



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 el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

“Influencia del boro en la floración y rendimiento del cacao variedad CCN-51 en la zona de Mata de Cacao”

Autor:

Miguel Eduardo Morán Ortiz

Tutor:

Ing. Agr. Javier Saltos Moncayo. MSC.

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2016

Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor:

Miguel Eduardo Morán Ortiz

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Titulación primero a Dios por haberme dado la fuerza necesaria para cumplir mi sueño y segundo a las personas que más amo en este mundo y que siempre han estado conmigo en buenos y malos momentos como lo son; mis padres, mis hermanos y mi novia que sin duda han sido pilar fundamental para cumplir este sueño.

Miguel Eduardo Morán Ortiz

AGRADECIMIENTO

A Dios, q me dio la fuerza, sabiduría, voluntad e inteligencia para culminar mi carrera profesional.

A mi familia, padres y hermanos quienes decidieron que yo estudie primaria y secundaria, en momentos en que la vida era difícil. La educación que recibí de mis primeros maestros me permitió comprender que podía seguir conociendo más cosas interesantes, por lo que les doy las gracias.

A mi querida mamá, sencilla y dulce, quien me apoyo en momentos muy difíciles para poder salir adelante con mis estudios.

A mi novia Mariana, mi futura esposa, por su amor incondicional, su solidaridad, su paciencia, su ternura, su alegría. Ella me alentó a seguir adelante y siempre ha estado hay en los malos y buenos momentos de mi vida.

Al Ing. Agr. Javier Saltos Moncayo que fue como un amigo porque siempre estuvo hay para ayudarme y supo guiarme para que pueda culminar con éxito mi Trabajo de Titulación.

Miguel Eduardo Morán Ortiz

ÍNDICE

I.INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivos generales	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Origen del boro.	3
2.1.1. Funciones del boro.	3
2.1.2. El boro en la nutrición y la fertilización de los cultivos.	4
2.1.3. El boro en la polinización	4
2.1.4. El boro en la resistencia de los tejidos de las plantas.	4
2.1.5. El boro en la fijación simbiótica del nitrógeno por las leguminosas.	4
2.1.6. El boro en las plantas.	5
2.1.7. Deficiencia del boro en el metabolismo de las plantas.	6
2.1.8. La deficiencia de boro:	7
2.1.9. Toxicidad	8
2.2. El exceso de boro:	9
2.2.1. Deficiencia de boro en cacao.	9
2.2.2. Productos	10
III. MATERIALES Y METODOS.....	12
3.1. Ubicación y descripción del área experimental	12
3.2. Métodos	12
3.3. Factores de estudio	12
3.4. Material de siembra	12
3.5. Tratamientos	13
3.6. Diseño experimental	13
3.6. Características del experimento.....	14
3.7. Manejo del ensayo	14
3.7.1. Análisis de suelo	14
3.7.2. Control de malezas	14
3.7.3. Control fitosanitario	14
3.7.4. Riego.....	14
3.7.5. Podas	14
3.7.6. Fertilización	15

3.6.7. Sombra	15
3.8. Datos a evaluar	15
3.8.1. Numero de flores producidas por la planta	15
3.8.2. Numero de flores abortadas	15
3.8.3. Diámetro de mazorca.....	15
3.8.4. Número de mazorcas por árbol.....	15
3.8.5. Longitud de mazorca.....	15
3.8.6. Peso de semilla secas por mazorca.....	13
3.8.7. Rendimiento por planta.....	13
IV. RESULTADOS	17
a.- Número de flores no fecundadas (abortadas).....	17
b.- Numero de flores Fecundada.....	17
c.- Diámetro de mazorca.....	28
d.- Número de mazorcas por árbol.....	30
e.- Longitud de mazorca.....	27
f.- Peso de semilla secas por mazorca.....	30
g.- PESO DE SEMILLA CON MUCILAGO	32
h.- ANÁLISIS ECONÓMICO.....	33
V. DISCUSIÓN.....	34
VII. RESUMEN	36
VIII. SUMMARY	37
IV LITERATURA CITADA.....	38
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

I.INTRODUCCIÓN

El cacao es un cultivo importante, por ser un producto de calidad de exportación, mediante un buen mantenimiento, tanto en sus labores culturales y necesidades nutricionales; el cacao es un cultivo que llega a producir entre 40 a 50 qq/ha/año. La producción del cultivo de cacao, está relacionada con el contenido de macro y micronutrientes que se encuentran en el suelo, cuya respuesta de estos elementos se muestran en el rendimiento, pero cabe recalcar que se debe tener en cuenta los diferentes niveles de nutrientes que posee el suelo, con el objetivo de poder aplicar las dosis que hacen falta al cultivo, las cuales se deben ajustar en cada zona o área de producción.

Para establecer, recuperar, mantener y tener una alta producción en el cultivo, es recomendable el uso de alternativas de respuestas eficientes, de mayor rapidez y la fertilización química; la cual es una alternativa que da un alto porcentaje de calidad y eficiencia, para obtener un mejor nivel de producción y permite tener un cultivo vigoroso , resistente a ataques de enfermedades.

El conocimiento de los fertilizantes, podremos examinar cuales son los recomendables para un programa de fertilización y así lograr obtener un buen nivel de producción¹.

El boro es un nutriente esencial para el desarrollo, crecimiento natural de plantas y rendimiento de la cosecha. Pequeñas concentraciones de boro se los usan como micronutrientes en los fertilizantes.

El cacao nacional así como el CCN-51, tienen un problema, que afecta la producción que es la pérdida o aborto de flores, lo que repercute en la producción de mazorcas y obviamente en el rendimiento de sus cosechas, se estima que se pierde más de un 70 % de la floración en función de la época del año.

Existe una baja producción de cacao por unidad de superficie, el cual es un problema que afecta a muchos cultivadores y a investigadores agrícolas. Debido a

¹ Revista El Agro. (2012). Fertilizacion eficiente para el cultivo de cacao. *Revista El Agro*, 1.

estos efectos se introdujeron en el país clones que poseen un alto rendimiento, como también híbridos que tienen una gran variedad de aceptación por poseer alto rendimiento incluso son resistente a la enfermedades como la escoba de bruja, la que a presenta mayor incidencia en nuestro medio (Mestanza 1967).

Luego de varias investigaciones, Homero Castro Zurita, logró la hibridación del cacao en 1965 el denominado cacao clonal CCN-51 que significa Colección Castro Naranjal (Anecacao, 2013).

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivos generales

- ❖ Determinar la influencia del boro en la floración y rendimiento del cacao CCN-51.

1.1.2 Objetivos específicos

- ❖ Determinar el efecto del boro aplicado al suelo y al follaje, en la producción de mazorcas de cacao.
- ❖ Establecer el tratamiento más adecuado para maximizar la floración y producción del cultivo de cacao.
- ❖ Analizar económicamente los tratamientos en la producción de cacao.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen del boro.

Alarcón (2010), menciona que el boro como elemento químico fue descubierto en 1808 por Gay Lussac y Thenard. Es un metaloide, con propiedades intermedias entre metales y no metales. El hecho de que el boro se encuentra como elemento mineral integrante de algunas plantas fue puesto de manifiesto por Wittstein y Apoiger en 1857. En 1895, Jay señaló que este elemento estaba repartido universalmente por todas las plantas, también menciona que el primer científico que señaló la posibilidad de su esencialidad fue Mazé, en 1914. Pero fue Warington en 1923 quien primero demostró su esencialidad. La aceptación final del boro como elemento esencial se debe a Sommer y Lipman, en 1926. En 1931, Brandenburg descubrió que el corazón podrido de la remolacha se debía a una deficiencia de boro, y desde entonces se han ido descubriendo gran variedad de cultivos que pueden quedar gravemente afectados por una carencia de este elemento.

2.1.1. Funciones del boro.

Según el mismo Alarcón las funciones fisiológicas del boro no están todavía claras total mente, su papel en el metabolismo vegetal quizás sea el más desconocido de todos los nutrientes esenciales, pese a ser el micronutriente que mayores concentraciones molares presentan, al menos, en dicotiledóneas, cuyos requerimientos en boro son muy superiores a monocotiledóneas. El boro actúa siempre con valencia III por lo que no interviene en ningún proceso redox en el interior de los vegetales. No se ha encontrado formando parte de ningún sistema enzimático, aunque si puede actuar como modulador de actividades enzimáticas También se ha demostrado que en casos determinados, puede ser parcialmente sustituido por germanio, aluminio o silicio. Todo lo anterior no quiere decir que no desempeñe funciones biológicas esenciales para la planta. A continuación veremos, que el boro desempeña un papel esencial en el transporte de azúcares, en la síntesis de sacarosa, en el metabolismo de ácidos nucleicos, en la biosíntesis de carbohidratos, en la fotosíntesis en el metabolismo proteico.

2.1.2. El boro en la nutrición y la fertilización de los cultivos.

El boro juega un importante papel en la fertilización de las plantas, teniendo necesidades particularmente elevadas cuando el crecimiento en peso de las hojas es más alto y durante la floración y cuajado de frutos. El contenido en boro de los órganos reproductivos (anteras, estilos, estigmas, ovarios) es especialmente alto. El boro también tiene un importante efecto positivo en el cuajado de frutos y el proceso de formación de semillas (Alarcón , 2010).

2.1.3. El boro en la polinización

QuimiNet (2008), menciona que el boro ayuda a la formación de las anteras y también ayuda en la germinación del tubo polínico en la flor del cacao. Acelera la fertilización de los óvulos e incluso reduce la caída prematura tanto de flores como de los frutos. En algunas flores permite el aumento de la cantidad de polen, además se acorta el tubo de la corola, lo cual hace que las flores sean más atractivas para los insectos que son polinizadores, además expresa el boro es parte de los procesos enzimáticos, en la síntesis de almidón, sacarosa, y en la formación de la glucosa-fosfato y permite la formación de complejos de azúcar-borado, las cuales transportan los azúcares por medio de las membranas vegetales. Si hay deficiencia de boro, la célula no tienen el control de la síntesis de los fenoles, y estos se acumulan en los tejidos necróticos, además indica que el boro permite sintetizar pectinas de los frutos y los lípidos en las membranas celulares. Permite el transporte de compuestos que se encuentran asimilados en el interior de la planta, los cuales actúan sobre el ATP, y estos permiten la funcionalidad y mantenimiento del floema.

2.1.4. El boro en la resistencia de los tejidos de las plantas.

Fagro (2015), manifiesta que la deficiencia de boro provoca la rotura celular de las paredes parenquimatosas, la que permite a que se formen nódulos suberosos, áreas necróticas e incluso debilitamiento del tallo, hojas y pecíolos.

2.1.5. El boro en la fijación simbiótica del nitrógeno por las leguminosas.

QuimiNet (2008), informa que sin boro no se forman los nódulos activos, aun cuando las semillas de las leguminosas se inoculan cuidadosamente. Esto ayuda a la inhibición de fijación del nitrógeno y no permite la participación de estas plantas en

la producción forrajera y la rotación de cultivos permite mejorar el contenido en nitrógeno de los suelos.

Según SMART (2015), menciona que la cantidad de ácido bórico, que estimula el crecimiento del tubo polínico en un árbol tratado, es muy tóxico para los demás tejidos. Se podría experimentar con exploraciones al follaje en la concentración de 0.001 % que fue la óptima encontrada para la germinación del polen. Pero estas aplicaciones tendrían efectos pasajeros, pues solo obrarían sobre el polen de las flores abiertas de la espolvoreación, además menciona que mediante pruebas biológicas, se estudió el contenido de boro disponible en los suelos de diferentes lugares de la Costa Ecuatoriana, encontrando deficiencia en su mayoría.

Quintana (1971), Informa que el boro no se encuentra uniformemente repartido en la planta, los órganos que contienen mayor cantidad de boro son las flores y en ellas el mayor porcentaje se encuentra en el estigma y en los granos de polen, y al menor en la corola, El contenido de este micro-elemento es mayor en las hojas que en la raíz, tallos y frutos, además indica que el boro aumenta la resistencia de las plantas a la sequía, debido probablemente a que ejerce influencia sobre las propiedades físico-químicas de los coloides protoplasmáticos al aumentar la viscosidad del protoplasma, además menciona que el boro ejerce una acción protectora contra la toxicidad de cobre en las plantas, disminuyendo la permeabilidad del protoplasma celular especialmente cuando las temperaturas son superiores a los 25°C.

Los requerimientos de boro en las dicotiledóneas, son mayores que para las monocotiledóneas debido a que las primeras con pequeñas cantidades de cobre disponible manifiestan síntomas de intoxicación, además gran parte del boro absorbido se encuentra inmovilizado en las paredes celulares de las plantas, donde está combinado con la pectina y también con el alcohol metílico.

2.1.6. El boro en las plantas.

Alarcón (2010), menciona que el boro es relativamente poco móvil en el interior de las plantas, y los contenidos son superiores en las partes basales respecto a las partes más altas de las plantas, especialmente si el boro está en exceso. El ritmo de transpiración ejerce una influencia decisiva sobre el transporte de este elemento hasta las partes altas de la planta, en caso de deficiencia, los contenidos en los

tejidos más jóvenes decrecen rápidamente, además admite que, más que un elemento móvil o inmóvil en el interior de la planta, el boro es transportado vía xilema, pero se re transporta con dificultad vía floema (al igual que el calcio, si bien es cierto que es más móvil que éste), con lo que no emigra desde las hojas hasta los nuevos puntos de crecimiento (frutos, meristemos, hojas en formación, etc.), donde existe la necesidad de un suministro regular de éste y todos los nutrientes.

2.1.7. Deficiencia del boro en el metabolismo de las plantas.

Se demostró en algunos ensayos en plantas deficientes de boro se dificulta el proceso de formación de los esteres fosforados de la glucosa y la síntesis de ATP 1 lo que produciría una declinación de los procesos sintéticos endotérmicos, incluida la síntesis proteica. Esta podría ser, la causa de la detención de la formación de nuevas células en los meristemos (Quintana, 1971).

En trinidad obtuvieron resultados satisfactorios con pruebas para corregir deficiencias de micro elementos empleando inyecciones en plantas de cacao; se recomienda este sistema en plantas que presenten clorosis o que se sospeche tengan carencia de algún elemento (Mestanza 1967).

El mismo Mestanza señala que en relación a la floración y fructificación, se observó que las plantas de cacao deficientes en boro presentaban una floración profusa que origina cojinetes prominentes y estériles; cuando hay formación de frutos estos resultan partenocarpicos. En la corteza del tronco de las plantas se observó rajaduras, las cuales pueden favorecer las infecciones fungosas, tales como *Ceratocystis* y *Phytophthora*, cuando hay síntomas de deficiencia de boro en cacao, puede suministrarse este elemento a las plantas mediante el sistema de inyecciones; aspersiones al follaje y aplicación al suelo ya que las plantas de cacao necesitan una cantidad muy pequeña de boro y que es afectada con concentraciones elevadas. Existe poca diferencia entre el nivel deficiente y el tóxico, las aplicaciones de 20 a 80 lbs/ acre de un borosilicato llamado "Fritted Trace Elementos", con un contenido de 10% de boro es suficiente para corregir sistemas de deficiencia en las plantas de cacao. En trabajos realizados en Ecuador, establecieron que las aplicaciones con Solubor (20% de boro) al follaje en soluciones al 10% corrigieron la deficiencia de este elemento en el cacao.

2.1.8. La deficiencia de boro:

Cruzat Gonzalez (1993), señala que las principales condiciones del medio que favorecen las deficiencias de boro son: las reservas del suelo, el pH, el estado hídrico del suelo, la temperatura y las interacciones con otros elementos fertilizantes. Las reservas de boro son bajas en suelos de textura gruesa, pobres en materia orgánica, en suelos formados sobre rocas ígneas ácidas y más cuando son zonas de alta pluviometría, también en suelos ácidos arenosos. Las deficiencias en boro ocurren más a menudo en arenas de colores ligeros y en suelos arcillosos en regiones húmedas. El problema de la deficiencia de boro, generalmente no es ocasionado por un bajo contenido de este elemento en el suelo sino que por una absorción insuficiente de la planta, debido esta esencialmente a condiciones adversas de suelo, cuando existen deficiencias hídricas en el cultivo, sean estas debido a años secos o a problemas en el riego, se presentan problemas de absorción del boro. Además, el flujo provocado por la transpiración juega un papel importante en el transporte del elemento a través de la planta. El pH del suelo es uno de los principales factores que determina la asimilación del boro en los suelos, esta disminuye cuando el pH se eleva. Esta relación negativa entre el pH del suelo y el boro en la planta se verifica sobre todo para los pH superiores a 6,5.

El mismo Cruzat señala que la dosis óptima aplicada al suelo depende de la especie, de las prácticas de los cultivos, de las pluviometrías, del encalado, de la materia orgánica del suelo, etc. A la vez las exigencias de las especies en relación con la deficiencia y sus sensibilidades en relación con la toxicidad. El modo de aplicación es también un factor importante. La aplicación de boro en pulverizaciones foliares está mucho más desarrollada para corregir las deficiencias. La absorción de boro es más rápida que una aplicación al suelo; con las pulverizaciones anuales, se obtiene una distribución de boro en las hojas y en los frutos más rápida y más uniforme. Las aplicaciones al suelo se acompañan en general de niveles de boro en las plantas variables según las condiciones climáticas que prevalecen. Sin embargo, el efecto del boro sería más duradero en aplicaciones al suelo. Para las aplicaciones foliares, el solubor y el ácido bórico son los productos más utilizados. Puede ser en general de 0,1 a 0,5 kg de boro por hectárea. Las aplicaciones foliares precoces permiten una mayor absorción de boro que la tardía.

El número de pulverizaciones varía de acuerdo con los cultivos de una región a otra, a causa de la baja movilidad del boro en la planta.

Las aplicaciones por aspersión anuales de boro dan como resultado niveles uniformes y deseables de boro en las hojas y frutos mientras que las aplicaciones en suelos dan como resultado niveles fluctuantes de este elemento debido a las condiciones climáticas.

2.1.9. Toxicidad

Según SMART (2015), los síntomas de la deficiencia de boro incluyen en: formación inhabitada de yemas florales, brotes secos, entrenudos cortos, deformaciones, baja viabilidad del polen y desarrollo inhabitado de semillas.

Los síntomas de toxicidad de boro incluyen en: Clorosis y necrosis de los puntos de crecimiento que progresa hacia el centro de las hojas, y más tarde hojas que se caen e incluso la muerte de la planta (SMART, 2015).

Según PROMIX 2010, la toxicidad por boro es similar a las toxicidades por otros micronutrientes, en las que las hojas más viejas comienzan a mostrar clorosis marginal o en las puntas de las hojas que pronto se vuelven necróticas o se queman. La necrosis progresa hacia el interior de la hoja y causa su muerte y defoliación. Puede afectar rápidamente a todas las hojas inferiores. El intervalo entre una velocidad de aplicación correcta y una aplicación tóxica es muy pequeño. Si ocurre una toxicidad por boro, realice una prueba de los niveles de pH y de nutrientes del sustrato y también realice una prueba del agua.

La toxicidad por boro puede ocurrir si el pH del sustrato está por debajo de los 5,5 o si hay una aplicación excesiva de boro. Por lo que hay que verificar la fuente del agua, ya que los niveles por sobre 0,5 ppm son considerados altos, especialmente cuando se combina con fertilizantes estándar que contienen boro. Lixiviar el sustrato ayudará a eliminar el exceso de boro y está comprobado que la aplicación de un fertilizante que contenga calcio restringe el boro y lo deja indisponible.

2.2. El exceso de boro:

Según Cruzat González (1993), el boro puede llegar a ser tóxico para numerosas especies en contenidos poco superiores a aquellos juzgados correctos. La relación de los contenidos tóxicos con los normales es claramente menor para el boro que para los demás elementos nutritivos. Los síntomas de toxicidad consisten en una necrosis progresiva de las hojas que empieza por un amarillamiento de las extremidades y de los bordes de las hojas, que progresa entre los nervios laterales hacia la nervadura central y evoluciona con un oscurecimiento y posterior necrosis y las hojas caen prematuramente. La intensidad lumínica se relaciona con el metabolismo del boro. Cuando estas son intensidades bajas, las exigencias en boro son menores. En lo concerniente a N, P, K, la interacción más importante es la interacción nitrógeno por boro. Ha sido demostrado que la fertilización nitrogenada en grandes cantidades pueden atenuar los excesos de boro, disminuyendo la absorción de boro por las plantas. Una elevada fertilización nitrogenada podría inducir a una deficiencia. La necesidad de boro se ve aumentada en presencia de niveles elevados de nitrato. En cambio la relación boro fósforo. Una deficiencia relativa en fósforo en relación al N y K favorecen la aparición de la deficiencia de boro. La necesidad de boro se ve más bien incrementada en presencia de niveles bajos de fósforo.

2.2.1. Deficiencia de boro en cacao.

Quintana (1971), menciona que la deficiencia de boro entre los elementos menores, es la que con mayor frecuencia ocurre en los suelos; debido a la poca movilidad que tiene este micro elemento dentro de la planta lo cual no permite la translocación desde los tejidos adultos a los centros de mayor demanda, por eso es que la aparición más notoria de deficiencia se manifiesta primeramente en las zonas donde se verifica una activa división celular.

A si mismo Quintana, indica en trabajos realizados en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, para producir síntomas de deficiencia en cacao usando soluciones nutritivas, lo cual encuentran en plántulas con deficiencia de boro, que las partes más afectadas son; los puntos de crecimiento; las hojas más jóvenes presentaban deformaciones y enrollamiento en forma espiral.

Zavala (2008), menciona que la deficiencia de boro (B) afecta los puntos de crecimiento activo de la planta, por esta razón, los síntomas característicos se presentan en los tejidos más jóvenes, mientras que los tejidos de las hojas maduras aparecen sanos. Uno de los primeros síntomas en aparecer es una reducción en el tamaño de los entrenudos, acompañado de la formación profusa de chupones y de hojas encrespadas en las cuales se curva la lámina hacia el exterior y el ápice se enrosca.

A si mismo Zavala, menciona que estas láminas se endurecen y se sienten gruesas al tacto aunque no adquieran una consistencia coriácea. Estas hojas pueden ser de color verde casi normal, pero también se pueden encontrar algunas de color amarillo verdoso pálido, con una tonalidad más oscura hacia la nervadura y con márgenes ondulados. A medida que la deficiencia progresa, las hojas de los brotes nuevos se tornan cloróticas o casi completamente blancas, de tamaño reducido y forma anormal, con áreas crespas hacia el ápice que se retuercen en espiral. En los casos de deficiencia aguda los meristemas continúan diferenciando hojas pero éstas caen rápidamente y las que logran madurar son ásperas y quebradizas.

2.2.2. Productos

Bórax pentahidratado.

El bórax es un compuesto importante, es un cristal blanco y suave que se disuelve fácilmente en agua. Si se deja reposar al aire libre, pierde lentamente su hidratación y se convierte en tincalconita ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$). El bórax comercial generalmente se deshidrata en parte.

Entre sus beneficios encontramos que es eficaz como fuente de boro, para una amplia gama de cultivos, en suelos deficientes en ese elemento.

Composición

Bórax pentahidratado.

Especificaciones físico-químicas

Apariencia: cristales blancos

Olor: sin olor característico

Gravedad específica: 1.815

Solubilidad en agua: 1%: 3.94

PH: 9.5

Insoluble en agua (ppm): 150 máx².

Solubor

Es un fertilizante polvo soluble de color blanco nieve e inodoro, con propiedades físicas y químicas apropiadas para ser aplicado por vía foliar en toda clase de cultivos con deficiencia de boro.

Solubor, está formulado para ser asimilado por la planta vía foliar. Además puede aplicarse a través de sistemas de fertirrigación.

Composición

Octoborato de Sodio Tetra hidratado..... 99%

[Con 20.5% del elemento Boro (B)]

Aditivos..... 1%

Total 100%

Método de aplicación

Se disolvió en agua y se aplicó directamente al follaje con bomba de mochila de forma manual³

²

<http://www.etimineusa.com/es/node/90>

³

<https://www.interempresas.net/Agricola/FeriaVirtual/Producto-Corrector-de-carencias-de-boro-granulado-Compo-Solubor-DF-119251.html>

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación y descripción del área experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Finca “La Envidia” ubicada a 30 km vía Babahoyo-mata de cacao-san José del tambo con 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, según la clasificación climática de Holdrige; con temperatura media de 25.9 °C, precipitación anual de 1429.8 mm, humedad relativa de 97 % y 1017.3 horas heliofania anual.

El suelo es un inceptisol de topografía plana, textura franco y drenaje regular.

3.2. Métodos

Para el trabajo de campo se utilizó los métodos: deductivo, inductivo y experimental.

3.3. Factores de estudio

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de cacao.

Variable Independiente: Dosis de boro aplicada.

3.4. Material de siembra

Se empleó como material de trabajo el clon CCN-51, que presentan las siguientes características:

Sensibilidad a enfermedades	:	Medianamente tolerante a la Monilla
Color de la mazorca	:	Rojo naranja
Tolerante a enfermedad	:	Escoba de bruja (Moniliophthora Perniciosa)
Numero de semillas por mazorca	:	45 (semillas por mazorca)
Días a la cosecha (meses)	:	24
Potencial de rendimiento(qq/ha)	:	50

3.5. Tratamientos

Se utilizaron los siguientes tratamientos.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en cacao.

Numero de tratamientos	Niveles de boro al suelo Kg/Ha	Niveles de boro al follaje Kg/Ha
T1	0	0
T2	0	1
T3	0	2
T4	1	0
T5	1	1
T6	1	2
T7	2	0
T8	2	1
T9	2	2
T10	3	0
T11	3	1
T12	3	2

Las aplicaciones de boro al suelo se realizaron una sola vez mientras que al follaje se realizaron dos veces al mes.

3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4X3, con 12 tratamientos y 3 repeticiones. Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza para conocer la significancia estadística. Los promedios de los resultados se compararon entre sí con la prueba de *Tukey* al 95 % de probabilidad, con la finalidad de conocer la diferencia estadística entre tratamientos.

3.6.1. Análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloque	2
Aplicación de boro al suelo (S)	3
Aplicación de boro al follaje (F)	2
Aplicación de boro (S) x (F)	6
Error	22
Total	35

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

Durante el manejo del ensayo se empleó las labores y prácticas agrícolas para el normal desarrollo del cultivo.

3.7.1. Análisis de suelo

Previo al establecimiento del ensayo se tomaron muestras de suelos del cultivo en forma de zig - zag, a una profundidad de 20 cm, las muestras tomadas se las mezcló hasta homogenizarlas y luego se pesó 1 kg de suelo para enviarlo al laboratorio del INIAP adjuntando la identificación respectiva.

3.7.2. Control de malezas

Para el control de malezas se realizó desyerbas con guadaña dirigidas entre plantas y entre calle, esta labor se realizará de 15 a 30 días dependiendo de su agresividad.

3.7.3. Control fitosanitario

Durante el desarrollo del ensayo se presentó presencia de plagas, se realizarán aplicaciones de insecticidas. Se utilizó Metomil para el control de insectos masticadores y vectores de enfermedades en dosis de 1kg/en un taque de 200 litros de agua, no se aplicó ningún tipo de fungicida durante el desarrollo del ensayo.

3.7.4. Riego

El ensayo se lo realizo en periodos de época seca y lluviosa; por tanto la aplicación de riego por aspersores mini cañón, estaba determinada por la época en que fuese necesaria la aplicación. Se regó dos veces por semana en época seca logrando así la humedad requerida en la plantación de cacao.

3.7.5. Podas

No se realizó poda fitosanitaria después de instalado el ensayo, ya que no comenzaban las lluvias.

3.7.6. Fertilización

La fertilización se realizó con N, P, K en dosis de 90 kg de N, 60 de P y 80 de K la aplicación se realizó una sola vez durante el periodo que duro la investigación, complementándose con los microelementos estudiados en base a boro cuyas dosis se indican en la página 13.

3.6.7. Sombra

La plantación de cacao no tenía integrado sistema de sombra, lo cual se mantenía expuesta al sol durante todo el tiempo.

3.8. Datos a evaluar

3.8.1. Numero de flores producidas por la planta

Se procedió a evaluar escogiendo 5 plantas por tratamiento, contabilizando el número de flores que se obtuvieron en la planta de cacao; con el fin de conocer la cantidad de flores obtenidas o polinizadas.

3.8.2. Numero de flores abortadas

Se procedió a evaluar escogiendo 5 plantas por tratamiento, se contó las flores abortadas o no polinizadas por el efecto del boro, en las 5 plantas escogidas anteriormente; se colocara un plástico para proceder a su contabilidad.

3.8.3. Diámetro de mazorca.

Se midió escogiendo 10 mazorcas por tratamiento al azar, tomando la lectura en el centro medio de la mazorca. Para esto se utilizó un calibrador y se expresó en cm.

3.8.4. Número de mazorcas por árbol.

Se evaluó escogiendo cinco arboles por tratamiento, en los cuales se contarán todas las mazorcas comerciales obtenidas durante el periodo del ensayo.

3.8.5. Longitud de mazorca.

Se midió en 5 mazorcas por tratamiento al azar, tomando la lectura desde el ápice de crecimiento hasta el fin del pedúnculo floral. Se expresó en centímetros.

3.8.6. Peso de semilla secas por mazorca.

En cinco mazorcas por tratamiento se escogió 100 semillas húmedas, a las cuales se las peso. Luego fueron sometidas a un proceso de secado natural donde también se registró su peso seco, calculando también la diferencia de pesos.

3.8.7. Rendimiento por planta.

Se evaluó escogiendo cinco arboles por tratamiento, en los cuales se contaron todas las mazorcas comerciales obtenidas durante el periodo del ensayo.

IV. RESULTADOS

En el (cuadro. 2.), se presentan los resultados obtenidos en esta investigación en forma de cuadrados medios, en los que se puede percibir que no hubo significancia estadística logrado por efecto de las variables y tratamiento en estudio, así como el coeficiente de variación, los mismos que están dentro de los valores considerados como aceptable. En los cuadros siguientes se presentan los resultados simples y las interacciones indicando las diferencias estadísticas alcanzadas en base a la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidad.

a.- Número de flores no fecundadas (abortadas).

En el (Cuadro. 3), se puede apreciar que la aplicación de bórax pentahidratado al suelo no generó ningún tipo de diferencia estadística entre tratamiento, lo que nos indica que el bórax aplicado de forma simple al suelo no incrementa la floración estadísticamente, ya que el tratamiento testigo fue el que menos aborto produjo.

En el (Cuadro. 4), se puede observar que la aplicación de solubor al follaje tampoco generó diferencia estadística en parámetro flores no fecundadas, incluso el tratamiento testigo que no se aplicó boro tuvo menos promedios de flores abortadas.

La interrelación de la aplicación de bórax pentahidratado al suelo con solubor al follaje (Cuadro. 5), indican que no hubo significancia estadística alguna entre tratamientos.

b.- Numero de flores Fecundada.

Como se puede observar en el (Cuadro. 6), la aplicación de bórax pentahidratado al suelo no generó significación estadística alguna entre tratamiento. Pero el tratamiento testigo al cual no se le aplico boro tuvo un mayor número de flores cuajadas. También en el (Cuadro. 7), la aplicación de solubor al follaje tampoco generó diferencia estadística con respecto a los otros tratamientos.

Cuadrado medio de aplicación suelo, follaje e interrelación suelo-follaje correspondiente a influencia del boro en la floración

Cuadro. 2. y rendimiento del cacao variedad CCN-51 en la zona de mata de cacao.(2016)

Tratamiento Kg/Ha	Número de flores no polinizada	Número de flores polinizada	Diámetro de mazorca/ha	Longitud de mazorcas/ha	Número de mazorca por árbol	Semillas secas
Boro suelo	55,20 ns	5,41 ns	0,29 ns	0,31 ns	4,27 ns	43,80 ns
Boro follaje	85,80 ns	0,80 ns	0,01 ns	0,05 ns	0,75 ns	22,00 ns
Interrelación boro suelo - follaje	140,46 ns	1,43 ns	0,17 ns	1,03 ns	1,20 ns	44,68 ns
CV	12,21	12,30	4,90	4,91	9,17	3,72

Ns No significativo

Cuadro. 3.

Influencia del boro aplicado al suelo en número de flores no fecundadas del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al suelo	Número de flores no fecundadas
1	0	100.49 a
2	1	102.16 a
3	2	106.36 a
4	3	102.60 a
	\bar{X}	102.90

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Cuadro. 4.

Influencia del boro aplicado al follaje en número de flores no fecundadas del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al follaje	Número de flores no fecundadas
1	0	99.82 a
2	1	104.30 a
3	2	104.58 a
	\bar{X}	102.90

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Influencia de la interacción del boro aplicado al suelo y al follaje en número de flores no polinizadas del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Cuadro. 5.

Tratamientos	Niveles de boro al suelo y al follaje kg/hectárea		Número de flores no fecundadas
1	0	0	96,07 a
2	0	1	110,07 a
3	0	2	95,33 a
4	1	0	105,13 a
5	1	1	101,8 a
6	1	2	99,53 a
7	2	0	102,67 a
8	2	1	104,67 a
9	2	2	102,5 a
10	3	0	95,40 a
11	3	1	100,06 a
12	3	2	111,73 a
\bar{X}			101.15

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

En el (Cuadro. 8), la interrelación de bórax pentahidratado con solubor tampoco generó diferencia estadística en comparación a los demás tratamiento, pero si se puede observar que la aplicación de 1 kg/ha de solubor aplicado al follaje generó un promedio de 22.73 flores fecundadas, mientras que las otras aplicaciones fueron inferior al tratamiento testigo.

Cuadro. 6.

Influencia del boro aplicado al suelo en número de flores fecundadas del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al suelo	Número de flores fecundadas
1	0	22.11 a
2	1	20.80 a
3	2	21.04 a
4	3	20.27 a
	\bar{X}	21.05

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Cuadro. 7.

Influencia del boro aplicado al follaje en número de flores fecundadas del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al follaje	Número de flores fecundadas
1	0	21.35 a
2	1	20.95 a
3	2	20.87 a
	\bar{X}	21.05

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Cuadro. 8. Influencia de la interacción del boro aplicado al suelo y al follaje en número de flores fecundadas del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamientos	Niveles de boro al suelo y al follaje kg/hectárea		Número de flores fecundadas
1	0	0	21.73
2	0	1	22.73
3	0	2	21.87
4	1	0	20.93
5	1	1	20.07
6	1	2	21.40
7	2	0	21.73
8	2	1	20.67
9	2	2	20.73
10	3	0	21.00
11	3	1	20.33
12	3	2	19.47
\bar{X}			21.55

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

c.- Diámetro de mazorca.

En el (Cuadro 9.), se registran los valores de la aplicación de bórax pentahidratado al suelo, los cuales no presentaron diferencia estadística con relación a la prueba de Tukey, ya que todos los tratamiento fueron iguales pero se puede observar que la aplicación de 2 kg/ha de bórax al suelo generó un promedio de 8.43 cm en el parámetro de diámetro de mazorca.

El (Cuadro. 10.), se presentan los resultados de la aplicación de solubor al follaje que tampoco generó significación estadística entre tratamientos, mientras que en el (Cuadro. 11), se registran los valores obtenidos de las interacciones de bórax aplicado al suelo con solubor esparcido al follaje los cuales no dieron diferencia estadísticas, pero se puede observar que el tratamiento 5 que estuvo compuesto por 1 kg/ha de bórax pentahidratado con 1 kg/ha de solubor generó el mayor diámetro de mazorca con 8.63 en comparación al tratamiento testigo.

Cuadro. 9. Influencia del boro aplicado al suelo en diámetro de la mazorca del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al suelo	Diámetro de la mazorca
1	0	8.13 a
2	1	8.35 a
3	2	8.43 a
4	3	8.05 a
	\bar{X}	8.24

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Cuadro. 10.

Influencia del boro aplicado al follaje en diámetro de la mazorca del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al follaje	Diámetro de la mazorca
1	0	8.27 a
2	1	8.23 a
3	2	8.22 a
\bar{X}		8.24

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Cuadro. 11.

Influencia de la interacción del boro aplicado al suelo y al follaje en diámetro de mazorca del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao.(2016)

Tratamientos	Niveles de boro al suelo y al follaje kg/hectárea		Diámetro de mazorca
1	0	0	8.37 a
2	0	1	8.00 a
3	0	2	8.02 a
4	1	0	8.11 a
5	1	1	8.63 a
6	1	2	8.31 a
7	2	0	8.43 a
8	2	1	8.52 a
9	2	2	8.34 a
10	3	0	8.16 a
11	3	1	7.77 a
12	3	2	8.21 a
\bar{X}			8.24

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

d.- Número de mazorcas por árbol.

Los datos presentados en esta variable tanto para la aplicación de bórax al suelo (Cuadro. 12), como la aplicación de solubor al follaje (Cuadro. 13) y las interacciones suelo-follaje (Cuadro. 14), no alcanzaron diferencias significativas para número de mazorcas por árbol, pero se puede observar que el tratamiento 0 kg de bórax con 2 kg/ha de solubor tuvo un mayor promedio de 14.47 en relación al tratamiento testigo que fue de 12.80.

Cuadro. 12.

Influencia del boro aplicado al follaje en número de mazorcas por árbol del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al suelo	Número de mazorcas por árbol
1	0	13.47 a
2	1	14.16 a
3	2	13.93 a
4	3	12.60 a
	\bar{X}	13.54

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Cuadro. 13.

Influencia del boro aplicado al follaje en número de mazorcas por árbol del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al follaje	Número de mazorcas por árbol
1	0	13.67 a
2	1	13.25 a
3	2	13.70 a
	\bar{X}	13.54

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Influencia de la interacción del boro aplicado al suelo y al follaje en número de mazorcas por árbol de cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Cuadro. 14.

Tratamientos	Niveles de boro al suelo y al follaje kg/hectárea		Número de mazorcas por árbol
1	0	0	12.80 a
2	0	1	13.13 a
3	0	2	14.47 a
4	1	0	14.40 a
5	1	1	13.80 a
6	1	2	14.27 a
7	2	0	14.07 a
8	2	1	14.07 a
9	2	2	13.67 a
10	3	0	13.40 a
11	3	1	12.00 a
12	3	2	12.40 a
\bar{X}			13.54

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

e.- Longitud de mazorca.

En longitud de mazorca, el análisis de varianza no detectó diferencias significativas para ningún factor, suelo, follaje e interacción (Cuadros. 15, 16 y 17).

Cuadro. 15.

Influencia del boro aplicado al follaje en longitud de mazorca del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al suelo	Longitud de mazorca
1	0	21.11 a
2	1	21.27 a
3	2	21.53 a
4	3	21.18 a
	\bar{X}	21.27

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Cuadro. 16.

Influencia del boro aplicado al follaje en longitud de mazorca del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al follaje	Longitud de mazorca
1	0	21.20 a
2	1	21.33 a
3	2	21.28 a
	\bar{X}	21.27

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Influencia en la interacción del boro aplicado al suelo y al follaje en longitud de mazorca del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Cuadro. 17.

Tratamientos	Niveles de boro al suelo y al follaje kg/hectárea		Longitud de mazorca
1	0	0	21.47 a
2	0	1	21.13 a
3	0	2	20.73 a
4	1	0	20.33 a
5	1	1	21.47 a
6	1	2	22.00 a
7	2	0	21.40 a
8	2	1	21.80 a
9	2	2	21.40 a
10	3	0	21.60 a
11	3	1	20.93 a
12	3	2	21.00 a
\bar{X}			21.27

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

f.- Peso de semilla secas por mazorca

En el (Cuadro. 18), se observa que la aplicación de bórax pentahidratado al suelo no generó significación estadística en ninguno de los tratamientos, pero se puede observar que la aplicación de 2 kg/ha de bórax al suelo incremento el promedio del peso de la semilla de 178.74 kg superando al tratamiento testigo por 4.96 kg.

En el (Cuadro. 19), se registran los valores de la aplicación de solubor al follaje los cuales no presentaron diferencia estadística con relación al peso de semillas por mazorca, pero se puede observar que la aplicación de 1 kg/ha de solubor al follaje registro un promedio de 178.09 kg en comparación al tratamiento testigo 176.47 kg. Mientras que en la interrelación suelo-follaje (Cuadro. 20), tampoco hubo diferencia estadística, pero se puede observar que el tratamiento 8 que estuvo integrado por 2 kg/ha de bórax pentahidratado al suelo con 1 kg/ha de solubor al follaje genero un mayor promedio en el parámetro de peso de semilla 178.91 kg en comparación del tratamiento testigo que fue de 177.69 kg.

Cuadro. 18. Influencia del boro aplicado al follaje en peso de semillas secas por mazorca del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al suelo	Peso de semilla por mazorca kg
1	0	173.78 a
2	1	176.13 a
3	2	178.74 a
4	3	177.97 a
	\bar{X}	176.66

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Cuadro. 19.

Influencia del boro aplicado al follaje en peso de semillas secas por mazorca del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al follaje	Peso de semilla por mazorca
1	0	176.47 a
2	1	178.09 a
3	2	175.41 a
	\bar{X}	176.66

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Cuadro. 20.

Interrelación del boro aplicado al suelo y al follaje en el peso de semillas secas por mazorca del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamientos	Niveles de boro al suelo y al follaje kg/hectárea		Peso de semilla por mazorca
1	0	0	177.69 a
2	0	1	176.97 a
3	0	2	166.69 a
4	1	0	171.85 a
5	1	1	177.99 a
6	1	2	178.55 a
7	2	0	178.80 a
8	2	1	178.91 a
9	2	2	178.51 a
10	3	0	177.54 a
11	3	1	178.49 a
12	3	2	177.87 a
		\bar{X}	176.66

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

g.- PESO DE SEMILLA CON MUCILAGO

El análisis de varianza no obtuvo diferencias significativas para aplicaciones de bórax pentahidratado al suelo (Cuadro. 21), solubor aplicado al follaje (Cuadro. 22) e interacciones (Cuadro. 23),

Cuadro. 21. Influencia del boro aplicado al follaje en peso de semillas secas por mazorca del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al suelo	Peso de semilla con mucilago por mazorca
1	0	418.72 a
2	1	418.58 a
3	2	441.13 a
4	3	419.04 a
	\bar{X}	424.26

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Cuadro. 22. Influencia del boro aplicado al follaje en peso de semillas secas por mazorca del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Tratamiento	Niveles de boro kg/ha al follaje	Peso de semilla con mucilago por mazorca
1	0	418.79 a
2	1	435.71 a
3	2	418.60 a
	\bar{X}	424.26

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

Influencia de la interacción del boro aplicado al suelo y al follaje en el peso de semilla con mucilago del cacao variedad ccn-51 en la zona de mata de cacao. (2016)

Cuadro. 23.

Tratamientos	Niveles de boro al suelo kg/hectárea		Peso de semilla con mucilago por mazorca
1	0	0	419.23 a
2	0	1	418.56 a
3	0	2	418.37 a
4	1	0	418.79 a
5	1	1	419.13 a
6	1	2	417.81 a
7	2	0	418.39 a
8	2	1	485.66 a
9	2	2	419.35 a
10	3	0	418.76 a
11	3	1	419.49 a
12	3	2	418.87 a
\bar{X}			424.26

Los promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la Prueba de Tukey P (0,05)

h.- ANÁLISIS ECONÓMICO.

En el Cuadro 24, se observan los promedios de los resultados de la evaluación económica, realizada a los tratamientos, analizando ingresos y egresos

Con la aplicación de bórax pentahidratado 1 Kg/ha y solubor 2,0 L/ha, se encontró la mayor utilidad con \$ 1070,50, teniendo menor ingreso el testigo sin aplicación con \$ 810,00.

Cuadro. 24. 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 boro 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	3630,00	810,00
0 - 1	37,47	4496,4	1800	1844,1	1.50	3645,60	850,80
0 - 2	38,24	4588,8	1800	1867,2	3.00	3670,20	918,60
1 - 0	38,49	4618,8	1800	1874,7	2.00	3676,70	942,10
1 - 1	38,12	4574,4	1800	1863,6	3.50	3667,10	907,30
1 - 2	39,95	4794	1800	1918,5	5.00	3723,50	1070,50
2 - 0	39,31	4717,2	1800	1899,3	4.00	3703,30	1013,90
2 - 1	38,09	4570,8	1800	1862,7	5.50	3668,20	902,60
2 - 2	38,80	4656	1800	1884	7.00	3691,00	965,00
3 - 0	37,58	4509,6	1800	1847,4	6.00	3653,40	856,20
3 - 1	37,83	4539,6	1800	1854,9	7.50	3662,40	877,20
3 - 2	36,11	4333,2	1800	1803,3	9.00	3612,30	720,90

* Costo por kilogramo de Boro: 500 gr de Solubor \$ 1.50, 500 gr Bórax \$ 2.00

V. DISCUSIÓN

La falta o poca respuesta obtenida en este experimento a las aplicaciones de boro tanto al suelo como al follaje, pueda deberse a que el suelo tiene contenidos insuficientes de boro como para satisfacer los requerimientos del cacao, en cuanto a este micro elemento por lo tanto las aplicaciones realizadas no generaron diferencia estadísticas relevantes, solo tendencias a incrementarse.

Alarcón (2010), las funciones fisiológicas del boro no están todavía claras totalmente, su papel en el metabolismo vegetal quizás sea el más desconocido de todos los nutrientes esenciales, pese a ser el micronutriente que mayores concentraciones molares presentan.

El boro juega un importante papel en la fertilización de las plantas, teniendo necesidades particularmente elevadas cuando el crecimiento en peso de las hojas es más alto y durante la floración y cuajado de frutos. El contenido en boro de los órganos reproductivos (anteras, estilos, estigmas, ovarios) es especialmente alto. El boro también tiene un importante efecto positivo en el cuajado de frutos y el proceso de formación de semillas (Alarcón , 2010).

Quintana (1971), Informa que el boro no se encuentra uniformemente repartido en la planta, los órganos que contienen mayor cantidad de boro son las flores y en ellas el mayor porcentaje se encuentra en el estigma y en los granos de polen, y al menor en la corola, El contenido de este micro-elemento es mayor en las hojas que en la raíz, tallos y frutos, además indica que el boro aumenta la resistencia de las plantas a la sequía, debido probablemente a que ejerce influencia sobre las propiedades físico-químicas de los coloides protoplasmáticos al aumentar la viscosidad del protoplasma, además menciona que el boro ejerce una acción protectora contra la toxicidad de cobre en las plantas.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las aplicaciones del boro realizadas al suelo como al follaje no mejoran la floración y producción del cacao.

No se observó efectos estadísticos significativo al 0.05% según la prueba de Tukey de las aplicaciones de boro aplicado al follaje en ninguno de los tratamientos con las dosis aplicadas, probablemente por el adecuado suministro que origina el suelo de dicho nutriente.

En el análisis económico, el tratamiento 1 kg/ha que tiene bórax pentahidratado aplicado al suelo más 2 kg/ha de solubor al follaje, generó el mayor ingreso económico de \$ 1070.50 en relación a los demás tratamientos.

Tampoco se observó efecto de intoxicación en los tejidos de análisis foliares de la planta ni efectos en la intensidad de caída de flores.

Recomendaciones

Realizar trabajos similares en otras épocas del año en que la floración se vea más afectada.

Usar productos a base de boro más solubles o quelatados.

Probar épocas de aplicación adecuadas, es decir aplicaciones en las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde.

VII. RESUMEN

Se realizó un ensayo en la Finca “La envidia” ubicada a 30 km vía a Babahoyo – Mata de cacao – San José del tambo con 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 tuvo como objetivos: 1) determinar el efecto del boro aplicado al suelo y al follaje, en la producción de mazorcas de cacao, 2) establecer el tratamiento más adecuado para maximizar la floración y producción del cultivo de cacao, 3) analizar económicamente los tratamientos en la producción de cacao y se estudiaron aplicaciones de boro al suelo y al follaje en cacao variedad CCN-51 (*Theobroma cacao*) en la zona de Mata de cacao. Las aplicaciones al follaje fueron llevadas a cabo haciendo la aspersion al follaje del producto (Solubor) en dos dosis de 1 y 2 kg, y en el mes 2 aplicaciones con un intervalo de 15 días, la aplicaciones se efectuaron en verano con un 50% de flor, las aplicaciones edáficas contemplaron 1 producto (Bórax pentahidratado) en tres dosis y una sola aplicación al suelo durante el ensayo esta se realizó al inicio de la floración.

Se analizó el efecto de la aplicación sobre la cantidad y mantenimiento de flores y flores abortadas, el número de flores mantenidas en la planta total y numero de flores caídas total, sin que se encontrara diferencia estadística entre los tratamientos, tampoco se observó efectos de los tratamientos al follaje sobre el contenido de boro de los análisis foliares. En las dosis medias o altas presentado contenido de boro estadísticamente superior en el tejido floral.

En la interrelación de boro aplicado al suelo como al follaje tampoco dio un incremento en el rendimiento ni en los parámetros evaluados, lo cual no produjo diferencia estadística significativa alguna.

En el análisis económico se observó que el tratamiento 1 kg/ha de bórax pentahidratado con 2 kg/ha de solubor generó mayor utilidad monetaria.

Se recomendó realizar trabajos similares en diferentes épocas del año, usar diferentes productos a base de boro más solubles o quelatados y probar diferentes horas de aplicación del boro ya sea en las primeras horas de la mañana como en las últimas horas de la tarde.

VIII. SUMMARY

A trial was held at the Finca "La envidia" located 30 km route to Babahoyo - Mata de cacao - San Jose del tambo farm with UTM coordinates North 672,342.61 longitude, latitude south 9,788,083.92, north 672,258.70 longitude, latitude south 9,788,029.53, which aimed to 1) to determine the effect of boron applied to soil and foliage, in the production of cocoa pods, 2) to establish the most appropriate treatment to maximize flowering and production of cocoa, 3) economic analysis of the treatments in production cocoa and boron were studied applications to soil and foliage variety CCN-51 cocoa (*Theobroma cacao*) in the area of Mata de cacao. Foliar applications were carried out by spraying the foliage of the product (Solubor) in two doses of 1 and 2 kg, and in month 2 applications with an interval of 15 days, the applications were made in summer with a 50% flower, edaphic applications contemplated 1 product (Borax phentahidratado) in three doses and one application to the ground during the test that was performed at the beginning of flowering.

The effect of the application on the quantity and maintenance of flowers and aborted flowers was analyzed, the number of flowers held in the whole plant and number of flowers the total falls, no statistical difference between treatments was found, no effects were observed foliar treatments on the content of boron foliar analysis. In middle or high doses presented statistically higher boron content in the floral tissue.

In the interplay of boron applied to the soil and the foliage also gave an increase in performance or in the evaluated parameters, which produced no significant statistical difference.

In the economic analysis it shows that treatment 1 kg / ha of borax pentahydrate with 2 kg / ha of solubor generated greater monetary value.

It was recommended that similar work in different seasons, using different products based on more soluble boron or chelated and try different hours of application of boron either in the early morning and in the late afternoon.

IV LITERATURA CITADA

Alarcón , A. 2010. El boro como nutriente esencial. Tesis de grado. Cartagena,CO, UPC-ETSIA. 110 p. Consultado 25 Septiembre 2015. Disponible en [http://www.infoagro.com/hortalizas/boro nutriente esencial2.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/boro_nutriente_esencial2.htm)

Anecacao. 2013. Cacao CCN 51. Guayaquil,EC. Consultado 25 Septiembre 2015. Disponible en <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>

cimpa. 2010. Ficha Tecnica Borax Pentahidratado. Bogota,CO.

Cruzat Gonzalez, CA. 1993. Efecto de aplicaciones de boro al follaje y al suelo en palto (persea americana mill.) cv.hass Quillota,CL.

Enriquez, G. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Costa Rica: Bib. Orton IICA / CATIE.

Etimine, (s.f.). Etibor 48 - Borato de Sodio - Bórax Pentahidratado. (en línea). Consultado 25 Septiembre 2015. Disponible en <http://www.etimineusa.com/es/node/90>

fagro. 2015. Micronutrientes. Nutricion Vegetal. Culiacan,MX. 6 p. Consultado 25 Septiembre 2015. Disponible en <http://www.fagro.mx/nutricion-vegetal.html>

Interempresas. (s.f.). Corrector de carencias de boro granulado: estimula el transporte de azúcares por el interior de los árboles. *COMPO EXPERT Spain, S.L.* Consultado 25 Septiembre 2015. Disponible en <https://www.interempresas.net/Agricola/FeriaVirtual/Producto-Corrector-de-carencias-de-boro-granulado-Compo-Solubor-DF-119251.html>

Mestanza solano, SA. 1967. Determinacion de los Niveles de boro en Suelos de Diferentes Zonas Cacaoteras y estudio del Efecto de las Aspersiones Foliare de Solubor sobre Algunas Anormalidades del Cacao. Tesis de grado. Guayaquil,EC. INIAP. 103 p.

Navarro Garcia, G; Navarro Garcia, S. 2013. QUIMICA AGRICOLA QUIMICA DEL SUELO Y DE NUTRIENTES ESENCIAL. Madrid,ES. Mundi-Prensa. 639 p.

PROMIX. 2010. Rol del boro en el cultivo de plantas. (en línea). Consultado 25 Septiembre 2015. Disponible en <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-boro-en-el-cultivo-de-plantas/>

- QuimiNet. 2008. Funciones del boro en las plantas. (en línea). Consultado 25 Septiembre 2015. Disponible en <http://www.quiminet.com/articulos/funciones-del-boro-en-las-plantas-26668.htm>
- Quintana, FF. 1971. Efecto de la deficiencia de boro en la Susceptibilidad de Plantulas de Cacao a la infeccion por Maradmius Perniciosus Stahel. Guayaquil,EC. INIAP. Archivo Historico.
- Revista El Agro. 2012. Fertilizacion eficiente para el cultivo de cacao. Vol 1. Guayaquil,EC. Consultado 25 Septiembre 2015. Disponible en <http://www.revistaelagro.com/2014/02/25/fertilizacion-eficiente-para-el-cultivo-de-cacao-con-mezclas-quimicas/>
- SMART. 2015. El boro en las plantas. El boro es uno de los siete micronutrientes esenciales para el crecimiento normal de las plantas. (en línea). Consultado 25 Septiembre 2015. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/boron>
- Varas, j. 1961. Factores que Afectan la Germinacion del Polen del Cacao in Vitro. Tesis de grado. Turrialba,CR. ICA-OEA-CTIEG 32 p.
- Zavala Solórzano, J. 2008. NUTRICION MINERAL DEL CACAO. DIPLOMADO 2007-U.N.A.S, TINGO MARIA. Consultado 25 Septiembre 2015. Disponible en <http://diplomado2007unas.blogspot.com/2008/01/nutricion-mineral-del-cacao.html>

ANEXOS

IMÁGENES DEL ENSAYO



Figura 1. Análisis de suelo



Figura 2. Peso de bórax y solubor en laboratorio



Figura 3. Distribución de tratamientos



Figura 4. Colocación de plásticos



Figura 5. Aplicaciones de bórax pentahidratado al suelo.



Figura 6. Aplicaciones de Solubor al follaje.



Figura 7. Efectos de la aplicación de los tratamientos.



Figuras 8. Supervisión de la investigación por el director del Trabajo de Titulación



Figura 9. Evaluación de flores abortadas



Figura 10. Evaluación de flores cuajadas.



Figura 10. Evaluación de diámetro de mazorca.



Figura 11. Evaluación de longitud de mazorca.



Figura 12. Peso de semilla con mucilago.



Figura 12. Peso de semilla seca.