



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACIÓN
COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA

“EFECTOS DEL COBRE EN LA REDUCCIÓN DEL “MARCHITAMIENTO
PREMATURO DE LA MAZORCA (Cherelle wilt) DEL CACAO” Y SU
PRODUCCIÓN EN LA ZONA DE MATA DE CACAO”

AUTOR:

Carlos Danilo Bajaña Saldaña

TUTOR:

Ing. Agr. Javier Saltos Moncayo. MSc.

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2016

La responsabilidad de este trabajo de titulación, resultados y conclusiones corresponden exclusivamente al autor.

Carlos Danílo Bajaña Saldaña

DEDICATORIA

Este trabajo realizado se lo dedico a mi madre Luz Saldaña y a mi padre Perfecto Bajaña por haberme guiado con sabiduría y fortalezas para poder cumplir con cada una de mis metas, a mis hermanas y amigos por haberme dado sabios consejos que supieron guiarme por buenos senderos.

Carlos Danílo Bajaña Saldaña

AGRADECIMIENTO

Al terminar este trabajo de titulación quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, quien nos guía, por el buen sendero y nos enseña a valorar la vida sobre la tierra, además quiero agradecer a las siguientes instituciones y personas que me apoyaron desde el inicio de mis estudios superiores.

A la Universidad Técnica de Babahoyo y a su Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica; por las oportunidades y facilidades brindadas en el transcurso de mi enseñanza y optar el título de ingeniero agrónomo.

Al Ing. Agr. Javier Saltos Moncayo, MSc., Tutor del trabajo de titulación y por sus consejos brindados en el transcurso de este trabajo.

Al Ing. Agr. Vinicio Troya, quien ayudo con su finca para llevar a cabo este trabajo de titulación.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	7
INDICE DE FOTOS	9
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
1.1.1. Objetivo General	2
1.1.2. Objetivo Específicos:	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. El cobre en el suelo	3
2.1.1. Formas que actúa el cobre dentro de las plantas	3
2.1.2. Toxicidad del cobre en las plantas	4
2.1.3. Deficiencia del cobre en las plantas	5
2.1.4. Movimiento del cobre del suelo a las raíces	6
2.1.5. Importancia del Cobre en el cacao	6
2.1.6. Productos	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1. Ubicación y descripción del área experimental	10
3.2. Material genético en estudio	10
3.3. Métodos	10
3.4. Factores en estudio	10
3.4.1. Factores en estudio y tratamiento	11
3.5. Diseño experimental	12
3.6. Características del experimento	12
3.7. Manejo del ensayo	12
3.7.1. Análisis del suelo.	12
3.7.2. Análisis foliar	13
3.7.3. Riego	13
3.7.4. Control de malezas	13
3.7.5. Poda fitosanitaria y de mantenimiento	13
3.7.6. Control de plagas y enfermedades	13
3.7.7. Fertilización	13

3.7.8. Sombra	14
3.8. Datos Evaluados	14
3.8.1. Pepinillos efectivos	14
3.8.2. Pepinillos abortados o Cherelle wilt.	14
3.8.3. Índice de mazorca	14
3.8.4. Longitud de mazorcas.....	14
3.8.5. Índice de semilla por mazorca.	15
3.8.6. Rendimiento por Hectárea	15
3.8.7. Análisis económico	15
IV. RESULTADOS	16
a.- Aplicación de cobre al suelo.....	16
b.- Efectos de la aplicación del cobre al follaje.....	18
c.- Interrelación de la aplicación del cobre al suelo y follaje.	20
d.- Efectos del Cobre Vs Clorotalonil + Estrobilurina aplicado al follaje	24
f.- Análisis económicos	24
V. Discusión.....	27
VI. Conclusiones y Recomendaciones	29
RESUMEN	30
SUMMARY	32
IV. LITERATURA CITADA.....	33
ANEXOS	34

INDICE DE CUADROS

- Cuadro. 1. Cuadrado medio de la aplicación suelo, follaje e interrelación suelo-follaje correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015
- Cuadro. 2. Cuadrado medio de correlación cobre con el Clorotalonil + Estrobilurina correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015
- Cuadro. 3. Efectos del cobre aplicado al suelo en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015
- Cuadro. 4. Efectos del cobre aplicado al follaje en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015
- Cuadro. 5. Interrelación cobre suelo-follaje rendimiento qq/ha correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015
- Cuadro. 6. Interrelación cobre suelo-follaje pepinillos efectivos/ha correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015
- Cuadro. 7. Interrelación cobre suelo-follaje pepinillos abortados/ha correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

- Cuadro. 8. Interrelación cobre suelo-follaje mazorcas efectivas/ha correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015
- Cuadro. 9. Interrelación cobre suelo-follaje longitud de mazorcas/ha correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015
- Cuadro. 10. Interrelación cobre suelo-follaje números de semillas/ha correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015
- Cuadro. 11. Resultados foliares del cacao en función de la aplicación de Cobre y Clorotalonil + Estrobilurina
- Cuadro. 12. Análisis económico correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

INDICE DE FOTOS

- Foto. 1. Eliminación de mazorcas y pepinillos muertos.
- Foto. 2. Elaboración de estaquillas para las respectivas identificaciones de los tratamientos.
- Foto. 3. Identificación de las parcelas con sus respectivos letreros.
- Foto. 4. Preparación y marcado de las plantas a evaluar.
- Foto. 5. Pesado del cobre sobre una balanza.
- Foto. 6. Enterrado del cobre en el suelo a 60 cm de la base de la planta.
- Foto. 7. Equipo de protección y aplicación.
- Foto. 8. Preparación del cobre para la aplicación al follaje.
- Foto. 9. Aplicación del producto al follaje.
- Foto. 10. Toma de datos tales como número de pepinillos efectivos, pepinillos abortados.
- Foto. 11. Pepinillos sanos.
- Foto. 12. Mazorcas sanas.
- Foto. 13. Cosecha y conteo de semillas por mazorcas.
- Foto. 14. Implementos utilizados para la toma de datos de longitud de mazorca y diámetro de mazorca.
- Foto. 15. Toma de datos tales como: Medición (longitud) y calibración (grosor) de la mazorca del cacao.
- Foto. 16. Balanza y pesado de semillas secas.
- Foto. 17. Muestreo para análisis foliar e identificación de la muestra.

I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, uno de los problemas que afecta la producción del cacao es la marchitez prematura de la mazorca o Cherelle wilt, que afecta la producción de los pepinillos y mazorcas del cacao. En algunas épocas del año este problema puede reducir alrededor del 90 % del rendimiento del cacao (Saucedo 2015) transformándose en mazorcas “momificadas de color negro y duras. A través de esta investigación se busca cuantificar los efectos del cobre en la reducción del “marchitamiento prematuro de la mazorca” o Cherelle wilt del cacao ya que en algunas zonas cacaoteras del país es un grave problema.

El “marchitamiento prematuro” o Cherelle wilt se da en los frutos jóvenes del cacao el cual causa la detención en el desarrollo de los frutos, seguido de su secamiento y arrugamiento lo cual los torna amarillos y después negros. Luego se momifican y se infectan por hongos, los frutos así marchitos permanecen en el árbol y cuando están completamente secos se caen fácilmente al presionarlos con la mano.

La producción de cacao se ha consolidado principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos, en la que se cultivan dos tipos de cacao: el Cacao CCN - 51 y el denominado Cacao Nacional. El clon CCN – 51 a partir del año 2005 ha incrementado el área de cultivo, debido al alto rendimiento y resistencia a la enfermedad conocida como escoba de bruja, y su fácil manipuleo por su baja estatura; además, su producción es estable durante todo el año.

El año 2011, hubo un área sembrada de 521,091 Ha, con una área cosechada de 399,467 Ha, y con una producción de 224,163 t. Tanto la área sembrada, la cosecha y la productiva registran un aumento en los últimos cinco años (2007 – 2011), dando un desarrollo promedio anual de 5.35 % para el área sembrada, 2.87 % para la área cosechada y 14.28 % para la área productiva de cacao.¹

Por ser el cacao un cultivo de sustento económico de muchas familias campesinas y por encontrarse la producción del cacao amenazada por la

¹ http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf

marchites prematura de la mazorca o Cherville wilt. su necesidad de encontrar niveles adecuados de cobre para mejorar la nutrición del cacao y defensas para combatir esta “marchites prematura de la mazorca” que está causando mucho daño al sector cacaotero de la provincia de Los Ríos y del todo el país.

Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Determinar el efecto del cobre en la reducción del “marchitamiento prematuro” de la mazorca del cacao o Cherelle wilt, y su influencia como nutriente en la producción de cacao, en la zona de Babahoyo.

1.1.2. Objetivo Específicos:

- Determinar las cantidades de cobre que se necesita para la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca o Cherelle wilt.
- Evaluar los efectos de la aplicación del cobre al suelo y a las hojas usados como fungicida y nutriente.
- Analizar económicamente el rendimiento del cacao en función de los niveles y formas de aplicación del cobre.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cobre en el suelo

Moreno (2007) menciona la forma que el cobre se encuentra disponible en el suelo Cu^{+2} el cual es asimilable por la planta. También da énfasis en los procesos que intervienen en una planta como la de que actúa en el proceso metabólico de sustancias vitales, que integra diversas enzimas las cuales participan en la fotosíntesis, y el cobre cumple un papel muy importante en el control de plagas y enfermedades ya sea en su forma mono y divalente.

Valenciana (2003) indica que el cobre es uno de varios elementos que se pueden bloquear en el suelo por el exceso de calcio, el cual provoca que el cobre sea inasimilable para la planta, y también menciona que la materia orgánica cumple un papel importante para que el cobre se encuentra de forma soluble en el suelo, el cual las plantas lo puedan asimilar. También indica las necesidades medias de los microelementos que requieren las plantas por hectáreas es de 2 kg / año.

2.1.1. Formas que actúa el cobre dentro de las plantas

Soria (2015) determinó que el cobre es un elemento necesario en el metabolismo proteico y de la formación de carbohidratos, así como en la actividad enzimática necesaria para el normal funcionamiento de los vegetales en general.

Promix (2015) informa que el cobre actúa en todas las plantas en la síntesis de lignina, es esencial para diversos sistemas enzimáticos. Es necesario en la fotosíntesis, es esencial en la respiración de las plantas y coadyuvante de éstas en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, también ayuda a intensificar el sabor, color en las hortalizas y en las flores.

Botánica (2015) dice que el cobre es muy importante para el crecimiento vegetal, porque el cobre activa ciertas enzimas y forma parte del proceso de formación de clorofila. También ayuda en el metabolismo de las raíces y consigue a que las plantas utilicen mejor las proteínas.

Navarro-Blaya y Navarro-García (2003) nombran todas las importantes funciones del cobre tanto en las plantas como en el suelo. En las plantas está asociado en un buen número de enzimas, ya sea como activador, o formando parte de ellos como grupo protético. El cobre es un micronutriente esencial en el balance de bioelementos que en la planta regulan un proceso tan trascendental como es la respiración. También dice que la deficiencia de este micronutriente se puede apreciar en hojas jóvenes y brotes como también en la muerte prematura de los frutos. En el suelo la presencia de elementos tales como fósforo, nitrógeno, hierro, aluminio, cinc y molibdeno pueden considerarse como influyente en la disponibilidad de cobre, ya que el exceso de cualquiera uno de ellos, bloquea al cobre en una forma inasimilable para la planta.

AgroEs (s.f.) “informa que el cobre participa en la fotosíntesis y en el metabolismo de todas las plantas y enzimas implicadas en los procesos de óxido/reducción. Es importante para la transpiración de las plantas. También indica otras funciones importantes del cobre en la nutrición de las plantas tales como, que forma parte de la pared celular, también de enzimas como fenolasa u oxidasa del ácido ascórbico y en algunos citocromo. Interviene en la fotosíntesis siendo integrante de la proteína plastocianina. También en el metabolismo nitrogenado y glucídico. Influye en la fijación del nitrógeno de la atmósfera de las leguminosas.”

FAGRO (2012) describe las funciones y propiedades del cobre para las plantas. El cobre en la planta activa las enzimas y muchas veces forma parte de ella, protege las plantas participando en la formación de la vitamina C, participa en el metabolismo de las plantas, ayuda a que el nitrógeno se fije bien en las plantas. Regula la transpiración de las plantas ya que equilibra los bioelementos. Sin embargo la función más importante es la que le brinda como la protección contra plagas y enfermedades.

2.1.2. Toxicidad del cobre en las plantas

CES (s.f.) el cobre produce lesiones en las raíces que comienzan en el plasmalemma y terminan con la destrucción de la estructura normal de la membrana; inhibe el crecimiento radicular y promueve la formación de

numerosas raicillas (secundarias) cortas y de color pardo. El cobre se acumula en la corteza de las raíces y en las paredes celulares. Se produce clorosis porque el Fe es desplazado de los centros fisiológicos del metabolismo y reemplazado por el Cu. En un mismo ecosistema, las plantas acuáticas asimilan tres veces más cobre que las plantas terrestres.

2.1.3. Deficiencia del cobre en las plantas

Navarro-García y Navarro-García (2013) publican que el cobre es un oligoelemento que se manifiesta de diferentes formas en los diferentes cultivos, ya sea de manera muy enmarcada o casi muy leve. Pero también dan a conocer que es un micronutriente muy importante en los diferentes procesos metabólicos en una planta. En las plantas de ciclo perenne se puede manifestar en sus órganos tiernos, como en sus partes leñosas.

Kirkby y Romheld (s.f.) mencionan que el cobre dentro de la planta desempeña un papel muy importante en la desintoxicación de radicales superóxido y lignificación, cuando se presenta una deficiencia de Cu, la actividad de estas enzimas se reduce drásticamente. La reducción del transporte fotosintético de electrones, como consecuencia de menores contenidos de plastocianina, una proteína que contiene Cu la cual hace que disminuya la tasa de fijación de CO₂, de modo que el contenido de almidón y de carbohidratos solubles (especialmente sacarosa) también se reduce. Este es uno de los principales factores que provoca la reducción de la producción de materia seca en las plantas que sufren de deficiencia de Cu durante el crecimiento vegetativo. La falta de abastecimiento de carbohidratos para los nódulos de las leguminosas, que causa crecimiento restringido y deficiencia de N en la planta hospedera. Las enzimas superóxido dismutasa juega un papel muy importante en la desintoxicación de radicales superóxido los cuales pueden causar severos daños a las plantas. También mencionan que el Cu afecta al crecimiento reproductivo (formación de granos, semillas y frutos) mucho más que al crecimiento vegetativo.

2.1.4. Movimiento del cobre del suelo a las raíces

Alvarado y Ramírez (1979) citan que Barber (1974) investigó que el movimiento de los iones a las raíces de las plantas está regido por 1) la intercepción de las raíces, 2) el flujo de masas y 3) la difusión. Sin embargo la cantidad movida hacia las raíces depende de la especie de planta, el suelo, el clima, la fertilización y el uso de agroquímico. Ellos también dan énfasis en lo que descubrieron Kline y Rust (1966) que el 35 al 70% del cobre difusible es de origen orgánico y que su respectiva difusión puede tomar lugar tanto en suelos calcáreos como no calcáreos.

2.1.5. Importancia del Cobre en el cacao

Arroyave (2007) nombra algunos factores que provocan la marchites prematura de la mazorca, la cual se debe a: Deficiencia nutritiva del suelo, condiciones desfavorables del clima, como sequías prolongadas, o exceso de lluvia, cambios bruscos de temperatura, daños causados por plagas y enfermedades, autodefensa del árbol el cual puede retener las mazorcas que puede alimentar, deficiencias hormonales o alteraciones metabólicas.

FAGRO (2015) determinó que el cobre se encuentra en un 70 % en los cloroplastos, estos organelos están asociados con la síntesis de lignina. Induce el endurecimiento de tejidos, tallos y flores. La lignificación es inhibida en tejidos deficientes de cobre y esto se asocia con un desarrollo inadecuado del xilema. El cobre es componente de varias enzimas dentro de la planta.

Herrera (2014) manifiesta que el cobre influencia en la fotosíntesis y en el metabolismo de carbohidratos y del nitrógeno en las plantas.

Saucedo (2003) publica que la muerte prematura de la mazorca o Cherelle wilt afecta a los pepinillos en su etapa temprana y puede reducirlos en un 20 a 90 %. También menciona que este problema debe ser considerado como una amenaza, puesto que ocasiona la reducción hasta en un 40 % del total de la cosecha.

El mismo autor alude que la incidencia del marchitamiento prematuro de la mazorca es variable durante la época del año, también dice que el

marchitamiento prematuro de los frutos en los árboles jóvenes se debe a la brotación y desarrollo de los brotes el cual provoca una mayor demanda de alimento del árbol.

Esmeraldas (2012) encontró que la marchitez prematura de la mazorca se da por motivos de competencia de alimentos ocasionado por las mazorcas y por donde se encuentran distribuidas, las que están en ramas gruesas logran llegar hasta la madures mientras las que se encuentran en ramas delgadas tendrán q morir prematuramente.

INIAP (1991) describe que el marchitamiento prematuro de la mazorca se caracteriza por un amarillamiento de los frutos antes de los 80 días de edad, seguido de secamiento y momificación del mismo, que permanece adherido al tronco por mucho tiempo. En estudios antes realizados se puede apreciar como este fenómeno se da por una mayor competencia por sustancia nutritivas o de los fotosintetizados entre las mazorquitas en activo crecimiento y nuevas brotaciones. También da a conocer que cuando el árbol esta en una mayor actividad fotosintética disminuye la cantidad de pepinillos marchitos.

Porras y Sánchez (1993) señalan que las principales causas que provoca la marchites prematura de la mazorca o Cherelle wilt es la edad del árbol ya que durante sus primeros cinco años el árbol bota algunos pepinillos por motivo de aclimatación al lugar donde fue sembrado. Clima poco favorable, cuando hay un exceso de lluvia o falta dela misma hace que el árbol entre en un estado de estrés el cual provoca el marchitamiento y muerte de las frutos, el cual también se ve afectado por baja temperatura, suelos pobres, también dicen que si el suelo contiene poco nutriente, el árbol buscará a purgarse eliminando los frutos que no podrá alimentar, por ataque de hongos e insectos. Existen algunos hongos e insectos que atacan a los frutos jóvenes tales como: Phytophthora, Colletotrichum (Hongos). Monalonium y algunas larvas (insectos).

Thompson y Troeh (2002) determinaron que el sulfato de cobre es uno de los elementos que mayor ayuda a las plantas a mejorar su proceso de fotosíntesis y que actúa como fertilizante y es efectivo como fungicida. También apuntan que el cobre puede ser aplicado al suelo dependiendo de la capacidad de intercambio catiónico el cual influye mucho en su estado de asimilación para la

planta, ya que el cobre actúa en la formación de un gran número de enzimas que tienen diferentes funciones dentro de la planta.

Fedecacao (2012) manifiesta que el Cu es importante en el control de la humedad en los tejidos de la planta y en el crecimiento del tallo y de las hojas, Interviene en los procesos de fecundación de flores, fotosíntesis y respiración, promueve resistencia a enfermedades, deficiente en suelos arenosos y suelos lixiviados. Su deficiencia es por exceso de P y N, la deficiencia severa en la planta de cacao se puede observar en forma de clorosis y muerte descendente de los brotes terminales.

Ayala (2008) investigó que el chinche de cacao “Monalonium sp”, este insecto ataca a la corteza de las mazorcas, especialmente las zonas que no están expuestas al sol, cuando este insecto se alimenta del fruto joven puede ocasionar pérdidas por el marchitamiento prematuro de la mazorca.

2.1.6. Productos

LIGNOQUIM (s.f.) dice que el sulfato de cobre pentahidratado, es un fertilizante y corrector de deficiencias que ayuda a incrementar las fitoalexinas de las plantas, incrementando sus defensas y creando una barrera sanitaria.

Composición de los Fungicidas utilizados

Sulfato de cobre pentahidratado:

Especificaciones físico – químico

Apariencia: Cristales triclinicos azules transparente

Olor: Sin olor

Solubilidad en Agua: 31.6

PH: 4.5

Bravo 720 Syngenta (2009) dice que el Clorotalonil, es un fungicida de contacto de amplio espectro con acción preventiva, el cual actúa en el control de numerosas enfermedades de los diferentes cultivos entre ellos el cacao. Ya

que ataca varias funciones vitales de las células patógenas, por este motivo es ideal para las estrategias de lucha contra resistencia.

Especificaciones físico – químico

Apariencia: Suspensión acuosa gris claro

Olor: Olor ligero

Solubilidad en Agua: 0.81 mg/L

PH: 6.5 – 8.5

COMET:

BASF (2012) dice que Piraclostrobina, es un fungicida que actúa por inhibición de la germinación de las esporas, el desarrollo del tubo germinativo y la esporulación. De esta manera COMET ® otorga una prolongada persistencia de acción.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el periodo Septiembre - Diciembre en una área de la Finca “La Envidia” ubicada a 30 km en la vía Babahoyo - Mata de cacao – San José del tambo que está ubicada en las siguientes coordenadas UTM longitud norte 672,342.61, latitud sur 9,788,083.92, longitud norte 672,258.70, latitud sur 9,788,029.53 de 8 msnm. La zona tiene un clima tropical húmedo, con temperatura media de 25,9 °c, precipitación anual de 1429.8 mm, humedad relativa de 97 % y 1017.3 horas de heliofania anual.

El suelo es un inceptisol con topografía plana, textura franco y drenaje regular, además tiene un pH de 6.3.

3.2. Material genético en estudio

El área experimental está sembrada con:

Cacao CCN – 51

Edad: Aproximadamente 4 años

Tamaño del árbol: 2 – 4 metros

Color de la mazorca: Rojizo anaranjado

Forma de la mazorca: Forma de baya

Tolerancia: Escoba de bruja

3.3. Métodos

Para realizar la investigación se utiliza el método Deductivo inductivo, inductivo experimental.

3.4. Factores en estudio

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de cacao.

Variable independiente: Dosis de cobre aplicada al suelo y al follaje del cacao.

3.4.1. Factores en estudio y tratamiento

Los factores en estudio consistieron 2 formas de aplicación del cobre 1 al suelo y al follaje con 3 y 2 niveles respectivamente.

Factores y tratamientos estudiados			
Tratamientos	Ingrediente Activo	Formas de Aplicación de los Productos	
		Suelo (Kg/Ha)	Follaje (lts/Ha)
T1	Sulfato de Cobre	0	0
T2	Sulfato de Cobre	0	0.5
T3	Sulfato de Cobre	0	1
T4	Sulfato de Cobre	1	0
T5	Sulfato de Cobre	1	0.5
T6	Sulfato de Cobre	1	1
T7	Sulfato de Cobre	2	0
T8	Sulfato de Cobre	2	0.5
T9	Sulfato de Cobre	2	1
T10	Sulfato de Cobre	3	0
T11	Sulfato de Cobre	3	0.5
T12	Sulfato de Cobre	3	1
T13	Clorotalonil + Estrobirulina	0	2+1

Las aplicaciones al suelo se realizaron una sola vez, mientras que al follaje se realizó 3 aplicaciones con un intervalo de 15 días.

3.5. Diseño experimental

Para este cultivo, los tratamientos fueron distribuidos en el campo según un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4 x 3 + 1 ubicados en 3 repeticiones, el esquema del ADEVA se presenta a continuación.

3.5.1. Análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloque	2
Aplicación de cobre al suelo (A)	3
Aplicación de cobre al follaje (B)	2
Aplicación de cobre (A) X (B)	6
Aplicación de Clorotalonil + Estrobirulina	1
Error	24
Total	38

3.6. Características del experimento

Área total: 60 m² (ancho 5.00 m x largo 12.00 m)

Área útil: 30 m² (ancho 5.00 m x largo 6.00 m)

Área total del experimento: 2340 m².

3.7. Manejo del ensayo

3.7.1. Análisis del suelo.

Para el análisis de suelo, se tomaron muestras en forma de zic – zac a una profundidad de 20 cm, las muestras se recolectaron en un balde luego se mezcló hasta homogenizarla, luego se pesó 1 kg de suelo para enviarlo al laboratorio del INIAP, totalmente adjuntando la respectiva identificación de la muestra..

El análisis se efectuó en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Litoral Sur del INIAP.

3.7.2. Análisis foliar

Para el análisis foliar se consideró la parte media de los árboles, y de cada árbol se tomó 4 sub-muestras de cada punto cardinal, se eligió la hoja 3 de las ramas expuestas al sol, luego se identificó las muestras y se envió al laboratorio del CINCAE.

3.7.3. Riego

El riego se realizó utilizando aspersores mini-cañón, el periodo de aplicación fue de 2 veces a la semana con una duración de 30 minutos por aspersor proporcionando una lámina de 15 a 20 cm.

3.7.4. Control de malezas

Para el control de malezas se realizó desyerbas con “guadaña” eliminando las malezas de todo el experimento, esta labor se efectuó cada 30 - 35 días dependiendo de la cantidad poblacional de malezas.

3.7.5. Poda fitosanitaria y de mantenimiento

No se realizó poda fitosanitaria durante todo el tiempo que duró el trabajo de investigación.

3.7.6. Control de plagas y enfermedades

Durante el desarrollo del ensayo se aplicó Metomil para el control de insectos masticadores en dosis de 1 kg el cual se lo disolvió en un tanque de 200 litros de agua.

3.7.7. Fertilización

La fertilización básica se realizó con N P K, en dosis de 90 kg de N, 60 de P y 80 de K en una sola ocasión durante duró el experimento, complementándose con los microelementos estudiados a base de cobre, cuyos niveles se indica en la página 11.

3.7.8. Sombra

La plantación de cacao no tuvo ningún tipo de sombra, ya que este clon de cacao no necesita de sombra.

3.8. Datos Evaluados

3.8.1. Pepinillos efectivos

Se contabilizó por árbol el número de pepinillos sanos, posteriormente se realizó un promedio para determinar el tratamiento que menos abortos dió.

Se consideró como pepinillo a las mazorquitas que tenían una longitud de 4 cm como mínimo y como máximo 10 cm a partir de 10 en adelante se consideró como mazorca.

3.8.2. Pepinillos abortados o Cherelle wilt.

Se realizó el conteo tanto de pepinillos sanos como los de Cherelle wilt por parcelas y se sacó el porcentaje de mazorcas sanas como muertas.

Para obtener esta información los datos fueron ubicados en Excel donde fueron ordenados por tratamiento después se los copió en el programa InfoStat donde fueron sometidos a la prueba de Tukey con probabilidad del 5 % de correlación.

3.8.3. Número de mazorca

El número de mazorca se refiere a la cantidad de mazorcas que produce cada árbol para lograr esto, se contabilizó la cantidad de mazorcas por árbol y se sumó, luego se determinó el promedio.

3.8.4. Longitud de mazorcas.

Se midió 10 mazorcas por árbol experimental ayudado de una cinta métrica; midiendo su longitud desde el ápice hasta el punto de crecimiento.

3.8.5. Índice de semilla por mazorca.

Se obtuvo pesando 100 semillas secas por mazorcas (gramos). Se procedió a contabilizar en 10 mazorcas el número de almendras y se calculó el índice con el cual se pudo observar cuál de los tratamientos presentó el mejor rendimiento de grano.

Para poder obtener el índice de semilla se utilizó la siguiente fórmula.

$$Indsem = \frac{Ps \ 100 \ sem}{100}$$

3.8.6. Rendimiento por Hectárea

Se realizó con relación al rendimiento por planta y la densidad poblacional del ensayo.

3.8.7. Análisis económico

Se analizó económicamente cada uno de los tratamientos para determinar el más rentable.

IV. RESULTADOS

En el (Cuadros 1), se presentan los resultados logrados en esta investigación en forma de cuadros medios, en los que se puede observar la significación estadística lograda por efecto de las variables y tratamiento en estudios, así como el coeficiente de variación, los mismos que están dentro de los valores considerados como permisibles. En los otros cuadros se presentan los resultados de los efecto simple y las interacciones indicando las diferencias estadísticas alcanzadas en base a la prueba de Tukey al nivel del 0.05 % de probabilidad.

a.- Aplicación de cobre al suelo.

Analizando los datos en forma individuales (Cuadro. 2.), se puedes observar que el mejor rendimiento estadístico se obtuvo aplicando 2 Kg/ha de cobre al suelo, alcanzando un rendimiento máximo de 49.14 qq/ha de cacao seco con humedad más o menos al 14 %. Pero el menor rendimiento se obtuvo cuando no se aplicó cobre al suelo. La diferencia entre el mejor tratamiento (2 kg/ha) y el menor (o kg/ha) fue de alrededor de 10 qq/ha de cacao; es decir, con solo la aplicación de 2 Kg de cobre al suelo se logra subir 10 qq/ha de cacao.

También la aplicación de cobre en cantidades menores y superiores al 2 Kg/ha lograron incrementar el rendimiento del cacao en relación al tratamiento testigo, pudiéndose deducir que la aplicación de cobre al suelo si influye en el rendimiento del cacao.

Por otro lado, la mayor cantidad de pepinillos efectivos (mazorcas pequeñas) se obtuvo con el nivel de 1 Kg/ha de cobre pero el mayor aborto de estas mazorcas correspondió al tratamiento que careció de cobre al suelo, o sea 0 Kg/ha. (Cuadro. 2.)

Cuadro. 1. Cuadrado medio de aplicación suelo, follaje e interrelación suelo-follaje correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Tratamiento Kg/Ha	Pepinillos efectivos/ha	Pepinillos abortados/ha	Mazorcas efectivas/ha	Longitud de mazorcas/ha	N° de semilla/ha	Rendimiento qq/ha
Cobre suelo	882266246,55 **	732336382,84 **	1382218,1 ns	1,96 ns	2081537534846,61 **	21,01 **
Cobre follaje	428400,53 ns	715458,53 ns	5063833,58 ns	3,46 ns	177613561794,08 ns	7,15 ns
Interrelación cobre suelo - follaje	89238702,79 **	209528,49 ns	102162208,99 **	2,17 ns	392642116772,5 ns	6,51 ns
CV	1,74	1,49	2,80	3,04	7,88	0,89

** Altamente significativo (p=0,01)

Ns No significativo

La menor cantidad de pepinillos abortados, se logró aplicando 3 Kg/ha de cobre; en cambio, la mayor cantidad de mazorcas efectivas se logró con el tratamiento 1 Kg/ha de cobre, como producto de haberse generado la máxima cantidad de pepinillos; sin embargo, este hecho no generó el máximo rendimiento de cacao.

En cuanto a la longitud de la mazorca, la aplicación al suelo de 1 y 2 Kg/ha de cobre, fueron los responsables de incentivar el máximo desarrollo de las mazorcas, porque este fungicida-nutriente muestra claramente haber favorecido en el mayor desarrollo de esos parámetro, adicionalmente la mayor cantidad de semillas de cacao, se obtuvo con el tratamiento 1 Kg/ha de cobre. (Cuadro. 2.)

b.- Efectos de la aplicación del cobre al follaje.

Por su parte la aplicación de cobre al follaje u hoja de cacao (Cuadro. 3.) también muestra que es importante para mejorar la producción y rendimiento del cacao, especialmente con la aplicación de 1 kg/ha de cobre. En el caso del rendimiento del grano de cacao, el mejor promedio se logró con el nivel de 1 kg/ha que fue 46.71 qq/ha, aunque apenas logró superarle con 0.53 qq/ha al tratamiento 2 que incluye solamente 0.5 Kg/ha de cobre; y con 1.52 qq al tratamiento que careció de cobre. Aunque las diferencias de rendimiento entre tratamientos son reducidas, esto indica que es muy importante abastecer de dicho elemento a la planta para que garantice una buena salud de las plantas y un equilibrio nutricional.

En cuanto a los otros parámetros evaluados como: Cantidad de pepinillos efectivos, mazorcas efectivas, longitud de mazorcas y número de semilla/ha, también se vieron favorecidas estadísticamente debido a la aplicación de 1 kg/ha de cobre; este incremento ha hecho influir en el aumento del rendimiento del cacao; por el contrario, el mayor número de pepinillos abortados correspondió al tratamiento en el cual no se aplicó cobre es decir al tratamiento 0 kg/ha. (Cuadro. 3.)

Cuadro. 2. Efectos del cobre aplicado al suelo en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Tratamiento Cobre kg/ha	Pepinillos efectivos/ha	Pepinillos abortados/ha	Mazorcas efectivas/ha	Longitud de semillas/ha	N° de semillas/ha	Rendimientos qq/ha
0	31339 d	11882,22 b	15865,44 d	20,69 b	699854,22 d	38,84 d
1	52320,44 a	11228,78 b	38644,89 a	21,6 a	1798446,53 a	47,55 c
2	40002,67 c	11083,67 b	27094,33 c	21,64 a	1354013,67 c	49,14 a
3	46609,11 b	11035,22 a	33995,67 b	21 ab	1616895,91 a	48,44 b

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Cuadro. 3. Efectos del cobre aplicado al follaje en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Tratamiento Cobre kg/ha	Pepinillos efectivos/ha	Pepinillos abortados/ha	Mazorcas efectivas/ha	Longitud de semillas/ha	N° de semillas/ha	Rendimientos qq/ha
0	42416,5 a	11507,17 a	28350,17 b	20,98 b	1287892,17 b	45,19 c
0,5	42507,33 a	11380 b	28733,25 b	20,87 b	1306650,33 b	46,18 ab
1	42779,58 a	11035,25 b	29616,83 a	21,85 a	1507365,25 a	46,71 a

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

c.- Interrelación de la aplicación del cobre al suelo y follaje.

En los experimentos factoriales, las interacción que originan la combinación de nutrientes tiene un valor de mucha importancia por los efectos favorables o sinérgicos que pueden crearse, en este experimento la interacción ocasionada por la combinación de 1 kg/ha de cobre aplicado al suelo con 1 kg/ha de cobre aplicado al follaje generaron los mayores rendimiento de cacao; sin embargo hay otras interacción que originaron rendimientos muy apreciables como la combinación 2 kg/ha de cobre al suelo con 0 kg de cobre al follaje, pero no es adecuado mantener en el suelo bajas cantidades, por temor a reducir el rendimiento a través del tiempo. (Cuadro. 4.)

En cuanto a la producción de pepinillos (Cuadro. 5.), la interacción 1 kg de cobre al suelo con 1 kg de cobre al follaje, dio la mayor cantidad de pepinillos efectivos; por el contrario, la mayor cantidad de pepinillos abortados se produjo cuando el suelo y el follaje carecieron de cobre, es decir no se aplicó dicho micro elemento. (Cuadro. 6.)

De la misma forma que lo ocurrido con los parámetros anteriores, ocurrió con los parámetros mazorcas efectivas, longitud de mazorca y número de semillas (cuadros 7, 8, 9), es decir los máximos promedios estadísticos también se lograron con la combinación de 1 kg de cobre aplicado al suelo con 1 kg esparcido al follaje.

Como se ha podido observar en este trabajo, las interacciones de aplicación de cobre se han visto favorecidos estadísticamente por la aplicación de 1 kg/ha de cobre al suelo y 1 kg/ha de cobre al follaje, lo que sin duda favoreció al rendimiento del cacao que causaron su máxima producción. (Cuadro. 9.)

Interrelación cobre suelo - follaje Rendimiento qq/ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Cuadro. 4.

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	37,02 e	39,29 d	40,22 d	38.84
	1	45,44 c	47,2 b	50,02 a	47.55
	2	49,21 a	49,13 a	49,09 a	49.14
	3	49,08 a	49,08 a	47,5 b	48.55
X̄		45.18	46.17	46.71	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Interrelación cobre suelo - follaje Pepinillos efectivos/ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Cuadro. 5.

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	30056,33 h	30419,33 h	33541,33 g	31338.9
	1	47480,33 c	51401 b	58080 a	52320.4
	2	44649 d	35937 f	39422 e	40002.7
	3	47480,33 c	52272 b	40075 e	46609.1
X̄		42416.50	42507.33	42779.58	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Interrelación suelo - follaje Pepinillos abortados/ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Cuadro. 6.

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	12414,67 e	11833,67 de	11398,33 de	11882
	1	11543,33 de	11325,67 de	10817,33 a	11228
	2	10962,67 bcd	11325,67 de	10962,67 b	11083
	3	11108 cde	11035 cd	10962,67 b	11035
X̄		11507.16	11380	11035.25	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Interrelación suelo - follaje Mazorcas efectivas/ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Cuadro. 7.

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	13653,67 h	14861,33 h	19081,33 g	15865
	1	33134,67 cd	37657,33 b	45142,67 a	38644
	2	31851,67 d	22684,67 f	26746,67 e	27094
	3	34760,67 c	39729,67 b	27496,67 e	33995
X̄		28350.17	28733.25	29616.83	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Interrelación suelo - follaje Longitud de mazorcas/ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Cuadro. 8.

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	19,87 c	20,4 bcd	21,8 abc	20.69
	1	21,67 abcd	20,27 cd	22,87 a	21.60
	2	21 abcd	21,67 abcd	22,27 ab	21.64
	3	21,4 abcd	21,13 abcd	20,47 bcd	21
X̄		20.99	20.87	21.85	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Interrelación suelo - follaje N° semilla/ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Cuadro. 9.

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	536279,87 g	619405,73 g	943877,07 f	699854
	1	1492292,8 cd	1516544,93 cd	2386501,87 a	1798446
	2	1457695,87 cde	1158228,53 ef	1446116,6 cde	1354013
	3	1665300,13 bc	1932422,13 b	1252965,47 def	1616895
X̄		1287892.16	1306650.33	1507365.25	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

d.- Efectos del Cobre Vs Clorotalonil + Estrobilurina aplicado al follaje

El uso del Clorotalonil + Estrobilurina, (Cuadro. 10.) genero estadísticamente el mayor rendimiento de cacao, superando en 1,02 qq/ha al tratamiento que tuvo 1 kg de cobre aplicado al follaje; y en 1.91 qq/ha de cacao seco al tratamiento cobre foliar de 0,5 kg/ha; aunque su mayor rendimiento no guardo correlación con la cantidad de semillas efectivas, pepinillos efectivos que suelen influir en el parámetro rendimiento; es decir, dichos parámetros fueron inferiores a los logrados con los otros 2 tratamientos en estudio.

e.- Análisis foliar

Como se evidencia en el (Cuadro. 11.), la aplicación de cobre tanto al suelo como al follaje, incrementaron la concentración de dicho elemento en las hojas, incluso las aplicaciones de Clorotalonil + Estrobilurina, lo que indica que las plantas de cacao absorbieron el fertilizante-fungicida aplicado, lo que sin duda influyo en el incremento del rendimiento y en la reducción de enfermedades fungosas.

f.- Análisis económicos

De acuerdo al (Cuadro 12), el mayor ingreso económico (utilidad) se obtuvo en el tratamiento, que estuvo conformado por 1 kg/ha de cobre aplicado al suelo más 1 kg/ha de cobre aplicado al follaje, que fue de 1968 dólares, este mismo tratamiento superó en 1158 dólares al tratamiento testigo que no se aplicó el cobre, y en 835,5 dólares al tratamiento que tuvo formado por Clorotalonil + Estrobilurina. También, se debe mencionar que económicamente es rentable el tratamiento, que estuvo integrado por 2 kg/ha de cobre aplicado al suelo, que fue inferior al tratamiento (1 kg/ha de cobre al suelo + 1 kg/ha de cobre al follaje) en 90 dólares; sin embargo, es necesario mantener con un elevado nivel de cobre en el sistema suelo-planta, y no únicamente al suelo.

Cuadro. 10.

Cuadrado medio de correlación del cobre con el Clorotalonil + Estrobilurina correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Tratamiento Kg/Ha	Pepinillos efectivos/ha	Pepinillos abortados/ha	Mazorcas efectivas/ha	Longitud de mazorcas/ha	N° de semilla/ha	Rendimiento qq/ha
Cobre 0,5	30419,33 ns	11833,67 ns	14861,33 ns	20,4 ns	619405,7 ns	39.29 ns
Cobre 1	33541,33 *	11398,33 ns	19081,33 *	21,8 ns	943877,1 *	40.22 ns
Clorotalonil + Estrobilurina 2+1	29039,67 ns	11253 ns	16200 ns	21,5 ns	810254,9 ns	41.20 *
CV	4,41	1,26	9,26	2,76	13,45	0,38

* Altamente significativo ($p=0,05$)

Ns No significativo

Cuadro. 11. Resultados foliares del cacao en función de la aplicación de cobre y Clorotalonil + Estrobilurina

Aplicación de cobre Kg/Ha		CONTENIDOS DE			
Suelo	Follaje	N	P	K	Cu
0	0	1.80	0.212	1.598	10.89
0	0,5	1.94	0.190	1.255	16.62
0	1	1.94	0.230	1.695	14.70
1	0	1.66	0.212	1.706	9.50
1	0,5	1.76	0.203	1.800	9.25
1	1	1.93	0.183	1.304	17.47
2	0	1.42	0.162	1.279	34.30
2	0,5	1.85	0.196	1.417	10.19
2	1	1.79	0.195	1.454	15.23
3	0	1.73	0.228	1.664	15.13
3	0,5	1.63	0.216	1.535	11.97
3	1	1.78	0.157	1.504	16.10
0	2+1	1.63	0.184	1.499	23.62

Cuadro. 12. Análisis económico correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Tratamiento Cobre Kg/Ha	Rendimiento qq/ha	Ingresos	Costos Fijos	Costo de cosecha	Costo del fungicida estudiado *	Costo Total	Utilidad
0 - 0	37	4440	1800	1830	0	3630	810
0 - 0,5	39	4680	1800	1890	3	3693	987
0 - 1	40	4800	1800	1920	6	3726	1074
1 - 0	45	5400	1800	2070	6	3876	1524
1 - 0,5	47	5640	1800	2130	9	3939	1701
1 - 1	50	6000	1800	2220	12	4032	1968
2 - 0	49	5880	1800	2190	12	4002	1878
2 - 0,5	49	5880	1800	2190	15	4008	1872
2 - 1	49	5880	1800	2190	18	4008	1872
3 - 0	49	5880	1800	2190	18	4008	1872
3 - 0,5	49	5880	1800	2190	21	4011	1869
3 - 1	47	5640	1800	2130	24	3954	1686
0 - 2+1	41	4920	1800	1950	41,5	3791,5	1128,5

* Costo por kilogramo Sulfato de cobre pentahidratado 1 kg: \$ 6, Clorotalonil L: \$ 14,50, Estrobilurina L: \$ 12,50

V. Discusión

El cobre aplicado al suelo, incrementaron el rendimiento del cacao seco, en especial con la dosis de 2 kg/ha de cobre, por lo que se puede afirmar que el cobre mejoró el rendimiento del cacao, sin duda porque este micro-elemento mejora la calidad de la mazorca bajando el problema de infección de hongos especialmente los que producen la “monilia roreri” y evita que las plantas aborten de una gran cantidad de mazorquillas o “Cherelle wilth”. FAGRO (2015) determinó que el cobre se encuentra en un 70 % en los cloroplastos, estos organelos están asociados con la síntesis de lignina. Induce el endurecimiento de tejidos, tallos y flores. La lignificación es inhibida en tejidos deficientes de cobre y esto se asocia con un desarrollo inadecuado del xilema. El cobre es componente de varias enzimas dentro de la planta.

En cuanto a la aplicación de cobre al follaje u hoja, se ha evidenciado que su aplicación también es importante para maximizar el rendimiento del cacao, la acumulación de cobre en las hojas en cantidades adecuadas, parece garantizar suplir de dicho nutriente mejorando su metabolismo, ya sea en procura de mejorar la calidad del fruto o estimular su desarrollo. Thompson y Troeh, (2002) indica que el sulfato de cobre es uno de los elementos que mayor ayuda a las plantas a mejorar su proceso de fotosíntesis y que actúa como fertilizante y es efectivo como fungicida.

Como se sabe, cuando se estudia o se maneja combinaciones de fertilizantes como este caso, es de mucha importancia considerar el efecto de las interacciones, porque se puede desarrollar un sinergismo o ayuda entre ellos, en este experimento, se ha podido determinar que la combinación de 1 kg/ha de cobre aplicado al follaje con 1 o 2 kg del mismo producto aplicado al suelo, genera los mejores efectos en el desarrollo y rendimiento del cacao, porque es indispensable que el sistema suelo-planta este provisto del nutriente para alcanzar las máximas producciones, evitando que la planta gaste energía extrayendo el nutriente del suelo; además, los nutrientes depositados en las hojas pueden entrar más rápido a disponibilidad que los que están en el suelo.

Por otro lado, el mejor rendimiento alcanzado con el tratamiento compuesto por el Clorotalonil + Estrobilurina en comparación con los tratamientos a base de cobre de 0.5 y 1 kg/ha, podría tener relación a un mayor efecto fungistático, es decir que la asociación del Clorotalonil + Estrobilurina ejercieron un mejor control del hongo, que finalmente influyó en la producción (mayor peso), que finalmente repercutió en el rendimiento de mazorcas.

Al parecer, en la zona de mata de cacao y en la época realizada el experimento de septiembre – diciembre, controlando adecuadamente los problemas fungosos ya sea con aplicaciones de cobre o Clorotalonil + estrobilurinas, se puede mejorar los rendimientos de cacao, es decir que el buen control de enfermedades fungosas es muy importante en la producción de cacao, especialmente en el clon CCN-51.

Finalmente, el análisis de hojas muestra que la aplicación de cobre al suelo como al follaje, incremento la concentración de dicho nutriente-fúngico en las hojas, que sin duda fue aprovechado por la planta para reducir el efecto de las enfermedades fúngicas e incrementar el rendimiento del cacao como se ha podido apreciar en este ensayo.

El análisis económico se incrementó significativamente con la interacción suelo-follaje que estuvo integrado por la aplicación de 1 kg de cobre al suelo más 1 kg de cobre al follaje el cual superó al testigo, sin embargo la aplicación de 2 kg de cobre al suelo también dio buenos ingresos, mientras que el Clorotalonil más Estrobilurina fue superior al tratamiento testigo.

VI. Conclusiones y Recomendaciones

- 1) La aplicación de Clorotalonil + Estrobilurina así como las de cobre aplicado tanto al suelo como al follaje lograron incrementar la producción del cacao y reducir la pasmazón del fruto.
- 2) Las cantidades más adecuadas de cobre para llegar al máximo rendimiento del cacao, están entre 1 y 2 kg/ha aplicado al suelo y 1 kg/ha aplicado al follaje.
- 3) Tanto el cobre como el clorotalonil + estrobilurina parece mejorar la calidad del fruto, bajando la incidencia de enfermedades fungosas, lo que finalmente repercute en un mejoramiento productivo.
- 4) En un sistema de producción de cultivo sostenible, se debe equilibrar un abastecimiento de fungicidas y nutrientes en todo el sistema suelo-planta, para lograr mejore su producción.
- 5) El análisis económico con la aplicación de cobre tanto al suelo como al follaje en cantidad de 1 kg genero el mayor ingreso económico en relación al testigo el cual su rendimiento fue bajo, el Clorotalonil más Estrobilurina también genero un alto rendimiento en comparación del tratamiento testigo.
- 6) La aplicación de 3 kg de cobre aplicado al suelo más 1 kg aplicado al follaje bajo el rendimiento de la plantación, ya que las semillas obtenidas fueron de menor tamaño lo cual se refleja en el rendimiento y también puede ocasionar una intoxicación a las plantas y contaminar el suelo.
- 7) Realizar este trabajo en varias las épocas del año para poder determinar en cuál época influye mejor el cobre o se necesita más cobre.
- 8) Realizar estudios juntos del cobre con Estrobilurina con el fin de potenciar mejor sus efectos.

RESUMEN

En el cultivo de cacao clon CCN-51, se ha venido observando frecuentemente la marchites prematura de la mazorca o Cherelle wilt que ha afectado grandemente en el rendimiento y calidad del fruto esta quemazón en los últimos años ha causado la pérdida de cosecha en un 90 %, del rendimiento del cacao, lo que sin duda afecta la economía de los agricultores, Con este antecedente durante el 2015 se condujo un experimento que tuvo como objetivo: 1) determinar las cantidades de cobre que se necesitan para la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca o Cherelle wilt, 2) evaluar los efectos de la aplicación del cobre al suelo y a las hojas usados como fungicida y nutriente, 3) analizar económicamente el rendimiento del cacao en función de los niveles y formas de aplicación del cobre.

El estudio se condujo en el periodo Septiembre – Diciembre, en la finca la envidia ubicada a 30 km en la vía Babahoyo – Mata de cacao – San José del tambo que está ubicada en las coordenadas UTM longitud norte 672,342.61, latitud sur 9,788,083.92, longitud norte 672,258.70, latitud sur 9,788,029.53, que es un lugar representativo de Mata de cacao donde los agricultores se dedican a la producción de cacao CCN-51 en forma intensiva. En el experimento se estudiaron las siguientes aplicaciones de cobre al suelo de (0, 1, 2 y 3 kg) con (0, 0.5, 1 kg de cobre aspergido al follaje) más 2 lt de Clorotalonil con 1 lt de Estrobilurina y se tomaron los siguientes datos: pepinillo efectivos/ha, Pepinillos abortados/ha, mazorcas efectivas/ha, longitud de mazorca/ha, número de semillas por mazorca/ha, rendimiento quintales/ha. Los datos fueron analizados estadísticamente, más un tratamiento de Clorotalonil más Estrobilurina con arreglo factorial 4X3+1 dispuestos en 3 repeticiones.

Como resultado se obtuvo que los mejores tratamientos fueron la interacción de 1 kg de cobre aplicado al suelo más 1 kg de cobre aplicado al follaje el cual dio un rendimiento de 50 qq/ha el mismo que generó mejores ingresos económicos, seguido del tratamiento 2 kg de cobre aplicado al suelo con 0 kg al follaje que fue de 49 qq/ha con respecto al testigo al cual

no se le aplicó cobre que fue de 37 qq/ha, en comparación el Clorotalonil más Estrobilurina generó un rendimiento de 41 qq/ha superando en 1 y 2 qq/ha a la aplicación de cobre 0.5 y 1 kg al follaje.

Se concluyó que el mejor rendimiento se lograron con la interacción de 1 kg de cobre tanto al suelo como al follaje y la aplicación de Clorotalonil más Estrobilurina, y se recomendó las dosificaciones de 1 kg de cobre al suelo como al follaje o 2 lt de Clorotalonil más 1 lt de Estrobilurina los cuales mejoran la producción de cacao.

SUMMARY

In the cultivation of cocoa clone CCN-51, it has been frequently observed premature wilting cob or Cherelle wilt that has greatly affected the yield and quality of fruit. In recent years, burning of cocoa, which certainly affects the economy of farmers, with this background in 2015 an experiment aimed to be conducted: 1) determine the amounts of copper are needed to reduce premature wilting cob or Cherelle wilt, 2) evaluate the effects of applying copper to soil and leaves used as a fungicide and nutrient, 3) economically analyze cocoa performance based on the levels and forms of application of copper.

The study was conducted on September period – December, the estate envy located 30 km in the Babahoyo way - Mata de cacao - San Jose del tambo farm is located at UTM North 672,342.61 longitude coordinates, latitude south 9,788,083.92, north 672,258.70 longitude, latitude south 9,788,029.53, which is a representative of Mata where cocoa farmers engaged in the production of cocoa CCN-51 intensively. In the experiment the following applications copper ground (0, 1, 2 and 3 kg) with (0, 0.5, 1 kg of aspergido copper foliage) plus 2 lt Chlorothalonil with 1 lt strobilurin studied and taken the following: I gherkin effective / ha, gherkins aborted / ha, effective cobs / ha, ear length / ha, number of seeds per ear / ha, yield quintals / ha. Data were analyzed statistically, more treatment Chlorotalonil more Strobilurin factorial arrangement 4x3 + 1 arranged in 3 replicates.

As a result it was found that the best treatments were the interaction of 1 kg of copper applied to soil plus 1 kg of copper applied to the foliage which gave a yield of 50 quintals / ha the same generating better income, followed by treatment 2kg copper applied to soil with 0 kg foliage was 49 quintals / ha compared with the control to which it was applied copper was 37 quintals / ha, compared chlorothalonil more Strobilurin generated a yield of 41 quintals / ha surpassing in 1 and 2 qq / ha to 0.5 copper application to foliage and 1 kg.

It was concluded that the best performance is achieved with the interaction of 1 kg of copper both soil and foliage and application of Chlorotalonil more strobilurin, and dosages of 1 kg of copper to the ground as the foliage or 2 lt Chlorothalonil recommended more 1 lt strobilurin which improve cocoa production.

IV. LITERATURA CITADA

Alvaro Cordero y Geraldo F, Ramírez. 1979. ACUMULACIÓN DE COBRE EN LOS SUELOS DEL PACIFICO SUR DE COSTA RICA Y SUS EFECTOS DETRIMENTALES EN LA AGRICULTURA San José, CR Edafólogos, Unidad de suelos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 16p.

AgroEs. (s.f.). El cobre, papel en la alimentación de las plantas. (en línea). Consultado 10 Septiembre.2015 Disponible en <http://www.agroes.es/agricultura/abonos/123-cobre-funcion-nutricion-plantas>

Arroyave Mendoza, FJ. 2007. Efecto de fungicidas y frecuencias de aplicación sobre enfermedades de mazorcas de cacao en época lluviosa, en el valle del rio Portoviejo Tesis de grado Manabí, EC UTM-FACIAG. 46 p.

Ayala Benítez, MF. 2008. Manejo Integrado de Moniliasis (*Moniliophthora rorei*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) Mediante el uso de Fungicidas, combinado con labores culturales Tesis de grado. Guayaquil, EC, ESPOL-FIMCP. 115p.

BASF. 2012. Comet (en línea) Santiago, CL. Consultado 10 Septiembre.2015 Disponible en <http://www.basf.cl/sac/web/chile/es/agro/productos/fungicidas/comet>

Botánica. 2015. Propiedades de los nutrientes de las plantas. (en línea). Consultado 10 Septiembre.2015 Disponible en <http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>

CES. (s.f.). Cobre (en línea) (s.l.) Consultado 10 Septiembre.2015 Disponible en <http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol318.htm>

ECUAQUIMICA. (s.f.). PHYTON (en línea) Guayaquil, EC. Consultado 10 Septiembre.2015 Disponible en http://www.ecuaquimica.com.ec/pdf_agricola/PHYTON.pdf

Esmeraldas Cevallos, LJ. 1012 Comportamiento agronómico de 12 clones de cacao (*Theobroma cacao* L) en la granja experimental ULEAM, extensión en el Carmen. Tesis de grado. Manabí, EC ULEAM. 92 p.

FAGRO. 2012. Fertilizantes y suelo. Micronutrientes: Propiedades y funciones del cobre en las plantas. Ed. Flor de planta. (en línea).

Consultado 10 Septiembre.2015 Disponible en <http://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantes-suelos/micronutrientes-propiedades-y-funciones-del-cobre-en-las-plantas/>

FAGRO. 2015. Micronutrientes. Nutrición Vegetal. Culiacan,MX. 6 p.
Consultado 10 Septiembre.2015 Disponible en <http://www.fagro.mx/nutricion-vegetal.html>

Herrera Ramírez, V. 2014. Propiedades y funciones del cobre en las plantas. (en línea). Consultado 10 Septiembre.2015 Disponible en https://prezi.com/ygm_x3dcwq1y/propiedades-y-funciones-del-cobre-en-las-plantas/

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP). 1991. Manual del cultivo de cacao. 2 ed. Quito, EC. Proteca, N° 24, 131 p

Kirkby, E; Romheld, V. (2007) Informaciones agronómicas Micronutrientes en la fisiología de las plantas: Funciones, absorción y movilidad. (en línea) Consultado el 24 Noviembre 2015. Disponible en [https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/FEB8DB4F5AFB8FF50525748300700842/\\$file/Micronutrientes+e+n+la+Fisiología+de+las+Plantas+II+Parte.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/FEB8DB4F5AFB8FF50525748300700842/$file/Micronutrientes+e+n+la+Fisiología+de+las+Plantas+II+Parte.pdf)

LIGNOQUIM. (s.f.) PATON e60. (en línea) Guayaquil, EC Consultado 10 Septiembre.2015 Disponible en <http://www.lignoquim.com.ec/index.php/productos-por-categoria/product/view/11/54>

Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) medidas para la temporada invernal 2012. Ed. Produmedios. Bogotá D.C, CO. MADR-ICA-Fedecacao-GTP. 40 p.

Moreno Reséndez, A. 2007. Elementos nutritivos: Asimilación, funciones, toxicidad e indisponibilidad en los suelos (en línea) Ecología y medioambiente (s.l.) 1(1) Consultado 10 septiembre 2015. Disponible en https://books.google.es/books?id=KAqX9kMkCyEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=#v=onepage&q&f=false

Navarro Blaya, S; Navarro García, G. 2003. Química Agrícola, El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal 2ª ed. Barcelona, ES, Aedos. 433 p.

Navarro García, G; Navarro García, S. 2013. Química Agrícola: Química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas 3 ed. Madrid, ES, Mundi. 639 p.

Porras, VH; Sanchez, JA. 1993. Enfermedades del cacao La Lima, HN, IICA-FHIA. Fasiculo N° 5. 32 p.

PROMIX. 2015. La función del cobre en el cultivo de plantas. (en línea). Consultado 10 Septiembre.2015 Disponible en <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-cobre-en-el-cultivo-de-plantas/>

Saucedo Aguiar, A. 2003. Comportamiento de híbridos de cacao (Theobroma cacao L.) tipo Nacional en la zona Quevedo Tesis de grado Babahoyo, EC, UTB-FACIAG. 84 p.

Soria Idrovo, N. 2015. Nutrición foliar y defensa natural. In XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, (2008, Quito, EC). Consultado 10 de septiembre 2015. Disponible en <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/5.-Ing.-Norman-Soria.-Nutricion-foliar.pdf>

Syngenta. 2009. Bravo 720 (en línea) San Luis de Potosí S.L.P. MX. Consultado 10 Septiembre.2015 Disponible en http://www.syngenta.com.mx/Data/Sites/1/agroquimicos_productos/fungicidas/bravo_720/bravo_ficha_tecnica.pdf

Thompson, LM; Troeh, FR. 2002. Los suelos y su fertilidad Ed. Puigdefábregas Tomás, J. 4 ed. Barcelona, ES, Reverté. 639 p.

Valenciana G, 2003 La función de los nutrientes secundarios y microelementos. Revista Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores (ASAJA) no.13 19. Consultado 10 septiembre 2015. Disponible en http://acm.fertiberia.es/ACM_upload/139SVO3462006.pdf

ANEXOS

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) con arreglo factorial 4 X3 + 1

Fuente de variación	Grados de libertad	SC	CM	F calc	Sign
Total	38	3738713447			
BLOQUES	2	7524315,85	3762157,92	0,26	ns
TRAT	12	3716554753	309712896,1	21,16	**
A	3	2646798740	882266246,6	60,29	**
B	2	10127667,17	5063833,58	0,35	ns
A*B	6	612973253,9	102162209	6,98	**
Testigo vs otros (T13 vs los demás)	1	446655092,30	446655092,30	30,52	**
Error	24	14634378,15	609765,76		

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) tratamiento Cobre 0.5 y 1 Vs Clorotalonil + Estrobilurina

Fuente de Variación	Grado de libertad	SC	CM	F calc	Sign
Total	8	7.02			
BLOQUES	2	1,43	0,72	8,00	ns
TRATAMIENTO	2	5,49	2,75	30,56	**
Error	4	0,09	0,02		

Cuadro. 13. Efectos del cobre aplicado al suelo en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Tratamiento Cobre kg/ha	Pepinillos efectivos/ha	Pepinillos abortados/ha	Mazorcas efectivas/ha	Longitud de semillas/ha	N° de semillas/ha	Rendimientos qq/ha
0	28.49 d	10.80 b	14.42 d	20,69 b	44.11 d	38,84 d
1	47.56 a	10.20 b	35.13 a	21,6 a	46.53 a	47,55 c
2	36.36 c	10.07 b	24,63 c	21,64 a	49.97 a	49,14 a
3	42.37 b	10.03 a	30.90 b	21 ab	47.56 a	48,44 b

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Cuadro. 14. Efectos del cobre aplicado al follaje en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Tratamiento Cobre kg/ha	Pepinillos efectivos/ha	Pepinillos abortados/ha	Mazorcas efectivas/ha	Longitud de semillas/ha	N° de semillas/ha	Rendimientos qq/ha
0	38,56 a	10,46 a	25,77 b	20,98 b	45.42 b	45,19 c
0,5	38.64 a	10.34 b	26,12 b	20,87 b	45.47 b	46,18 ab
1	38.89 a	10.03 b	26,92 a	21,85 a	50.89 a	46,71 a

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Interrelación cobre suelo - follaje Rendimiento qq/ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Cuadro. 15.

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	37,02 e	39,29 d	40,22 d	38.84
	1	45,44 c	47,2 b	50,02 a	47.55
	2	49,21 a	49,13 a	49,09 a	49.14
	3	49,08 a	49,08 a	47,5 b	48.55
X̄		45.18	46.17	46.71	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Interrelación cobre suelo - follaje Pepinillos efectivos planta / ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Cuadro. 16.

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	27.32 h	27.65 h	30.49 g	28.48
	1	43.16 c	46.72 b	52.8 a	47.56
	2	40.59 d	32.67 f	35.83 e	36.36
	3	43.16 c	47.52 b	36.43 e	42.37
X̄		38.55	38.64	38.88	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Interrelación suelo - follaje Pepinillos abortados planta / ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Cuadro. 17.

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	11.28 e	10.75 de	10.36 de	10.79
	1	10.49 de	10.29 de	9.83 a	10.20
	2	9.96 bcd	10.29 de	9.96 b	10.07
	3	10.09 cde	10.03 cd	9.96 b	10.02
X̄		10.45	10.34	10.02	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Interrelación suelo - follaje Mazorcas efectivas planta / ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Cuadro. 18.

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	12.41 h	13.51 h	17.34 g	14.42
	1	30.12 cd	34.23 b	41.03 a	35.12
	2	28.95 d	20.62 f	24.31 e	24.62
	3	31.60 c	36.11 b	24.99 e	30.9
X̄		25.77	26.11	26.91	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Cuadro. 19. Interrelación suelo - follaje Longitud de mazorcas / ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	19,87 c	20,4 bcd	21,8 abc	20.69
	1	21,67 abcd	20,27 cd	22,87 a	21.60
	2	21 abcd	21,67 abcd	22,27 ab	21.64
	3	21,4 abcd	21,13 abcd	20,47 bcd	21
X̄		20.99	20.87	21.85	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Cuadro. 20. Interrelación suelo - follaje N° semilla por mazorca / ha correspondientes a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Tratamientos		Follaje			X̄
		0	0,5	1	
Suelo	0	39.27 g	41.67 g	49.46 f	43.46
	1	45.03 cd	40.27 cd	52.86 a	46.05
	2	45.76 cde	51.05 ef	54.06 cde	50.62
	3	47.90 bc	48.63 b	45.56 def	47.36
X̄		44.49	45.40	50.62	

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey (P=0,005)

Cuadro. 21.

Análisis económico correspondiente a efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Tratamiento Cobre Kg/Ha	Rendimiento qq/ha	Precio qq	Ingresos	Costos Fijos	Costo de cosecha	Costo del fungicida estudiado *	Costo Total	Utilidad
0 - 0	37	120	4440	1800	1830	0	3630	810
0 - 0,5	39	120	4680	1800	1890	3	3693	987
0 - 1	40	120	4800	1800	1920	6	3726	1074
1 - 0	45	120	5400	1800	2070	6	3876	1524
1 - 0,5	47	120	5640	1800	2130	9	3939	1701
1 - 1	50	120	6000	1800	2220	12	4032	1968
2 - 0	49	120	5880	1800	2190	12	4002	1878
2 - 0,5	49	120	5880	1800	2190	15	4008	1872
2 - 1	49	120	5880	1800	2190	18	4008	1872
3 - 0	49	120	5880	1800	2190	18	4008	1872
3 - 0,5	49	120	5880	1800	2190	21	4011	1869
3 - 1	47	120	5640	1800	2130	24	3954	1686
0 - 2+1	41	120	4920	1800	1950	41,5	3791,5	1128,5

Cuadro. 21.

Análisis económico correspondiente a cosecha de efectos del cobre en la reducción del marchitamiento prematuro de la mazorca del cacao y su producción en la zona de mata de cacao. 2015

Tratamiento Cobre Kg/Ha	Rendimiento qq/ha	Mano de Obra	Costo mano de obra	Costo total mano de obra	Transporte Costo/qq	Costo total transporte	Costo total de transporte + mano de obra	Meses del año	Costo de cosecha/año
0 - 0	37	4	15	60	2.50	92.50	157,5	12	1830
0 - 0,5	39	4	15	60	2.50	97,5	160	12	1890
0 - 1	40	4	15	60	2.50	100	172,5	12	1920
1 - 0	45	4	15	60	2.50	112,5	177,5	12	2070
1 - 0,5	47	4	15	60	2.50	117,5	185	12	2130
1 - 1	50	4	15	60	2.50	125	182,5	12	2220
2 - 0	49	4	15	60	2.50	122,5	182,5	12	2190
2 - 0,5	49	4	15	60	2.50	122,5	182,5	12	2190
2 - 1	49	4	15	60	2.50	122,5	182,5	12	2190
3 - 0	49	4	15	60	2.50	122,5	182,5	12	2190
3 - 0,5	49	4	15	60	2.50	122,5	177,5	12	2190
3 - 1	47	4	15	60	2.50	117,5	162,5	12	2130
0 - 2+1	41	4	15	60	2.50	102,5	157,5	12	1950



Foto. 1.
Eliminación de mazorcas y pepinillos muertos



Foto. 2.
Elaboración de estaquillas para las respectivas identificaciones de los tratamientos



Foto. 3.

Identificación de las parcelas con sus respectivos letreros



Foto. 4.

Preparación y marcado de plantas a evaluar

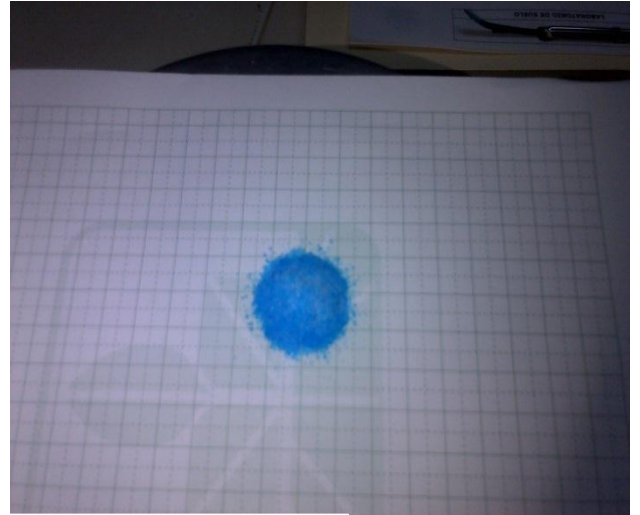


Foto. 5.
Pesado del cobre sobre una balanza



Foto. 6.
Enterrado del cobre en el suelo a 60 cm de la base de la panta



Foto. 7.
Equipo de protección y aplicación



Foto. 8.

Preparación del cobre para la aplicación al follaje



Foto. 9.

Aplicación del producto al follaje



Foto. 10.

Toma de datos tales como # de pepinillos efectivos, pepinillos abortados,



Foto. 11.
Pepinillos sanos



Foto. 12.
Mazorcas sanas



Foto. 13.
Cosecha y conteo de semillas por mazorca



Foto. 14.
Implementos utilizados para la toma de datos de longitud de mazorca y diámetro de mazorca.

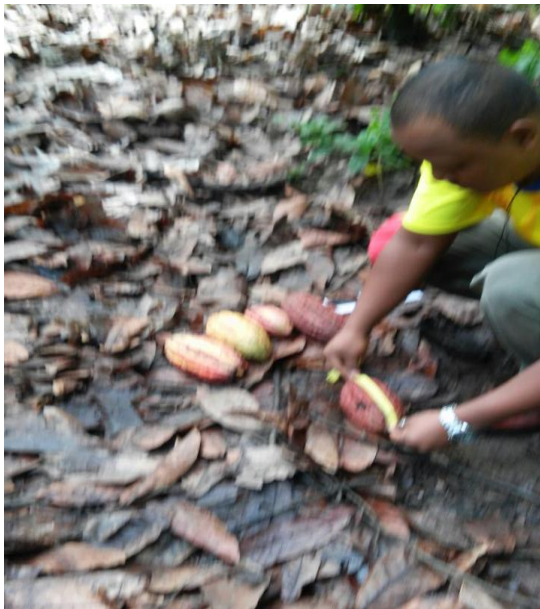


Foto. 15.
Toma de datos tales como: Medición (longitud) y calibración (grosor) de la mazorca del cacao



Foto. 16.
Balanza y pesado de semillas secas



Foto. 17.
Muestreo para análisis foliar e identificación de la muestra