostro el menor valor en invierno este siendo aplicado con una dosis media de 2,50 kg/ha, para el verano mostro menos valor el Hidróxido de cobre con una dosis 3,00 Kg/ha. Para las variables Cherelles wilt, y Escoba de bruja el ingrediente activo Hidróxido de cobre mostro los menores valores. El Metalaxil + Mancozeb obtuvo el mayor peso fresco en invierno mientras que en verano el Hidróxido de cobre mostro mayor valor. Los resultados obtenidos en esta investigación soporta la hipótesis de que si existen moléculas químicas de baja toxicidad que se están utilizando y que el productor tiene como alternativa para integrar un plan de manejo de enfermedades en la mazorca de cacao.

## ABSTRACT

This research was conducted during the years 2013 and 2014 in the rainy and dry seasons in the farm "Rio Lindo High", located at Km 16 via Quevedo - El Empalme Campus. "San Jorge", Province of Los Rios, property belonging to the Tropical Agricultural Industrial Company SA Agrotropical. The following general objective was raised: To determine the efficiency of chemical molecules of low toxicity available in the market to manage cocoa diseases. Specific objectives: To establish the effect of chemical molecules, capacity antispore against diseases of cocoa pods and field-level select the most efficient for the control of diseases of cocoa pod molecules chemical fungicides. Applying fungicides six representatives from different chemical families of low toxicity are used in winter and in summer a control treatment was included to see the differences of the products, the incidence of diseases, number of vegetative brooms, number assessed Cherelles wilt and fresh weight.

In the use of chemical molecules in the ability antispore treatment based Metalaxyl + Mancozeb with average dose of 2.75 kg / ha, I present the lowest values. For the percentage of the active ingredient diseases Fosetil Aluminum showed the lowest value in winter this being applied with an average dose of 2.50 kg / ha, for the summer showed less value the copper hydroxide with a dose 3.00 kg / ha . For variables Cherelles wilt, and Witch broomstick active ingredient copper hydroxide showed the lowest values. The Metalaxyl + Mancozeb had the highest fresh weight in winter while in summer the copper hydroxide showed higher value. The results obtained in this research supports the hypothesis that if there are chemical molecules of low toxicity are being used and that the producers have an alternative plan to integrate disease management in cocoa pod.

# **CAPITULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao L.*) cultivo que se encuentra ligado a lo histórico, económico, político y social del Ecuador, ocupa buena parte de la superficie agrícola del país y de la sub-región andina. Es el producto de exportación más antiguo del Ecuador, durante la época colonial y luego durante la República, la economía de lo que hoy constituye el Ecuador ha estado fuertemente ligada a la producción del cacao y aunque venido a menos por los avatares del que hacer agropecuario del país, aun representa uno de los principales rubros del sector, generando recursos y empleo, contribuyendo al desarrollo y progreso de la economía ecuatoriana. En el proceso de tecnificación del cultivo, el manejo de las enfermedades que lo afectan (*Monilia*, *Phytophthora* y Escoba de bruja) principalmente requiere de atención constante lo que incluye uso de fungicidas en épocas epidémicas (Diciembre a Mayo). Recomendaciones oficiales para cacao, basadas en resultados de pruebas experimentales señalan el uso de una azoxystrobina (Bankit), y un producto a base de cobre (Hidroxido de Cu – Kocide 2000), este último reemplazando al Oxido cuproso de mayor toxicidad al ambiente. Sin embargo, existe una amplia gama de fungicidas que las casas comerciales recomiendan y el productor usa con resultados variables y cuyas dosis y frecuencias requieren ser precisadas en las condiciones de las huertas del país.

El cultivo de cacao es atacado por varias enfermedades producidas por hongos que producen reducciones del rango de 40 – 60 % anual en el rendimiento del cultivo, las cuáles, se traducen en disminuciones drásticas en los ingresos de las familias productoras de cacao en el país. Las características de estas enfermedades (*Monilia* y Escoba de bruja causadas por hongos del genero *Monilíophthora* y *Fitoftora*, causada por un pseudohongo *Phytophthora*) requieren de una estrategia de manejo integrado para su control la misma que

incluye uso de productos químicos que los cacaoteros, en especial los empresariales, están usando sin un respaldo científico en condiciones locales.

Durante la época lluviosa de la región cacaotera coincide la mayor producción de cacao y la incidencia de las enfermedades del fruto. Las prácticas culturales de manejo son insuficientes para combatirlas y es necesario el uso de fungicidas preferentemente aquellos de baja toxicidad para el hombre y el ambiente

La oferta de productos químicos recomendada es escasa y con el temor a desarrollar resistencia, Las empresas cacaoteras se ven obligados a utilizar productos químicos que le ofrece el mercado, muchas veces sin respaldo científico.

Los resultados de la presente investigación pretenden establecer de manera científica la conveniencia o no del uso de las moléculas fungicidas que se ofrecen en el mercado y se convertirá en información valiosa para los productores cacaoteros, que así tendrán una orientación más técnica para el control químico de enfermedades.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 GENERAL**

Determinar la eficiencia de moléculas químicas de baja toxicidad disponibles en el mercado nacional, para el manejo de enfermedades del cacao.

### **1.2.2 ESPECÍFICOS**

Establecer el efecto de las moléculas químicas, capacidad antiesporulante contra las enfermedades de las mazorcas del cacao.

Seleccionar a nivel de campo las moléculas químicas (fungicidas) fungicidas más eficientes para el control de las enfermedades de mazorca del cacao.

### **1.3 HIPÓTESIS**

Existen moléculas de baja toxicidad con eficiencia similar a las que se están utilizando para bajar la incidencia de las enfermedades en cacao, con lo que se amplían las alternativas disponibles para el cultivo de cacao.

## **CAPITULO II MARCO TEÓRICO**

## 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1.1 Generalidades del cacao

Las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao L.*) inciden en mayor o menor proporción, en todas las plantaciones del litoral ecuatoriano, convirtiéndose en el factor más limitante de la producción, en algunas localidades. Los lotes deben estar compuesto por mezcla de clones o híbridos que permitan mantener diversidad genética en la plantación para evita “ataques” masivos de enfermedades y problemas de incompatibilidad y autoincompatibilidad que existen en cacao; estas razones refuerzas los criterios para no recomendar el uso de semilla o plantas de origen desconocido, porque estos no garantiza una buena productividad y más bien se pierde tiempo y la inversión realizada. (Solórzano & Mendoza, 2010).

El cacao es una planta que pertenece al orden Malvales, a la familia de las Esterculiaceas género *Theobroma*, especie cacao. Su centro de origen se cree está ubicado en la cuenca del Amazonas (América del Sur), en las estribaciones orientales de los Andes, cerca de los límites de Colombia, Ecuador y Perú. En Centroamérica, el cultivo del cacao se realiza desde antes de la llegada de los españoles. En Nicaragua se usaba la semilla como moneda, y su bebida, que consistía en chocolate sin azúcar, era destinada a los caciques o reyes, ya que se consideraba como bebida para Dioses. Por los años de 1870, Nicaragua era el principal productor de cacao en Centroamérica; siendo el criollo de Nicaragua el de mejor calidad en el mercado mundial. (Malespín, 1982).

El cacao proviene del maya “Kaj” que quiere decir amargo y “Kab” que quiere decir jugo. Estas dos palabras al pasar fonéticamente al castellano, sufrieron una serie de transformaciones que dieron la palabra “cacaoatl” que luego pasó a “cacao”. (Enríquez & Paredes, 1989).

El cacao, *Theobroma cacao L.* es una planta de origen americano; debido al sistema de vida nómada que siempre llevaron los primeros habitantes de este Continente, es prácticamente imposible decir a ciencia cierta, cuál fue su lugar de origen. El cacao es originario de América del Sur, en el área del alto Amazonas que comprende países como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. Es definitivamente en esa área donde se ha encontrado la mayor variedad de la especie (Enríquez & Paredes, 1989).

Indudablemente ese centro de origen ha dado una enorme cantidad de material resistente a diferentes enfermedades y plagas, y ha producido los mejores padres para transmitir características deseables para este cultivo. Sin embargo, hay otros centros de dispersión de la especie muy importantes, que han jugado un papel sobresaliente en la domesticación y cultivos del cacao. Quizá el centro más importante es este aspecto es Mesoamérica, que fue el lugar en donde los españoles lo encontraron cultivado, y también la cuenca del río Orinoco, donde se han encontrado tipos genéticos muy importantes. (Enríquez & Paredes, 1989).

## **2.2 El cacao y sus principales enfermedades**

### **2.2.1 La moniliasis**

Moniliasis del cacao (*Theobroma cacao L.*), causada por el hongo *Monilíophthora rorerí*, es considerada la enfermedad más destructiva del cultivo en Latinoamérica. 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, Gamboa, & Rincón, 2003).

El hongo sobrevive en las mazorcas afectadas que quedan pendientes en los árboles, habiéndose comprobado que bajo estas condiciones las esporas

conservan su viabilidad hasta ocho meses. Cuando las mazorcas enfermas son removidas del árbol y se las deja en el suelo, la viabilidad de las esporas no dura más allá de los dos o tres meses (Zambrano, Mendoza, & Rodríguez, 2010)

### **2.2.1.1 Sintomatología**

En condiciones naturales, el fruto es el único órgano del cacao infectado por *M. royeri*. Los síntomas varían con la edad del fruto al momento de la infección, la velocidad de desarrollo depende de las condiciones ambientales y de la susceptibilidad del cacao (Diaz & Pucha, 2007)

Los síntomas iniciales a veces pueden ser confundidos con otras enfermedades de la mazorca; pero, el avance de la enfermedad trae consigo la aparición de masas miceliales blancas y una capa de esporas cremas, de apariencia afelpada sobre las superficies afectadas, las que cuando están maduras y por la acción del viento se desprenden en grandes cantidades. Las masas blanco-cremosas pueden cubrir total o parcialmente a las mazorcas enfermas (Zambrano, Mendoza, & Rodríguez, 2010).

### **2.2.2 Escoba de bruja**

La escoba de bruja del cacao es causada por el hongo *Moniliophthora perniciosa* (Aime & Phillips-Mora, 2005) Ataca tejidos meristemáticos en crecimiento activo. El síntoma más conspicuo de la enfermedad es una deformación de los brotes terminales, los cuales se ramifican y alargan, presentándose hojas sin desarrollarse. Sin embargo, existe una serie de variación en los síntomas que incluyen deformaciones y alteraciones de los tejidos, cuya intensidad varia con el tipo y edad del tejido involucrado; la constitución genética de los árboles y el patógeno, el estado nutricional de la planta y su manejo (Diaz & Pucha, 2007).

### **2.2.2.1 Sintomatología**

Las escobas terminales y laterales pueden alcanzar, hasta 1,5 metros de largo. Además, se presentan hinchazones localizadas en el tallo denominadas canceres; hojas con el pulvinulo hinchado y de apariencia erecta, en contrastes a hojas normales (Diaz & Pucha, 2007).

Cuando el hongo infecta los cojinetes florales, produce flores hipertrofiadas y frutos partenocárpicos. En los cojinetes florales, se producen brotes vegetativos anormales. Las mazorcas infectadas durante las primeras etapas de desarrollo maduran de modo desigual y se deforman. Infecciones tardías, producen pudriciones de las mazorcas que son difíciles de distinguir de las causadas por otros patógenos (Diaz & Pucha, 2007).

### **2.2.3 Mazorca negra**

La mazorca negra es causada por el hongo (*Phytophthora spp.*). Afecta a mazorcas en cualquier estado de desarrollo, dándose totalmente; también puede afectar al tallo, hojas y cojinetes florales próximos al suelo. Los síntomas están asociados a manchas necróticas de aspecto húmedo y bordes irregulares. (Zambrano, Mendoza, & Rodríguez, 2010)

Es considerada una de las principales enfermedades debido a las pérdidas que ocasiona en las plantaciones de cacao. En Nicaragua antes que apareciese la Monilia en el Río San Juan (San Carlos), era considerada la enfermedad más importante del cacao. La distribución geográfica de la enfermedad es extensa. Causa pérdidas en casi todos los países productores de cacao del mundo. (Malespín, 1982).

Los daños se localizan en mazorcas, ramas nuevas, raíces y causa marchitamiento de los chupones. En la mazorca, la infección se produce en cualquier etapa de su desarrollo. Generalmente la infección ocurre en el extremo en donde se encuentra el pedúnculo; inicialmente aparecen manchas pardas-oscuros de forma circular, que luego se extienden por toda la mazorca. Una característica de la enfermedad es que la mazorca presenta un “olor a pescado”.

El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por la presencia de humedad relativa alta (superior al 95%), temperatura entre 18 y 20°C y precipitaciones abundantes. Cuando se presenta este tipo de condiciones climáticas, se deben tomar medidas adecuadas para evitar que la enfermedad desarrolle a proporciones epifitóticas. (Malespín, 1982).

#### **2.2.3.1 Combate natural**

Se realiza mediante la remoción de frutos y partes vegetativas enfermas, los que posteriormente deben ser enterrados. La reducción de los intervalos de cosecha y la poda adecuada de los árboles de cacao y de sombra, reducen los niveles de daños asociados con esta enfermedad. (Malespín, 1982).

#### **2.2.3.2 Combate químico**

El combate químico es la medida que se adopta cuando los niveles de daño causados por el patógeno son importantes. Existen varios fungicidas que aplicados en dosis e intervalos adecuados, minimizan el ataque del patógeno. Entre los más efectivos se encuentran el benomyl y los de base metálica como los cúpricos y los carbamatos (Malespín, 1982)

Entre los cúpricos se pueden mencionar el oxiclورو de cobre (Kocide-101), cuya dosis es de 2kg/200 lt de agua (4,5 lb/50 gls) más, 100 cc de adherente. Entre los carbamatos, el Difolatán es uno de los más efectivos. Su dosificación adecuada es de 2 kg/200 lt de agua. Conviene alternar estos fungicidas de contacto con uno de efecto sistémico. (Malespín, 1982).

La frecuencia de aplicación de los fungicidas depende de los niveles de inóculo así como de las condiciones climáticas. Debe procurarse que las aplicaciones sean espaciadas entre 15 y 22 días. (Malespín, 1982).

Existe dificultad para mantener cubierta o protegida permanentemente la mazorca de cacao con fungicida durante los períodos de crecimiento y con lluvias intensas (Enriquez, 1985). Recomiendan la protección de mazorcas para infecciones de *M. roleri* y *C. pernicioso* con los mismos tipos de fungicidas. Los productos recomendados son: clorotalonil (0,6 Kg. i.a./ha), óxido cuproso (0,5 Kg./ha). (Suarez, 1993), determinó que dosis de 0,6 a 1 l /ha de azoxistrobina pueden ejercer un mejor control de *M. roleri* en comparación con las moléculas tradicionales.

Para evitar la formación de basidiocarpos de *C. pernicioso*, (Suarez, 1993) recomienda la aplicación de aceite agrícola solo o en emulsión con agua hasta 10% (10 partes de aceite y 90 de agua + emulsificante) sobre las escobas dejadas en el suelo, particularmente al inicio de lluvias.

## **2.3 Fungicidas**

### **2.3.1 Fosetil - Aluminio (Aliette, Fosetiicc WP, Fosetil – Al)**

El fosetil-aluminio es el único fungicida ambimóvil. Aplicando al follaje es transportado vía floema a las raíces. Su principal uso es para oomicetes que atacan la raíz, donde es altamente eficaz. Aunque también combate algunos oomicetes de follaje, en general es menos eficaz que las fenilamidas en este

aspecto. La actividad es ejercida por su metabolito, el ácido fosforo. La actividad primaria es una toxicidad directa sobre el hongo, la cual lleva a inhibición del crecimiento. Esto a su vez permite que los mecanismos de defensa de la planta susceptible sean activados, considerándose esto como un mecanismo secundario de actividad. Tanto el fosetil-Alboles para el combate de *Phytophthora* spp. en la raíz (Arauz, 1998).

El fosetil-aluminio pertenece a este grupo. Tiene una acción directa propiamente como la de un fungicida, pero además actúa indirectamente activando mecanismos de defensa propios de la planta. Otra ventaja de este compuesto es su movilización en la planta tanto acropetalamente como basipetalamente, por lo que con este producto se puede lograr un buen control de la infección en tubérculos (ALAP, 1999).

El fosetil-aluminio es un compuesto que penetra rápidamente en la planta y tiene una larga persistencia (algunas semanas), lo que permite alargar el intervalo entre aplicaciones (ALAP, 1999).

El producto fosetil aluminio es un buen preventivo curativo, que se puede usar para remojar raíces o para el riego al cuello de las plantas (Giacconi & Escaff, 2004).

Es un polvo humectable cuyo ingrediente activo es el Fosetil-Al, sin olor, soluble en agua y muy estable bajo condiciones normales de almacenamiento, su modo de acción es aumentando las reacciones de defensa naturales de la planta, e impide el desarrollo del hongo o su penetración debido a que es un fungicida de doble acción sistémica, es decir es acropétala y basipétala, lo que permite que de cualquier parte sea absorbido, se trasloque a toda la planta, proporcionándole una protección completa a hojas, tallos, raíces y brotes (Ochoa, 2009).

Es eficaz en el control de hongos del grupo de los ficomicetos, entre otros Phytophthora Pythium, Mildius (Peronospora, Pseudoperonospora, Plasmopara). Tiene una acción prolongada, lo que permite una sensible reducción en el número de tratamientos en comparación con los fungicidas convencionales (Ochoa, 2009).

De donde sea absorbido, se distribuye en toda la planta, aumentando sus defensas naturales. Por lo tanto impide el desarrollo del hongo o su penetración especialmente en sus primeros estados vegetativos. Su larga persistencia de acción (de algunas semanas a algunos meses, según los cultivos y las enfermedades) permite la mayor parte de veces una disminución notable del número de tratamiento en comparación con los fungicidas clásicos (Ochoa, 2009).

**Formulación y Concentración:** polvo mojable, 800 gramos por Kg (Proficol, 2012)

**Categoría Toxicológica:** IV etiqueta verde (Proficol, 2012)

### **2.3.2 Metalaxil-M + Mancozeb (Ridomil Gold, Tramin)**

Es un fungicida que contiene Metalaxil-M + Mancozeb, desarrollado para el control de enfermedades causadas por hongos del orden pero no sporadles como: Phytophthora, Plasmopara, Peronospora. El Metalaxil-M es un fungicida sistémico y el Mancozeb es un fungicida protectante, por lo que su combinación protege las plantas interior y exteriormente. La acción del Metalaxil-M recae sobre el crecimiento del hongo, en el interior de la planta en donde inhibe su desarrollo y esporulación. El Mancozeb aplicado al cultivo, cubre la superficie de la planta e inhibe la germinación de esporas (Ecuaquímica, 2011).

A través del Metalaxil-M inhibe la síntesis del ácido ribonucleico (ARN) y por ende la síntesis de proteínas en los ribosomas. El Mancozeb, por ende la síntesis de proteína en los ribosomas. El mancozeb, por otro lado, es un fungicida multisitio con una gama variada de mecanismos de acción (Ecuaquimica, 2011)

Es compatible con casi todos los insecticidas, fungicidas y abonos foliares de reacción neutra. Sin embargo la tolerancia de una posible mezcla tiene que ser probada con anterioridad (Ecuaquimica, 2011)

**Formulación y concentración:** polvo mojable que contiene 40 g de Metalaxil-M + 640 g de Mancozeb kg de producto comercial (Ecuaquimica, 2011) .

**Toxicidad:** Categoría Toxicológica III (Franja azul) (Ecuaquimica, 2011).

**Precauciones:** Relativamente no tóxico para peces, pájaros, abejas, ligeramente toxico para mamíferos. Se debe observar todas las precauciones para el uso y manejo de pesticidas. En caso de derrame recoger el producto y eliminarlo en un sitio destinado por las autoridades locales para este fin.

**Presentación:** funda x 250 g. y funda x 500 g (Ecuaquimica, 2011)

### **2.3.3 Sulfato de cobre Pentahidratado (Phyton, Pa/ton, Promet Cu)**

Es un bactericida sistémico, de acción preventiva y curativa contra una amplia gama de enfermedades bacterianas y fungosas que afectan las raíces, tallos, follaje y frutos de las plantas, en cultivos como frutales, hortalizas, ornamentales y otros (Ochoa, 2009).

Es un bactericida y fungicida sistemático, de acción preventiva y curativa una amplia gama de enfermedades bacterianas y fungosas que afectan los cultivos ornamentales, frutales, hortalizas y cultivos extensivos varios (Ecuaquimica, 2011)

Es una formulación acuosa, soluble de Sulfato de cobre pentahidratado al 24%, equivalente al 5.5% de Cobre metálico; que contiene 240 g de ingrediente activo por litro de producto comercial (Ecuaquimica, 2011).

Su proceso de fabricación exclusiva convierte las moléculas de cobre en absorbibles por el follaje, transportándolas en forma sistémica a los tejidos de toda la planta, dándole efectiva protección contra los choques de hongos y bacterias (Ecuaquimica, 2011).

Su mecanismo de acción, Sulfato de cobre pentahidratado es absorbido por la planta y transportado por la corriente de savia, permitiendo que las moléculas de cobre sean absorbidas y transportadas vía sistémica a través de los tejidos de la planta, controlando una amplia gama de enfermedades fungosas y bacteriales (Ecuaquimica, 2011).

Sulfato de cobre pentahidratado inhibe germinación del estado vegetativo de los hongos y destruye la pared celular. Sobre bacterias inhibe la germinación de las esporas y destruye la pared celular bacteriana (Ecuaquimica, 2011).

Se puede mezclar con otros pesticidas. Sin embargo se recomienda realizar pruebas de compatibilidad antes de la aplicación al cultivo. Para usar Sulfato de cobre pentahidratado se recomienda un pH de 4.5 a 5.5 (Ecuaquimica, 2011).

Categoría toxicología II (franja amarilla).

Advertencia: Tóxico para peces, por lo tanto “No contaminar ríos, arroyos, estanques o lagos con productos químicos de desechos o envases vacíos”. No almacenar en casa de habitación. “Manténgase alejado de niños y animales domésticos”. Conservar el producto en su envase original, etiquetado y cerrado herméticamente, lejos de las bebidas y alimentos para las personas y animales”. “No transportar ni almacenar con productos de uso humano o pecuario”. “no

emplear este envase para ningún otro fin". En caso de derrame, absorber el producto con tierra o aserrín y eliminar en un sitio seguro destinado por las autoridades locales para este fin". "No aplique el producto en dirección contraria al viento" (Ecuaquimica, 2011).

#### **2.3.4 Fosfito de Potasio (Foska, Kalex)**

El fosfito de potasio. No se lo registra como fungicida, sin embargo tiene las mismas propiedades fungicidas de los fosfitos. Es un bioestimulante líquido, energizado con carbono totalmente hidrosoluble y ayudan a los procesos de floración, cuajado y engorde para todo tipo de cultivo (López, 2014).

El fósforo forma parte de los ácidos nucleicos, por lo que participa en todas las reacciones energéticas del metabolismo, es beneficioso para prevenir ataques de nematodos (López, 2014).

Dentro de las amplias funciones que tiene el potasio podemos destacar su acción como activador en el metabolismo de las proteínas y de muchas enzimas y en el metabolismo de los carbohidratos (López, 2014).

#### **Características**

Bioestimulante líquido energizado con carbono totalmente hidrosoluble y enriquecido con macro elementos: Fósforo y Potasio. Estos nutrientes intervienen en los procesos de floración, cuajado y engorde para todo tipo de cultivo. Dentro de las amplias funciones que tiene el Potasio, podemos destacar su acción como activador en el metabolismo de las proteínas y de muchas enzimas en el metabolismo de los carbohidratos. El Fósforo forma parte de los ácidos nucleicos, por lo que participa en todas las reacciones energéticas del metabolismo. Foska es beneficioso para prevenir ataques de nematodos (Lignoquim, 2015).

## **Composición Química**

Este se encuentra constituido por fósforo, potasio, en proporciones de 300, 00 gr/l y ácidos orgánicos solubilizados con 30,00 g/l (Lignoquim, 2015).

### **Aplicación y dosis:**

Puede ser aplicado a todo tipo de cultivo donde se requiera incrementar peso y calidad de frutos. Debe ser aplicado al suelo o follaje. Al suelo con ayuda de una bomba manual de espalda dirigido a la pata de la planta, y, al follaje por aspersión previamente diluido en agua y su concentración no debe ser mayor al 10% (Lignoquim, 2015).

Se puede aplicar en dosis de: 1 a 1.5 lts/ha al follaje y al suelo: 1 a 3 Lts/ha.

### **2.3.5 Hidróxido de Cobre (Kocide 2000)**

Es un nuevo fungicida agrícola formulado como polvo mojable, a base de cobre, que se caracteriza por un tamaño de partícula extremadamente fina para facilidad de aplicación y dispersión. El cobre actúa inactivando la mayoría de las enzimas y coenzimas y desnaturalizando las proteínas y de esta manera el metabolismo del patógeno. Es un fungicida bactericida multi-sitio (Ochoa, 2009).

Es muy poco tóxico para el hombre y los animales, por lo que se requiere tomar en cuenta las precauciones generales para el uso y manejo de los plaguicidas (Ochoa, 2009).

Hidróxido de cobre es un fungicida-bactericida de contacto y de amplio espectro, seguro para el medio ambiente, aceptado por la agricultura orgánica y de altísima actividad fitosanitaria. Gracias a su nueva formulación de gránulos dispersables en agua, asegura una correcta aplicación del producto. Contenido de cobre metálico (Cobre Fito tóxico) muy inferior a otros productos con base de

cobre, y mayor desprendimiento del ion cúprico de acción fungistática sin generar resistencia (Vedemecum, 2008).

**Formulación y concentración:** Gránulos dispersables en agua con 538 g de ingrediente activo por kilogramo de producto comercial. Su nueva formulación representa a un sólido fluyente que puede ser medido por peso o por volumen (Vedemecum, 2008).

**Compatibilidad:** Presenta una excelente compatibilidad con coadyuvantes, insecticidas, y abonos foliares por su alta efectividad, no requiere mezclarse con otros fungicidas. Se recomienda hacer pruebas y seguir un adecuado orden de mezcla (Vedemecum, 2008).

**Toxicidad:** Categoría Toxicológica III.

**Precauciones:** En caso de ser ingerido se recomienda aplicar carbón medicinal, sulfato de magnesio y sodio, dar a tomar ferrocianuro potásico al 1 %. No es tóxico para animales y el hombre, sin embargo se recomienda tomar en cuenta todo tipo de precaución como cualquier plaguicida. Durante la preparación y utilización del producto no comer, beber ó fumar evitar: El contacto con la piel y los ojos (Vedemecum, 2008).

### **2.3.6 Melaleuca Alternifolia (Ausoil, Timorex)**

#### **Características.**

Coadyuvante Agrícola en base A aceite de Melaleuca alternifolia información general Ausoil 23 Ec es un coadyuvante no-iónico a base de aceite del árbol del té de Australia (Melaleuca alternifolia) que permite ser utilizado en aplicaciones de productos para control de enfermedades y fertilizantes foliares, en cualquier cultivo. Por su composición oleosa, puede utilizarse como es un excelente

reductor de deriva que junto a su efecto anti-evaporante preserva el tamaño y uniformidad de las gotas, permitiendo una más alta recuperación de impacto por centímetro cuadrado (Ausoil, 2015).

Ingredientes.

Ingredientes aceite de Árbol de Te Australiano ----- 23 % p/p

Acondicionador Orgánico ----- 18% p/p

### **Características Físico-Químicas**

Líquido blancuzco con olor a fragancia de pino. Gravedad Específica: 0.98 g/ml +- 0,050 (25°C) pH=6 a 8 Producto Soluble en agua. Mejora la cobertura de las soluciones asperjadas por sus propiedades de agente mojante y adherente. Su alta capacidad de penetración favorece su absorción a nivel foliar de los productos aplicados. Aumenta la compatibilidad de las diferentes mezclas con plaguicidas y/o fertilizantes foliares. Puede ser utilizado en cualquier cultivo y con cualquier plaguicida o fertilizante(s) foliar (es) (Ausoil, 2015).

### **Instrucciones de aplicación**

Agitar bien el envase antes de usar. Colocar el 80 % (aproximadamente) del agua a utilizar en el tanque de pulverización y agregar en primer lugar la dosis necesaria del y comenzar con la agitación o recirculación, agregar luego las dosis de plaguicida o fertilizante (s) foliares, completar con el volumen de agua restante (Ausoil, 2015).

### **Recomendaciones de uso.**

Se aplica a una concentración de 400 – 500 cc por Hectárea. Por su naturaleza aceitosa, puede sustituirse la cantidad equivalente de aceite agrícola si la aplicación programada está concebida para utilizarse este tipo de producto. Usar las dosis máximas cuando se usan aguas duras, el cultivo posee superficies

altamente cerosas o pilosas, y condiciones ambientales adversas de aplicación (Ausoil, 2015).

**Recomendaciones de seguridad para el usuario.**

Si bien el coadyuvante no es tóxico, se deben observar las precauciones de uso normal para el plaguicida o fertilizante foliar asociado a la pulverización. Durante la aplicación evitar el contacto con la piel, ropa y ojos (Ausoil, 2015).

## **CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.1 Localización de la investigación

La presente investigación se realizó en la hacienda “Rio Lindo Alto” ubicada en Km 16 Vía Quevedo - El Empalme, Rcto. “San Jorge” Provincia de Los Ríos, propiedad perteneciente a la Empresa Agrícola Industrial Tropical S.A. AGROTROPICAL. Los datos meteorológicos se reportan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1 Datos Meteorológicos de Quevedo Provincia de Los Ríos**

<b>DATOS METEOROLOGICOS</b>	<b>PROMEDIOS</b>
Temperatura	24.50 °C
Humedad relativa	86,00 %
Heliofanía	743.40 horas/luz/año
Precipitación (anual)	2229.60 mm
Evaporación	912.50
Clima	Tropical húmedo
Zona ecológica	Bosque húmedo tropical
Topografía	Irregular

Fuente: (INAMHI, 2013)

#### 3.1.2 Material Genético

En el estudio se utilizó una plantación comercial de cacao clonal CCN-51 de 15 años de edad.

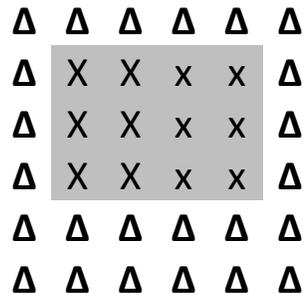
#### 3.1.3 Densidad de siembra

El establecimiento de las parcelas se realizó con una población de 2.519 plantas en un área de 17.640 m<sup>2</sup>. Utilizando como material de estudio plantas en plena producción. Las especificaciones de siembra se reportan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2 Especificaciones de siembra del ensayo de Cacao**

<b>Especificación de Siembra</b>	
Distancia de Siembra	2x3x4 m
Distancia entre hileras	3x4 m
Distancia entre plantas	2,0 m
Plantas ha <sup>-1</sup>	1.428 plantas
Plantas por parcelas	36,0 plantas
Plantas experimentales	12,0 plantas
Plantas bordes externos	24,0 plantas
Plantas útiles total del experimento	336 plantas
Área total de parcela	17.640 <sup>2</sup>

**3.1.3.1 Características de las parcelas experimentales**



**X** Parcela útil

**Δ** Borde sin aplicación

El croquis de campo del experimento de cacao se encuentra en el Anexo 7.1.

### 3.1.4 Descripción de los Tratamientos

Los tratamientos a aplicarse en el ensayo se indican en el cuadro 3:

**Cuadro 3 Fungicidas (tratamientos) utilizados en el ensayo experimental de cacao.**

Tratamiento	Ingrediente Activo	Casa	N. Comercial	Dosis (Kg/Lt/ha)	Modo de Acción	Categoría Toxicológica
1	Fosetil Aluminio 800 gr/Kg	Proficol	<b>Fosetiicc WP</b>	2,5 kg	Sistémico	IV Franja Verde
2	40 g Metalaxil + 640gMancozeb	Ecuaquímica	<b>Ridomil Gold</b>	2,75 Kg	Sistémico y de Contacto	III Franja Azul
3	Sulfato de Cobre Pentahidratado 247gr/Lt	Ecuaquímica	<b>Phyton</b>	1 Lt	Sistémico	II Franja Amarilla
4	Fosfito de Potasio P2O5 300.00 gr/Lt. K2O 300.00 gr/Lt	Lignoquim S.A.	<b>Foska</b>	1.25 Lt	Sistémico	IV Franja Verde
5	Melaleuca Alternifolia 230gr/Lt + Emulsificante Organico180gr/Lt	Agripac	<b>Ausoil 23 Ec</b>	0.5Lt	Preventivo y Curativo	IV Franja Verde
6	Hidróxido de cobre 538gr/kg (Testigo)	Dupont del Ecuador S.A	<b>Kocide 2000</b>	3 kg	Protectante	III Franja Verde
7	Testigo Absoluto		<b>Agua</b>			

### 3.2 Tipo de investigación

Este trabajo se realizó siguiendo un tipo de investigación experimental en el que se usaron seis tratamientos para modificar el planteamiento actual que existen en relación al control químico de enfermedades de cacao. El factor manipulado fue el tipo de químicos que se aplican con ese fin.

### **3.3 Diseño experimental**

Para la presente investigación se aplicó un Diseño de Bloque Completamente al azar (DBCA) con cuatro repeticiones. Para determinar diferencias entre medias de tratamientos, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). Se utilizó la aplicación de seis productos fungicidas representantes de diferentes familias químicas de baja toxicidad en invierno, en el verano y capacidad antiesporulante se incluyó un tratamiento testigo absoluto para ver las diferencias de los productos.

#### **3.3.1 Análisis de datos.**

El análisis de los datos se lo realizo utilizando los siguientes esquemas:

##### **3.3.1.1 Análisis de Varianza para invierno**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grado de Libertad</b>
Tratamientos	5
Repeticiones	3
Error	15
Total	23

### 3.3.1.2 Análisis de Varianza para verano y capacidad antiesporulante

Fuente de Variación	Grado de Libertad
Tratamientos	6
Repeticiones	3
Error	18
Total	27

### 3.3.2 Evaluación de productos fungicidas en una plantación comercial de cacao clonal CCN-51.

El presente trabajo de investigación tuvo dos fases:

#### 3.3.2.1 Fase de invernadero; evaluación de la capacidad antiesporulante en mazorcas

Los fungicidas y dosis indicadas en el Cuadro 3, se confrontaron con *M. royeri* en mazorcas infectadas para establecer la capacidad antiesporulante de los mismos. En este caso se usaron 4 mazorcas/tratamiento con al menos 40% del área afectada; se lavaron y acondicionaron en cámara húmeda en un umbráculo a temperatura ambiente. Los productos en prueba, se asperjaron directamente a los frutos, manteniendo dos testigos uno absoluto en el que solamente se asperjo agua y un testigo químico en que se usó el Hidróxido de Cobre. Para efecto de análisis, los valores de escala se transformaron a  $\sqrt{x+1}$ , a pesar de lo cual, la variabilidad fue un poco alta.

### **3.3.2.2 Fase de campo; determinación de la eficiencia de control de los productos fungicidas.**

En este caso, el trabajo de investigación se realizó en una plantación de cacao comercial del clon CCN-51 de 15 años edad, los productos y dosis indicados en el Cuadro 3 se asperjaron a plantas en plena producción, en los primeros estadios de la formación del fruto. Se realizaron 3 aplicaciones a intervalos de 30 días, en la época lluviosa manteniendo un testigo químico y dos aplicaciones más en la época seca, en la cual se aumentó un testigo absoluto. En este caso se usaron parcelas de 12 árboles/tratamiento/repetición, dejando al menos dos plantas de borde alrededor de cada tratamiento, las mismas que se mantuvieron libres de enfermedades por medios culturales para minimizar efecto de borde.

### **3.3.3 Manejo del experimento**

El manejo agronómico del lote experimental consistió en realizar las labores comunes de la hacienda, básicamente las podas la realizan dos veces al año una fuerte antes de entrar a invierno y la otra es de mantenimiento en verano, sistema de riego por aspersión, remoción semanal de frutos enfermos, el control de maleza lo realizan manual y control de herbicidas, fertilización dos veces al año.

### **3.3.4 Fase de invernadero**

A nivel de invernadero se midió la siguiente variable.

#### **3.3.4.1 Capacidad de producir esporas en mazorcas de cacao**

Se registró el porcentaje de esporulación de *Moniliophthora* sobre mazorcas de cacao. Para efecto, se consideró el total de la mancha presente como él (100%), a partir de ahí, visualmente se estableció el porcentaje de cobertura con esporas.

### **3.3.5 Fase campo**

A nivel de campo se midieron las siguientes variables.

#### **3.3.5.1 Número de Cherelles**

Se registró cada 15 días al momento de la cosecha, frutos con síntomas de marchitez y que usualmente tenían hasta dos meses de edad.

#### **3.3.5.2 Total de Frutos Enfermos**

Se cuantifico los frutos con los síntomas de la enfermedad del total cosechados expresados en porcentaje, para lo cual se utilizó la siguiente formula:

$$\% I = (n/N) \times 100.$$

Dónde: % I = incidencia de la enfermedad expresada en porcentaje, n = número de frutos enfermos y N: número total de frutos cosechados.

#### **3.3.5.3 Peso fresco (g)**

Durante la investigación se registró cada 15 días al momento de la cosecha, el peso fresco de almendra por parcela útil se pesó con la ayuda de una balanza gramera y se registró el número de mazorcas sanas.

#### **3.3.5.4 Número de escobas vegetativas**

Durante el periodo de la investigación, se contó el número de escobas secas o verdes que se formen en el árbol. Inmediatamente después de esta labor, las escobas se desprendieron de la planta y se distribuyó en el suelo para acelerar su descomposición.

## **CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1 RESULTADOS**

### **4.1.1 Fase de invernadero; evaluación de la capacidad antiesporulante en mazorcas de cacao.**

#### **4.1.1.1 Capacidad antiesporulante de moniliasis en mazorcas de cacao**

En función de la escala de esporulación usada, el testigo donde solo se aplicó agua, dio valores de 95 y 100%. En el Cuadro 4 se reseña los resultados obtenidos en diez días. Los tratamientos Metalaxil + Mancozeb, Fosetil Aluminio, Hidróxido de Cobre y el Fosfito de Potasio fueron los más eficientes para reducir la esporulación de moniliasis en las mazorcas (Figura 1). En la molécula de Sulfato de Cobre Pentahidratado, se observó cierta represión del hongo en relación al testigo, aunque un poco mayor se presentó el *M. alternifolia*. Como se aprecia en el Cuadro, los resultados se agruparon en tres categorías estadísticas. *M. roleri* presenta esporulación inmediata al estar expuestas al aire húmedo, sin embargo se continua produciendo avance del patógeno hasta cubrir toda la parte enferma, en este caso, a los diez días ya se observó, (Figura 2), que la masa esporulante cambiaba de color (más oscuro) por efecto de la madurez de las mismas. Igual situación de ligero avance se observó en todos los tratamientos, aunque fue evidente que la esporulación no era normal mostrando el efecto de los tratamientos. Estadísticamente se mantuvo en todo el proceso la posición relativa de los productos usados.

**Cuadro 4 Capacidad antiesporulante con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)**

N°	Tratamientos	Evaluación (días)		
		2	6	10
1	Fosetil Aluminio	3,02 a*	3,62 a	4,45 A
2	Metalaxil + Mancozeb	2,94 a	3,78 a	4,26 A
3	Sulfato de Cobre Pentahidratado	5,19 b	5,83 b	6,87 B
4	Fosfito de Potasio	3,12 a	3,90 a	4,41 A
5	Melaleuca alternifolia	7,32 c	7,69 c	7,94 B
6	Hidróxido de Cobre	3,11 a	3,68 a	4,03 A
7	Testigo	8,40 c	9,14 d	9,55 C
<b>CV (%)</b>		<b>44,09</b>	<b>38,10</b>	<b>35,66</b>
<b>Signif. Estadística</b>		<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>

\* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Duncan

**Figura 1 Evaluación del tratamiento Metalaxil + Mancozeb, a los dos, seis y diez días.**



**Figura 2 Evaluación del tratamiento testigo, a los dos, seis y diez días**



#### **4.1.2 Fase de campo: determinación de la eficiencia de control de los productos en estudio.**

##### **4.1.2.1 Época de invierno**

##### **Cherelles Wilt**

En el Cuadro 5 se puede observar el número de mazorcas Cherelles wilt durante el periodo lluvioso del 2013. La presencia de Cherelles, en el medio está muy relacionada con la sanidad de los cojinetes y mazorcas en su inicio y en este caso no fue la excepción ya que con el Hidróxido de Cobre se obtienen los menores valores de Cherelles (6) (Cuadro 5). El mayor número de cherelle wilt se reportó en el tratamiento M. alternifolia y el menor valor en Hidróxido de Cobre presentando diferencias estadísticas como se indica en el Cuadro 5. En el otro extremo tenemos el tratamiento con M. alternifolia con 12 mazorcas Cherelles/planta, ubicándose en una categoría diferente estadísticamente; los

demás tratamientos presentan alrededor del doble del Hidróxido de Cobre, con menor diferencia estadística.

**Cuadro 5 Cherelles wilt en época de invierno con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en cacao (*Theobroma cacao L.*)**

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Cherelle wilt</b>
1	Fosetil Aluminio	8,00 ab*
2	Metalaxil + Mancozeb	8,00 ab
3	Sulfato de Cobre Pentahidratado	9,00 ab
4	Fosfito de Potasio	10,00 ab
5	Melaleuca Alternifolia	12,00 b
6	Hidróxido de cobre	6,00 a
<b>CV (%)</b>		<b>30,03</b>
<b>Signif. Estadística</b>		<b>*</b>

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Duncan

### **Porcentaje de mazorcas enfermas de cacao.**

Los productos en prueba por su modo de acción deberían ser capaces de afectar ambos patógenos por lo que en este estudio se consideran solamente mazorcas enfermas, sin especificar el agente causal. Las aplicaciones por tanto son de carácter preventivo y se debe cubrir la mazorca en desarrollo desde sus inicios. La eficiencia del Hidróxido de Cobre en este ensayo alcanzó el nivel del 70% ( $\pm$  30% mazorcas infectadas); el Fosetil Aluminio tuvo el mismo comportamiento y los demás tratamientos aunque ligeramente mayores con 2 a 5% (31,77 31,97 y 32,17% respectivamente) no presentaron diferencia estadística con el Testigo Hidróxido de Cobre.

También se observó el efecto de los productos a nivel de peso fresco ya que uno de los efectos del Hidróxido de Cobre es aumentar dicho peso en mazorcas tratadas; como se aprecia en el Cuadro 6, tanto el Hidróxido de Cobre como el Metalaxil + Mancozeb presentaron este efecto, los demás tratamiento obtuvieron

pesos menores aunque no hay diferencias significativas en ninguno de los casos.

**Cuadro 6 Porcentaje de mazorcas enfermas y peso fresco en época de invierno, con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en cacao (*Theobroma cacao L.*)**

N°	Tratamientos	N°		Peso Fresco (g)
		Mazorcas Sanas	% Mazorcas Enfermas	
1	Fosetil Aluminio	16,00 a*	29,39 a	2897,31 a
2	Metalaxil + Mancozeb	18,00 a	31,77 a	3394,46 a
3	Sulfato de Cobre Pentahidratado	15,00 a	33,86 a	2589,33 a
4	Fosfito de Potasio	14,00 a	31,97 a	2619,48 a
5	Melaleuca Alternifolia	14,00 a	32,17 a	2646,03 a
6	Hidróxido de Cobre	18,00 a	29,96 a	3067,40 a
<b>CV (%)</b>		<b>16,50</b>	<b>18,22</b>	<b>19,22</b>
<b>Signif. Estadística</b>		<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Duncan

### Escoba de bruja vegetativa

En relación al ataque de escoba de bruja vegetativa, en este caso tenemos que considerar que el Clon CCN-51 es tolerante a escoba de bruja y cuando está sometido a manejo intensivo con podas de limpieza, riego y fertilización, la infección se mantiene a niveles mínimos, hecho que se corrobora en este estudio pues apenas hubo entre una y dos escobas por planta (Cuadro 7). A pesar de la baja incidencia de escoba, los tratamientos a base de Hidróxido de Cobre, Metalaxil + Mancozeb, y Sulfato de Cobre Pentahidratado, tuvieron cierta

influencia sobre el número de escobas pues estos presentaron menos escobas. Sin embargo no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

**Cuadro 7 Escoba de bruja vegetativa en época de invierno, con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en cacao (*Theobroma cacao L.*)**

N°	Tratamientos	Escoba Bruja
1	Fosetil Aluminio	2,00 a*
2	Metalaxil + Mancozeb	1,00 A
3	Sulfato de Cobre Pentahidratado	1,00 A
4	Fosfito de Potasio	2,00 A
5	Melaleuca Alternifolia	2,00 A
6	Hidróxido de Cobre	1,00 A
<b>CV (%)</b>		<b>36,29</b>
<b>Signif. Estadística</b>		<b>NS</b>

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Duncan

#### 4.1.2.2 Época de verano

##### Cherelles wilt

Como fue baja la producción en la época de invierno el trabajo se volvió a repetir en verano y en este caso se integró un testigo absoluto para establecer los niveles de infección en el área.

El mayor número de Cherelles wilt se reportó en el tratamiento Testigo y el menor valor en Hidróxido de Cobre presentando diferencias estadísticas como se indica en el Cuadro 8. En el otro extremo tenemos el tratamiento con *M. alternifolia* con 4 mazorcas cherelle/planta, ubicándose en una categoría diferente estadísticamente.

**Cuadro 8 Cherelles wilt en época de verano, con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en cacao (*Theobroma cacao L.*)**

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Cherelle wilt</b>
1	Fosetil Aluminio	3,00 ab*
2	Metalaxil + Mancozeb	3,00 ab
3	Sulfato de Cobre Pentahidratado	3,00 ab
4	Fosfito de Potasio	3,00 ab
5	Melaleuca Alternifolia	4,00 b
6	Hidróxido de Cobre	2,00 a
7	Testigo	12,00 c
<b>CV (%)</b>		<b>22,54</b>
<b>Signif. Estadística</b>		<b>**</b>

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Duncan

### **Porcentaje de mazorcas enfermas de cacao**

El tratamiento testigo reporta el mayor porcentaje de mazorcas enfermas, entre ellos se encuentra el tratamiento M. alternifolia, el menor porcentaje está en el tratamiento Hidróxido de Cobre.

El mayor peso fresco de cacao se observó en el tratamiento Hidróxido de Cobre con 1362,28 g y el menor peso entre los tratamientos M. alternifolia 944,48 g, El tratamiento testigo obtiene 859,94 g valor inferior al promedio de los tratamientos bajo estudio (Cuadro 9).

**Cuadro 9 Porcentaje de mazorcas enfermas y peso fresco en época de verano, con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en cacao (*Theobroma cacao L.*)**

N°	Tratamientos	N°	%	Peso Fresco (g)
		Mazorcas Sanas	Mazorcas Enfermas	
1	Fosetil Aluminio	5,00 a*	34,91 bc	992,23 b
2	Metalaxil + Mancozeb	7,00 a	30,08 ab	1219,03 ab
3	Sulfato de Cobre Pentahidratado	6,00 ab	32,90 abc	1181,23 ab
4	Fosfito de Potasio	6,00 a	36,14 cd	992,23 b
5	Melaleuca Alternifolia	5,00 a	41,03 d	944,98 b
6	Hidróxido de Cobre	7,00 ab	28,48 a	1362,28 a
7	Testigo	7,00 a	47,59 e	859,94 b
<b>CV (%)</b>		<b>18,81</b>	<b>10,20</b>	<b>20,24</b>
<b>Signif. Estadística</b>		*	**	*

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Duncan

### Escoba de bruja vegetativa

Pues hubo entre una y cinco escobas por planta (Cuadro 10). A pesar de la baja incidencia de escoba, los tratamientos a base de Hidróxido de Cobre, Metalaxil + Mancozeb y Sulfato de Cobre Pentahidratado tuvieron cierta influencia sobre el número de escobas pues estos presentan menos escobas. En el otro extremo tenemos el tratamiento testigo 5 escoba/planta, ubicándose en una categoría diferente estadísticamente.

**Cuadro 10 Escoba bruja vegetativa en época de verano, con el uso de moléculas químicas de baja toxicidad en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)**

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Escoba bruja vegetativa</b>
1	Fosetil Aluminio	2,00 a*
2	Metalaxil + Mancozeb	1,00 a
3	Sulfato de Cobre Pentahidratado	1,00 a
4	Fosfito de Potasio	2,00 a
5	Melaleuca Alternifolia	2,00 a
6	Hidróxido de Cobre	1,00 a
7	Testigo	5,00 b
<b>CV (%)</b>		<b>26,83</b>
<b>Signif. Estadística</b>		<b>**</b>

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Duncan

## 4.2 DISCUSIÓN

En relación a la capacidad antiesporulante de los productos en prueba, el Metalaxil + Mancozeb, Fosetil Aluminio y el Hidróxido de Cobre fueron los más eficientes, aunque no actuaron como biocidas pues se podía observar que el micelio del hongo aún estaba activo; lo que no coincide con lo encontrado por Isai (Isai, 2012) el cual afirma que se inhibe el desarrollo del hongo en un 100 % con los fungicidas Trifloxystrobin, Tubecunazol + Trifloxystrobin, Tiabendazol + Propiconazole (fungicidas sistémicos).

El efecto de los productos a nivel de campo mostro las mismas tendencias. Todos los productos en prueba restringieron la enfermedad en mayor o menor grado. El uso de un testigo absoluto en el verano dio una mejor perspectiva de control, indicando el nivel (47,59%) de ataque sin el uso de químicos y a pesar del control cultural que se mantuvo en la plantación. La excepción fue el M. Alternifolia, que se comportó más próximo al testigo sin tratar (41,03%), pero mostrándose estadísticamente diferente al testigo.

El Sulfato de Cobre Pentahidratado no tuvo el mismo efecto que el Hidróxido de Cobre, a pesar de que ambos tienen el cobre como elemento fungicida. La molécula de cobre contenida en el Phyton, aparentemente no fue tan eficiente como la de Hidróxido de Cobre, posiblemente por el compuesto que integra la molécula, tal como lo afirma Isai, (Isai, 2012) quien indica que el valor de cualquier compuesto químico como agente de control para enfermedades, depende del modo de acción de la molécula correspondiente. El Hidróxido de Cobre es un producto ya en uso, recomendado para estas enfermedades, por ser un producto de contacto, debe estar sobre las mazorcas antes de que lleguen los agentes de enfermedad. Las aplicaciones por tanto son de carácter preventivo y se debe cubrir la mazorca en desarrollo desde sus inicios. El sulfato de Cobre Pentahidratado, siendo un producto sistémico debería mantener la protección durante más tiempo, sin embargo, en este caso posiblemente hay que

tener en cuenta que la movilidad (o sistemicidad) del producto es relativa, ya que su movilidad de las hojas al fruto es mínima. La eficiencia del Hidróxido de Cobre en este ensayo alcanzó el nivel del 70% ( $\pm$  30% mazorcas infectadas) tanto en la época lluviosa como en la seca, el Fosetil Aluminio tuvo el mismo comportamiento; los demás tratamientos aunque ligeramente menos eficientes, con 2 a 5% (31,77 31,97 y 32,17% respectivamente) superan la eficiencia encontrada por (Isai, 2012) al utilizar Clorotalonil (fungicida de contacto). Considerando que la categoría toxicológica de éste último es mayor, los productos probados se constituyen en una alternativa más adecuada para el productor.

También se observó que el efecto de los productos a nivel de peso fresco Hidróxido de Cobre es aumentar dicho peso en mazorcas tratadas; tanto el Hidróxido de Cobre como el Metalaxil + Mancozeb presentaron este efecto en la época lluviosa, y en la época seca Metalaxil + Mancozeb y el testigo presenta igual efecto lo que se corrobora por lo presentado (Isai, 2012) al utilizar productos fungicidas lo que explica la efectividad del control con Hidróxido de Cobre y Metalaxil + Mancozeb.

La presencia de mazorcas Cherelles, en el medio está muy relacionada con la sanidad de los cojinetes y mazorcas en su inicio y en este caso no fue la excepción ya que con el Hidróxido de Cobre se obtienen los menores valores de Cherelles 6,00 en la época lluviosa y 2,00 en la época seca inferiores a los resultados encontrados por (Diaz & Pucha, 2007)

En el otro extremo tenemos el tratamiento con *M. alternifolia* con 12,00 Cherelles/planta en la época lluviosa, los que coincide con el menor número de 11,1 Cherelles/planta de observaciones realizadas por (Diaz & Pucha, 2007) en la época seca el tratamiento con *M. Alternifolia* presento 3,79 Cherelles/planta inferior a lo presentado por (Diaz & Pucha, 2007)

En relación al ataque de escoba de bruja, en este caso tenemos que considerar que el Clon CCN-51 es tolerante a escoba de bruja y cuando está sometido a manejo intensivo con podas de limpieza, riego y fertilización, la infección se mantiene a niveles mínimos, entre una y tres escobas por planta concordando con lo mencionado por (Morales & Tanguila, 2011) quien menciona que por sus características físicas y genéticas el Clon CCN-51 responde con mayor rapidez a los controles aplicados y es más efectivo en el control del patógeno ya que combinan prácticas de poda (corte y eliminación de la enfermedad) con protección y cicatrización de heridas con productos cúpricos generando una capa protectora contra el ingreso de dicha enfermedad

A pesar de la baja incidencia de escoba, los tratamientos a base de Metalaxil + Mancozeb, y Sulfato de Cobre Pentahidratado parecen haber tenido también cierta influencia sobre el número de escobas pues estos presentaron menos escobas lo que se corrobora con los resultados presentado por (Morales & Tanguila, 2011) quien menciona que la variedad CCN-51 por sus características físicas y genéticas responde con mayor rapidez a los controles aplicados. Ya que por ser una planta de altura no mayor a 3 metros, robusta, de hojas y ramas anchas y bien formadas, facilita las actividades de control sanitario como poda y aspersiones cubriendo la totalidad de la planta por lo tanto los productos aplicados hacen efecto.

## **CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

- Se confirma la validez del Metalaxil + Mancozeb e Hidróxido de Cobre (Kocide 2000) no solamente en su capacidad de controlar los patógenos de la mazorca desde su etapa de Cherelle sino también para reprimir la esporulación de *M. royeri* en campo.
- El Fosetil Aluminio (Categoría IV) que además tiene la característica de moverse acro y basipetalmente, se constituye en una alternativa muy conveniente para las enfermedades de cacao.
- Las otras moléculas químicas probadas, (categoría III) al ser tan eficientes como el Hidróxido de cobre se presentan como alternativas para el productor para integrarlas en ciclos de control que eviten posible desarrollo de resistencia a fungicidas.
- El Sulfato de Cobre Pentahidratado tuvo un comportamiento menos eficiente que los demás y por ser de categoría toxicológica más alta (II), no debería integrar un plan de manejo regular de las enfermedades de cacao.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar las moléculas de Metalaxil + Mancozeb y Fosetil Aluminio como estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao para invierno y verano.
- Se recomienda validar este trabajo en lotes de alta productividad y con dosis más altas de las que se utilizó en este trabajo.
- Evaluar el comportamiento del fosfito de potasio a diferentes dosis y para diferentes patógenos.

## **CAPITULO VI BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1 LITERATURA CITADA

- Aime, M. C., & Phillips-Mora, W. (2005). The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (*Chocolate, Theobroma cacao*) from a new lineage of Marasmiaceae. *Mycology*. Retrieved from <http://www.mycologia.org/content/97/5/1012.abstract>
- ALAP. (1999). *Revista Latinoamericana de la papa- Bases de las estrategias de control químico del tizon tardío de la papa desarrolladas por PROINPA en Bolivia (Primera ed.)*. International potato center.
- Arauz, L. (1998). *Fitopatología, un enfoque agroecológico (Primera ed.)*. (R. Facio, Ed.) San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Ausoil. (2015, febrero 23). [www.usoil.com.au](http://www.usoil.com.au). Retrieved from [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4ESEF7WxMA8J:www.usoil.com.au/mce\\_doc.php%3Fid%3D6+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=ec](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4ESEF7WxMA8J:www.usoil.com.au/mce_doc.php%3Fid%3D6+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=ec)
- Díaz, M. O., & Pucha, R. G. (2007). Eficiencia de especies de *Trichoderma* en el control biológico de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso*) del cacao (*Theobroma cacao*). Retrieved 2015, from [http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=category&id=93](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=category&id=93)
- Ecuaquímica. (2011). PHYTON. Retrieved from [http://www.ecuaquimica.com/pdf\\_agricola/PHYTON.pdf](http://www.ecuaquimica.com/pdf_agricola/PHYTON.pdf)
- Ecuaquímica. (2011). RIDOMILGOLD MZ. Retrieved from Syngenta: [http://www.ecuaquimica.com.ec/pdf\\_agricola/RIDOMILGOLD.pdf](http://www.ecuaquimica.com.ec/pdf_agricola/RIDOMILGOLD.pdf)
- Enríquez, A. G. (1985). *CURSO SOBRE EL CULTIVO DE CACA0*. Turrialba, Costa Rica.
- Enríquez, G., & Paredes, A. (1989). *El cultivo del cacao*. Retrieved from <https://prezi.com/cstrv3nln9t8/industrializacion-de-concentrado-de-cacao/>
- Giacconi, V., & Escaff, M. (2004). *Cultivo de hortalizas (Decimoquinta ed.)*. (M. Santander, Ed.) Santiago de Chile, Chile: Universitaria S.A.

- INAMHI. (2013). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Anuarios Hidrológicos.
- Isai, Q. D. (2012). Evaluación de fungicidas sistémicos y de contacto en el control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) DEL CACAO (*Theobroma cacao*). Retrieved 2015, from [http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/924/Quevedo\\_Damian\\_I\\_MC\\_Produccion\\_Agroalimentaria\\_Tropico\\_2012.pdf?sequence=1](http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/924/Quevedo_Damian_I_MC_Produccion_Agroalimentaria_Tropico_2012.pdf?sequence=1)
- Lignoquim. (2015, febrero 22). Retrieved from <http://www.lignoquim.com.ec/index.php/descargas?download=3:vademecum-de-productos>
- López, Á. (2014). Estudio comparativos de dos alternativas nutricionales inyectadas en plantas de banano (*Musa AAA*) en el cantón Milagro, Provincia del Guayas. Universidad de Guayaquil, Ciencias Agrarias. Milagro: Universidad de Guayaquil.
- Malespín, M. (1982). El cacao. Managua, Nicaragua: Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura - IICA.
- Morales, A. M., & Tanguila, G. F. (2011). Retrieved 2015, from Investigación Participativa Para El Manejo Y Control Manual De Monilia (*Monilia Roreri*), Y Escoba De Bruja (*Crinipellis Perniciosa*), En Cacao Fino De Aroma (*Theobroma Cacao*), En Produccion En Dos Comunidades del canton Archidona, Provincia de Napo: [repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/746/1/T-UTC-0577.pdf](http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/746/1/T-UTC-0577.pdf)
- Ochoa, A. (2009). Efecto de pesticidas ecológicos para el control de alternaria (*Alternaria* sp) y *Phytophthora* (*Phytophthora* sp.) en el tomate de árbol (*Solanum betácea*) in vitro. Universidad Técnica de Ambato, Ingeniería agronómica. Ambato: Universidad Técnica de Ambato 92 p.
- Proficol. (2012). Fosetiicc. Retrieved from [www.proficol.com](http://www.proficol.com)
- Sánchez, F., Gamboa, E., & Rincón, J. (2003). Control químico y cultural de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) del cacao (*Theobroma cacao* L) en el estado Barinas. Scielo, 188-194.

Solórzano, & Mendoza. (2010). Manejo técnico del cultivo de cacao en Manabí. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Investigación Agropecuaria. Portoviejo.

Suarez, C. (1993). Manual del cultivo de cacao. Quevedo, Ecuador.

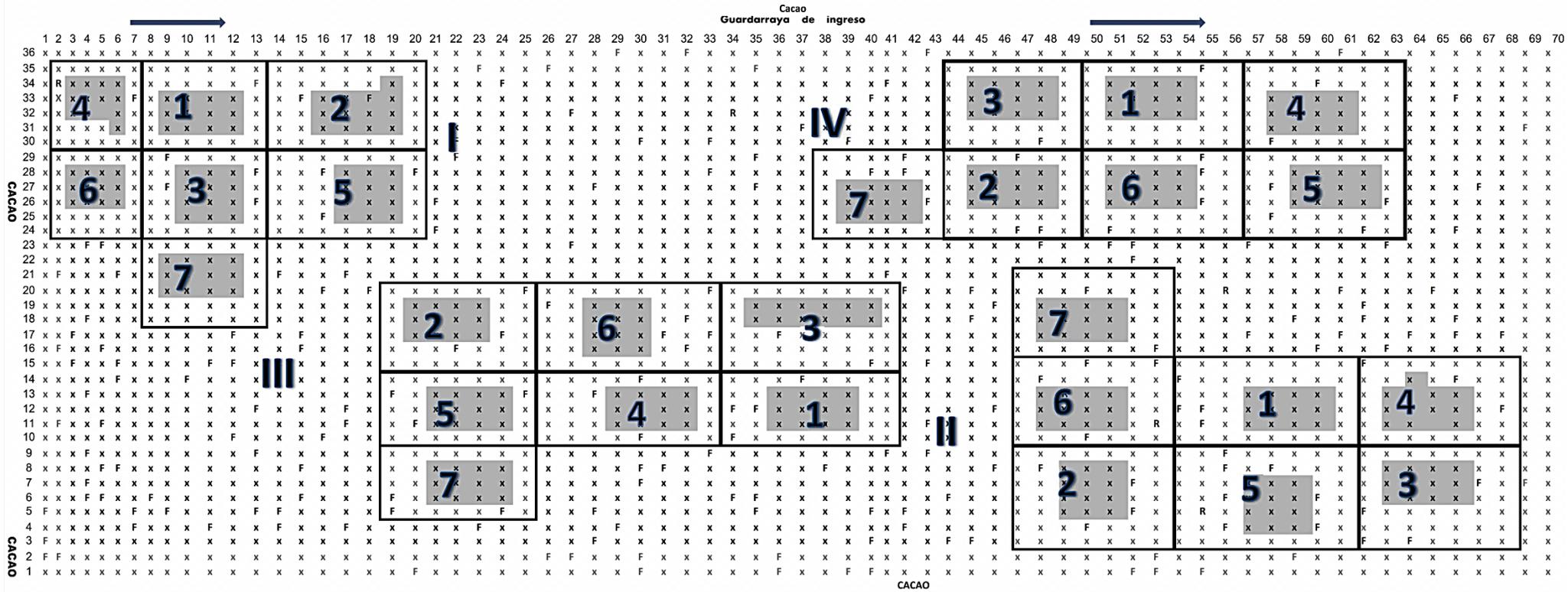
Vedemecum. (2008). Kocide 2000. Retrieved from <http://www.edifarm.com>

Zambrano, O., Mendoza, A., & Rodríguez, M. (2010). Manejo técnico del cultivo de cacao en Manabí. Manejo integrado de enfermedades del cacao en Manabí. Retrieved from Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Portoviejo: <https://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/.../L-SENESCYT-0080.p...>

## **CAPITULO VII ANEXOS**

# Anexo 7. 1 Croquis de campo del ensayo

Hacienda RIO LINDO Agrotropical. Ensayo de Fungicidas. "Lote 5 A"



X: Planta viva  
 R: Resiembr  
 F: Falla Planta Muerta

Tratamientos/Colores  
 T1: Azul  
 T2: Amarillo  
 T3: Verde  
 T4: Blanco  
 T5: Rojo  
 T6: Negro  
 T7: Café

Anexo 7. 2 Análisis de varianza capacidad antiesporulante a los 2 días, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), Quevedo 2014.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repetición	8,48	3	2,83	0,65	0,5850
Tratamiento	508,21	6	84,70	19,47	<0,0001
Error	443,76	18	4,35		
Total	960,46	27			
CV (%)	44,09				

Anexo 7. 3 Análisis de varianza capacidad antiesporulante a los 6 días, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), Quevedo 2014.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P - valor
Repetición	4,98	3	1,66	0,40	0,7568
Tratamiento	485,87	6	80,98	19,29	<0,0001
Error	428,12	18	4,20		
Total	918,97	27			
CV (%)	38,10				

Anexo 7. 4 Análisis de varianza capacidad antiesporulante a los 10 días, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia

de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), Quevedo 2014.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repetición	8,54	3	2,85	0,64	0,5934
Tratamiento	462,52	6	77,09	17,23	<0,0001
Error	456,45	18	4,47		
Total	927,51	27			
CV (%)	35,66				

Anexo 7. 5 Análisis de varianza, Cherelle wilt en la época de invierno, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), Quevedo 2013.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repetición	74,15	3	24,72	3,64	0,0375
Tratamiento	83,10	5	16,62	2,44	0,0823
Error	101,96	15	6,80		
Total	259,21	23			
CV (%)	30,03				

Anexo 7. 6 Análisis de varianza, Numero de mazorcas sanas en la época de invierno, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), Quevedo 2013.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P - valor
Repetición	35,15	3	11,72	1,70	0,2101
Tratamiento	64,57	5	12,91	1,87	0,1593
Error	103,49	15	6,90		
Total	203,22	23			
CV (%)	16,50				

Anexo 7. 7 Análisis de varianza, porcentaje de mazorcas enfermas en la época de invierno, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), Quevedo 2013.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repetición	154,60	3	51,53	1,56	0,2398
Tratamiento	52,55	5	10,51	0,32	0,8940
Error	494,69	15	32,98		
Total	701,83	23			
CV (%)	18,22				

Anexo 7. 8 Análisis de varianza peso fresco en la época de invierno, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), Quevedo 2013.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repetición	1668167,75	3	556055,92	1,83	0,1851

Tratamiento	2025825,90	5	405165,18	1,33	0,3033
Error	4558740,39	15	303916,03		
Total	8252734,04	23			
CV (%)	19,22				

Anexo 7. 9 Análisis de varianza, escoba de bruja vegetativa en la época de invierno, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), Quevedo 2013.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repetición	6,03	3	2,01	5,11	0,0124
Tratamiento	2,55	5	0,51	1,30	0,3170
Error	5,91	15	0,39		
Total	14,49	23			
CV (%)	36,29				

Anexo 7. 10 Análisis de varianza, Cherelle wilt en la época de verano, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), Quevedo 2014.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P - valor
Repetición	1,84	3	0,61	0,63	0,6050
Tratamiento	285,38	6	47,56	48,91	<0,0001
Error	17,50	18	0,97		

Total	304,72	27
CV (%)	22,54	

Anexo 7. 11 Análisis de varianza, numero de mazorcas sanas en la época de verano, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), Quevedo 2014.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repetición	8,18	3	2,73	2,18	0,1258
Tratamiento	16,07	6	2,68	2,14	0,0984
Error	22,52	18	1,25		
Total	46,77	27			
CV (%)	18,81				

Anexo 7. 12 Análisis de varianza, porcentaje de mazorcas enfermas en la época de verano, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), Quevedo 2014.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repetición	85,25	3	28,42	2,12	0,1331
Tratamiento	1047,69	6	174,61	13,04	<0,0001

Error	241,05	18	13,39
Total	1373,99	27	
CV (%)	10,20		

Anexo 7. 13 Análisis de varianza, peso fresco en la época de verano, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), Quevedo 2014.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repetición	319433,29	3	106477,76	2,23	0,1193
Tratamiento	765246,78	6	127541,13	2,68	0,0491
Error	858135,59	18	47674,20		
Total	1942815,67	27			
CV (%)	20,24				

Anexo 7. 14 Análisis de varianza, escoba de bruja vegetativa en la época de verano, en el uso de moléculas químicas de baja toxicidad para incluir en la estrategia de manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), Quevedo 2014.

F. Variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repetición	0,61	3	0,20	0,78	0,5180
Tratamiento	53,43	6	8,90	34,52	<0,0001
Error	4,64	18	0,26		

Total	58,68	27
CV (%)	26,83	

Anexo 7. 15 Fotos, aplicación de los tratamientos en estudio para evaluar la capacidad antiesporulante en mazorcas de cacao.



Anexo 7. 16 Fotos de los registros de datos, capacidad antiesporulante en mazorcas de cacao.



Anexo 7. 17 Fotos, aplicación de los tratamientos en campo.



**Document** [Tesis Bravo.docx](#) (D13459317)

**Submitted** 2015-03-05 19:08 (-05:00)

**Submitted by** [jbravo\\_1990@hotmail.es](mailto:jbravo_1990@hotmail.es)

**Receiver** [csuarez.uteq@analysis.orkund.com](mailto:csuarez.uteq@analysis.orkund.com)

**Message** TESIS BRAVO [Show full message](#)

5% of this approx. 14 pages long document consists of text present in 4 sources.



#### USO DE MOLÉCULAS QUÍMICAS DE BAJA TOXICIDAD PARA INCLUIR EN LA ESTRATEGIA DE MANEJO DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)

1. INTRODUCCIÓN El cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivo que se encuentra ligado a lo histórico, económico, político y social del Ecuador, ocupa buena parte de la superficie agrícola del país y de la sub-región andina.

0: TESIS URDIALES ISMAEL ULTIMO16 de sep.docx

88%

Es el producto de exportación más antiguo del Ecuador, durante la época colonial y

luego durante la República, la economía de lo que hoy constituye el Ecuador ha estado fuertemente ligada a la producción del cacao y aunque venido a menos por los avatares del que hacer agropecuario del país, aun representa uno de los principales rubros del sector, generando recursos y empleo, contribuyendo al desarrollo y progreso de la economía ecuatoriana. En el proceso de tecnificación del cultivo, el manejo de las enfermedades que lo afectan (*Monilia*, *Phytophthora* y *Escoba de bruja*) principalmente requiere de atención constante lo que incluye uso de fungicidas en épocas epidémicas (Diciembre a Mayo). Recomendaciones oficiales para cacao, basadas en resultados de pruebas experimentales señalan el uso de una azoxystrobina (*Bankit*), y un producto a base de cobre (Hidroxido de Cu – *Kocide* 2000), este último reemplazando al Oxido cuproso de mayor toxicidad al ambiente. Sin embargo, existe una amplia gama de fungicidas que las casas comerciales recomiendan y el productor usa con resultados variables y cuyas dosis y frecuencias requieren ser precisadas en las condiciones de las huertas del país. El cultivo de cacao es atacado por varias enfermedades producidas por hongos que producen reducciones del rango de 40 – 60 % anual en el rendimiento del cultivo, las cuáles, se traducen en disminuciones drásticas en los ingresos de las familias productoras de cacao en el país. Las características de estas enfermedades (*Monilia* y *Escoba de bruja* causadas por hongos del genero *Moniliophthora* y *Fitoftora*, causada por un pseudohongo *Phytophthora*) requieren de una estrategia de manejo integrado para su control la misma que incluye uso de productos químicos que los cacaoteros, en especial los empresariales, están usando sin un respaldo científico en condiciones locales. A. JUSTIFICACIÓN Durante la época lluviosa de la región cacaotera coincide la mayor producción de cacao y la incidencia de las enfermedades del fruto. Las prácticas culturales de manejo son insuficientes para combatirlos y es necesario el uso de fungicidas preferentemente aquellos de baja toxicidad para el hombre y el ambiente La oferta de productos químicos recomendada es escasa y con el temor a desarrollar resistencia, Las empresas cacaoteras se ven obligados a utilizar productos químicos que le ofrece el mercado, muchas veces sin respaldo científico. Los resultados de la presente investigación pretenden establecer de manera científica la conveniencia o no del uso de las moléculas fungicidas que se ofrecen en el mercado y se convertirá en información valiosa para los productores cacaoteros, que así tendrán una orientación más técnica para el control químico de enfermedades. 2.1. REVISIÓN DE LITERATURA 2.1. Generalidades del cacao Las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) inciden en mayor o menor proporción, en todas las plantaciones del litoral ecuatoriano, convirtiéndose en el factor más limitante de la producción, en algunas localidades. Los lotes deben estar compuesto por mezcla de clones o híbridos que permitan mantener diversidad genética en la plantación para evita "ataques" masivos de enfermedades y problemas de incompatibilidad y autoincompatibilidad que existen en cacao; estas razones refuerza los criterios para no recomendar el uso de semilla o plantas de origen desconocido, porque estos no garantiza una buena productividad y más bien se pierde tiempo y la inversión realizada. CITATION Sol101 \l 2058 (Solórzano & Mendoza, 2010). El cacao es una planta que pertenece al orden Malvales, a la familia de las Esterculiaceas género *Theobroma*, especie cacao. Su centro de origen se cree está ubicado en la cuenca del Amazonas (América del Sur), en las estribaciones orientales de los Andes, cerca de los límites de Colombia, Ecuador y Perú. En Centroamérica, el cultivo del cacao se realiza desde antes de la llegada de los españoles. En Nicaragua se usaba la semilla como moneda, y su bebida, que consistía en chocolate sin azúcar, era destinada a los caciques o reyes, ya que se consideraba como bebida para Dioses. Por los

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Tesis Bravo.docx (D13459317)  
**Submitted:** 2015-03-06 01:08:00  
**Submitted By:** jbravo\_1990@hotmail.es

### Sources included in the report:

trabajo de titulación SOYA ALEX LOOR.doc (D11359078)  
Cuerpo monografía.docx (D13142765)  
TESIS URDIALES ISMAEL ULTIMO16 de sep.docx (D11542766)  
<http://www.agroconnexion.cl/sites/default/files/Ficha%20tecnica%20Phyton-27.pdf>

### Instances where selected sources appear:

11