



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“EFECTOS DEL FOSFORO Y AZUFRE SOBRE EL
RENDIMIENTO DE MAZORCAS, EN UNA PLANTACIÓN DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, EN LA ZONA DE
BABAHOYO”

AUTOR:

Marcelo Montes Mosquera

TUTOR:

Ing. Agr. Álvaro Pazmiño Pérez

Babahoyo – Los Rios – Ecuador

2016

I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) también conocido como la “Pepa de Oro” es un árbol tropical perteneciente a la familia de la Esterculiaceae, el cual es cultivado como un producto con fines económicos en la mayoría de países tropicales, cabe recalcar que el cacao Ecuatoriano es considerado diferente al de los demás países, esto es debido a sus características organolépticas y su gran calidad que lo clasifica como el mejor del mundo

El Ecuador desde hace muchos años ha sido estimado como uno de los principales países productores de cacao fino y de aroma. En la actualidad la producción de cacao se ha fortalecido primordialmente en las provincias del, Guayas, Los Ríos, Manabí y Sucumbíos. En la que desde el año 2005 se ha venido cultivando El CCN-51 en mayor nivel que el cacao nacional debido a su baja estatura, fácil manipuleo y resistencia a la escoba bruja. El fósforo (P) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de P para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima. El P se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de P en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 %¹.

El azufre elemental no es soluble en agua y debe ser oxidado por las bacterias del suelo. Las plantas utilizan casi exclusivamente al sulfato como su principal fuente de nutrición azufrada, donde se convierte en muchos componentes esenciales, como proteínas y enzimas².

¹Fuente: [www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/7EFD356D05AA06EA05256A31007595F9/\\$file/Funciones+del+F%C3%B3sforo.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/7EFD356D05AA06EA05256A31007595F9/$file/Funciones+del+F%C3%B3sforo.pdf)

²Fuente: [www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/4E2EBCDC9EF89E6785257BBA0059C3B0/\\$FILE/NSS-ES-13.pdf](http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/4E2EBCDC9EF89E6785257BBA0059C3B0/$FILE/NSS-ES-13.pdf)

En el Ecuador uno de los principales factores que reducen la calidad y producción del cacao es el uso incorrecto de los fertilizantes y sus dosificaciones, causando un desbalance nutricional, obteniendo de esta manera plantas con un pésimo desarrollo, vulnerables al ataque de plagas y enfermedades, por lo cual disminuye su capacidad productiva elevando de esta forma los costos de producción.

Por lo cual el objetivo de esta investigación es realizar un estudio sobre los efectos del fósforo en la mazorca para orientar tanto a técnicos, agricultores dedicados a este cultivo e impulsar un tipo de agricultura competitiva y sustentable por medio del uso adecuado de este elemento y de los fertilizantes en general.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Evaluar los efectos del fósforo y el azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, en la zona de Babahoyo.

1.1.2. Objetivos específicos

- Establecer la cantidad de fertilizantes solos y combinados, para maximizar el rendimiento del cultivo.
- Evaluar el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de la mazorca.
- Realizar el respectivo análisis económico de los diferentes tratamientos empleados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Morfología y taxonomía del cacao

El cacao es una planta de ciclo perenne, posee 20 cromosomas y su polinización es cruzada, su propagación puede ser sexual (semilla) o asexual (ramillas) (INIAP AMAZONIA, s.f.).

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta originaria de los trópicos húmedos de América, su centro de origen se cree estar situado en el noroeste de América del sur, en la zona amazónica. El cacao es de importancia relevante en la economía del Ecuador, por ser un producto de exportación y que constituye una fuente de empleo para un alto porcentaje de habitantes de los sectores rurales y urbano. Esta especie representa uno de los rubros más importantes para el país, constituyendo el 5 % de la producción mundial, siendo también uno de los cultivos tradicionales de interés comercial en la provincia de Los Ríos (Sanchez & Garcés, 2012).

Taxonomía del cacao:

Reino:	Plantae
Tipo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Sterculiaceae
Género:	<i>Theobroma</i>
Especie:	<i>cacao</i> L.

2.2. Características Agronómicas

El árbol de cacao es un árbol que crece silvestre, en los bosques de América Central, en la zona situada entre los 26 grados al norte y 26 grados al sur de Ecuador, los arboles cultivados son más pequeños los cuales facilitan su recolección y cultivo, no suelen sobrepasar los dos o tres metros de altura. Se encuentran también como árbol cultivado en las zonas tropicales del oeste de África y Asia su tamaño mediano normalmente alcanza una altura entre 6 a 8 metros de altura, puede alcanzar hasta los 20 metros cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su corona es densa redondeada y con un diámetro de 7 y 9 metros. Su tronco es recto y se puede desarrollaren formas muy variadas según las condiciones ambientales. Con excepción del cacao Nacional de, Ecuador y del Amelonado de África, los que en ocasiones alcanzan alturas hasta unos 12 metros. Cultivado con alta luminosidad el tamaño es más reducido que con exceso de sombra (Zambrano, 2013).

Según Felipe (s.f.), la planta presenta las siguientes características:

Sistema radical

El sistema radicular está compuesto de una raíz pivotante que penetrar más de 2 m de profundidad, el cual beneficia la recolección de nutrientes y de un amplio sistema superficial de raíces literales distribuidas alrededor de 15 cm abajo del área del suelo.

Hojas

Las hojas son perennes, mide 20 cm. Las hojas están colocadas en dos filas una en cada lado de la rama las cuales están alternada, la forma son grandes, simples, elípticas u ovaladas, de 20 a 35 cm de largo por 4 a 15 cm de ancho, punta larga, levemente gruesas, orilla lisa, color verde oscuro en el haz y más pálidos en el envés, cuelgan de un peciolo.

Flores

La flor del cacao es hermafrodita, pentámera de ovario supero esto indica que la flor del cacao está constituida en su estructura floral por 5 sépalos, el Androceo conformado por 10 filamentos de los cuales 5 son fértiles (estambres) y los otros 7 son infértiles (estaminoides), el gineceo (pistillo) está formado por un ovario supero con 5 lóculos funcionando desde la base donde cada uno puede contener de 5 a 15 óvulos, dependiendo del genotipo. La polinización del cacao es estrictamente entomófila para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. En horas de la mañana al día siguiente la flor está completamente abierta. Las anteras cargadas de polen abren y están viables (disponibles y funcionales), casi inmediatamente por un periodo aproximado de 48 horas esta la única etapa disponible para la polinización, donde muchos insectos actúan como agentes principales de polinización especialmente una “mosquita” del genero *Forcipomya* los demás agentes son de menor importancia (Zambrano, 2013).

Fruto

El fruto del cacao es el resultado de la maduración del ovario de la flor fecundada. En esta descripción es apropiado indicar que hay frutos que nunca maduran por falta de semillas y abortan; son llamados frutos paternocarpicos. Dentro de su clasificación Botánica el fruto de cacao es una drupa, normalmente conocido como mazorca tanto el tamaño como la forma de los frutos varían ampliamente dependiendo de sus características genéticas, el medio ambiente donde crece y se desarrolla el árbol, así como el manejo de la plantación las mazorcas de cacao por sus formas están clasificadas como: Amelonado, Calabacillo, Angoleta y Cundeamor variando según tipo y especie (Zambrano, 2013). Los jóvenes frutos son víctimas de una verdadera hecatombe: 20 a 90 % de los frutos tiernos mueren, sin embargo, la naturaleza, pródiga, ha atribuido al cacao una floración continua durante todo el año. (Felipe, s.f.).

Semilla

Las semillas son de forma oblonga y puede variar mucho en el tamaño, algunas en la parte más larga son redondeadas como en el caso del cacao tipo Criollo y del Nacional de Ecuador, otras son bastante aplanadas como en el caso de los Forasteros el color de la semilla también es muy variable desde un blanco ceniciento, blanco puro, hasta un morado oscuro y todas las tonalidades, también permite diferenciar algunos genotipos (Enríquez, 2010) Citado por (Untuña, 2014)

2.3. Requerimiento edafoclimáticos para el cultivo del cacao

El crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva. Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de floración, brotación y cosecha está regulado por el clima, cuya relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos (Campero, 2010).

El mismo autor indica que las interacciones que existen entre la planta y el medio ambiente son difíciles de entender para mejorar el medio en que crece el cacao. Como un cultivo de trópico húmedo, el cacao es comercialmente cultivado entre las latitudes 15° N. y 15° S. del Ecuador. Excepcionalmente se encuentran en las latitudes sub tropicales a 23° y 25°S. Cuando se define un clima apropiado para el cultivo de cacao generalmente se hace referencia a la temperatura y la precipitación (lluvia), considerados como los factores críticos del crecimiento. Así mismo, el viento, la radiación solar y la humedad relativa afectan muchos procesos fisiológicos de la planta.

2.3.1. Precipitación

El cacao se cultiva en zonas donde la precipitación se encuentra por encima de los 1,200 mm, llegando en algunos casos hasta los 4,000 mm; pero más importante que el volumen total de lluvias, es una buena distribución del agua durante el año, ya que el cacao es muy sensible a la falta de humedad en el suelo (Sullca, 2013).

2.3.2. Temperatura

Se consideran óptimas las temperaturas medias mensuales de 23 a 24°C. Temperaturas promedios mensuales superiores a 30°C e inferiores a 20°C no favorecen la explotación comercial del cacao. No deben producirse temperaturas medias diarias inferiores a 15°C en el lugar donde se cultiva cacao. La diferencia entre la temperatura del día y el de la noche no debe ser inferior a 9 °C, (Decebra, 2004).

2.3.3. Altitud

Se cultiva casi desde el nivel del mar y hasta los 1,200 msnm, siendo el óptimo de 300 a 400 msnm y de 600 a 800 msnm (Lopez, 2011).

2.3.4. Luminosidad

La luminosidad es variable dependiendo del ciclo productivo en el que se encuentre siendo del 40 al 50% para el cultivo en formación y del 60 al 75% para plantación adulta (Lopez, 2011).

La influencia de los fertilizantes sobre estos jóvenes cacaos se hace bien patente a partir del quinto año para las plantas sometidas a una iluminación máxima. (Braudeau, 1970).

2.3.5 Viento

Es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta. En las plantaciones expuestas continuamente a vientos fuertes se produce la defoliación o caída prematura de hojas. En plantaciones donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/seg., y con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes (Campero, 2010).

2.3.6 Suelo

2.3.6.1. Propiedades físicas

Profundidad: de 0.80 – 1.50 metros. Tolera condiciones hasta de 60 cm. Textura: mediana (serie de los francos, franco, franco-arcilloso, franco-arenoso 30-40% arcilla, 50% arena y 10-20% limo. No son recomendables suelos finos o muy gruesos. Con alto requerimiento de buena estructura con 66 % de porosidad y nunca menos de 10 % así como buena retención de humedad. Drenaje: Un buen drenaje es esencial y deseable, poca tolerancia a los suelos arcillosos. El manto freático deberá estar a una profundidad mayor de 1.5 metros (Procopio, 2011).

2.3.6.2. Propiedades químicas

Las propiedades químicas para este cultivo son: pH; un óptimo de 6.0 a 7.0, % materia orgánica: > de 3%. Relación carbono/nitrógeno(C/N): mínimo 9. Capacidad de intercambio catiónico: Requiere más de 12 mili equivalentes por 100 g de suelo en la superficie y más de cinco en el subsuelo. Minerales. Requiere una fertilidad de media a alta. Requiere contenidos de calcio mayor a 8 meq por 100 g de suelo, Magnesio mayores a 2, Potasio mayor a 0.24 y más de 0.2 ppm de Boro; Saturación de bases > del 35% (Procopio, 2011).

2.4. Importancia del cultivo de cacao en Ecuador

Pinto (2010), señala que el cacao tiene como nombre científico *Theobroma cacao* L, su cultivo es tradicional en Ecuador desde la época de la Colonia. El cacao es actualmente el tercer rubro agropecuario de exportación del país. Su producción

anual representa, el 9 % del PIB agropecuario. En Ecuador, se produce una variedad de cacao, "de arriba" o "cacao fino y de aroma" o "nacional" que es altamente apreciado en el mercado mundial. Al cierre de 2008, exportó 110 mil toneladas métricas, es decir, 300 millones de dólares, según el Banco Central.

El cacao es originario de la cuenca del Amazonas, en las zonas comprendidas entre Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, pues aquí es donde se ha encontrado una mayor diversidad de especies. Por su origen y características genéticas, el cacao está clasificado en cuatro tipos: Criollo, Forastero Amazónico, Trinitario y Nacional de Ecuador. Además existen Clones de Cacao también se pueden encontrar Clones, es decir, variedades producidas por el hombre, que suelen identificarse con letras y números provenientes de su investigación, como es el caso del CCN-51 un material que actualmente cubre una parte de las plantaciones de la Amazonía. Sus mazorcas son rojizas-moradas cuando tiernas y de color rojizo anaranjadas cuando maduras. Presentan sabor a cacao de medio a bajo. Su potencial se encuentra en la producción de manteca de cacao (INIAP, 2009).

Según Estrada (2010), el cultivo de cacao es una de lo que mayor ingresos económico representa al país además presenta crecimiento anual por encima del 60 %, siendo el cuarto producto con mayor ingresos en el PIB nacional y con una gran variabilidad de mercados.

Según el Ministerio de Agricultura del Perú (2010), el cacao se puede propagar en forma sexual (por semilla botánica) y en forma asexual (estacas, acodos e injertos). Sin embargo a estos métodos es recomendable utilizar procesos de injertación para lograr maximizar los procesos de crecimiento de las plantas, logrando así mantener las principales características de las plantas productoras y que estas puedan crecer bien conformadas, uniformes y con alta producción.

2.5. Tipos de Cacao

2.5.1 Forastero

El cacao forastero, conocidos también como cacaos Amazónicos y/o amargos son originarios de América del Sur. Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Esta población es la más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil y proporcionan más del 80 % de la producción mundial (Motamayor et, al. 2002) citado por Martinez (2007).

El cacao forastero es muy variable y se encuentra en forma silvestre en las zonas altas del Perú, Ecuador y Colombia y las zonas bajas Amazonicas como Brasil, Guyanas y a lo largo del río Orinoco en Venezuela, estaminoides con pigmentación púrpura, mazorcas verdes con más de 30 semillas, de color púrpura, con alta astringencia y bajo contenido de grasa. A este grupo pertenecen todos los cacaos comerciales del Brasil, oeste Africano y este de Asia, así como el cacao nacional del Ecuador, y líneas del bajo Amazonas de tipo amelonado que incluye Iquitos, Nanay, Parinari, y Scavina, (Arguello et, al. 2000) citado por Martinez, (2007).

2.5.2 Cacao Trinitario

Se formó de manera espontánea de un cruce entre cacaos criollos y forasteros 11 amazónicos en la isla de Trinidad pasando luego a Venezuela, Colombia y el resto del mundo. De este cruce heterogéneo se presentan diversidad de formas intermedias de mazorcas al igual que su coloración rojizos. Por cuanto son más resistentes a enfermedades y han podido adaptarse mejor a muchos ambientes (Ayala, 2008) citado por Cabrera, (2014).

2.5.3 Cacao Nacional

La variedad tradicional del Ecuador es el tipo denominado Nacional, que se caracteriza por dar un chocolate suave de buen sabor y aroma, tiene un tipo de fermentación muy corta, de pocas horas, en contraste con el Forastero que tomo

varios días, en caso extremos 12 días, este genotipo Nacional se ha venido perdiendo con el tiempo debido a la introducción de materiales resistente a enfermedades económicamente más importantes que han afectado a su producción (Enríquez, 2004) citado por Montoya, (2012).

2.5.4 Clon CCN-51

El clon CCN-51 es fruto de varios años de investigación en hibridación de plantas, lo cual fue ejecutado de forma acertada por el Agr. Homero Castro Zurita en la ciudad de Naranjal (Provincia del Guayas), por el año de 1.965 es importante señalar que el origen genético de este clon es fruto del cruzamiento entre IMC-67 (Amazónico) por ICS-95 (Trinitario), y la descendencia de estos fue cruzada con otro cacao del oriente que el agrónomo Castro lo colectó y denominó Canelos por el lugar de origen por lo tanto, el CCN-51 corresponde a lo que se conoce como un híbrido doble hay que resaltar es que solamente la planta número 51 fue la que se destacó por sus excelentes características agronómicas y sanitarias, motivo por el cual fue clonada en forma masiva, en la actualidad, la cantidad de hectárea total de cacao en el Ecuador aproximadamente corresponde un 10% a CCN-51 (Quiroz, 2005) citado por Cabrera, (2014).

Este clon de cacao se destaca también su altos niveles de resistencia a la escoba de bruja (*Monillioptera perniciosa*) y mal del machete (*Ceratocystis fimbriata*) principales enfermedades de importancia económica del cacao. Adicionalmente 12 en condiciones de baja humedad relativa es tolerante a Moniliasis (*Mollioptera roreri*). Además expresa que estos atributos genéticos junto a la implementación de buenas prácticas de manejo de la plantación, han permitido que este clon exprese en mejor forma su potencial productivo (3 -4 t.ha- 1) (Crespo & Crespo, 1998) citado por Untuña, (2014).

2.6. Requerimientos Nutricionales

2.6.1 Macronutrientes

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, y grandes cantidades tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. En contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o micro elementos son requeridos sólo en cantidades infinitas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo. Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio (FAO, 2002).

2.6.1.1 Nitrógeno

Es el motor del crecimiento de la planta suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (FAO, 2002).

Manifestó Cabrera, (2014) que la carencia o deficiencia de (N) se manifiesta en reducción de la velocidad de crecimiento de las plantas. Una planta sometida a condiciones de deficiencia detiene su crecimiento en pocas semanas y rápidamente presenta enanismo si no existe suficiente (N) para ser translocado de las hojas viejas a las hojas nuevas, las hojas bajas toman una tonalidad

uniforme verde pálida o amarillenta. Cuando la deficiencia es severa este color verde pálido uniforme afecta incluso a las nervaduras (Zavala, 2007).

2.6.1.2 Fosforo

El fósforo, así como el nitrógeno, un importante elemento nutriente de las plantas, ya que compone una parte estructural de compuestos fundamentales para su fisiología. Ya sea en desarrollo de las raíces, equilibra la absorción del nitrógeno por la planta, estimula la actividad de las bacterias nitrificantes y ayuda a la floración y fructificación. Y a su vez desempeña una función única y exclusiva en el metabolismo energético de la planta. Sin su intervención fotosíntesis la no sería posible, porque la fijación de energía luminosa en energía química se lleva a cabo por medio de compuestos que llevan fósforo. En el suelo, el fósforo puede presentarse en forma orgánica (como un elemento constituyente de múltiples materiales orgánicos: restos vegetales o animales, humus, etc.) o inorgánica.

El P juega un papel vital virtualmente en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta. Los fosfatos de alta energía, que son parte de la estructura química de la adenosina difosfato (ADF) y de la ATF, son la fuente de energía que empuja una multitud de reacciones químicas dentro de la planta. La transferencia de los fosfatos de alta energía del ADF y ATF a otras moléculas (proceso denominado fosforilación), desencadena una gran cantidad de procesos esenciales para la planta. (Múnera Vélez, G. 2014)

Según Múnera Vélez, G (2014) El P es un componente vital de las sustancias que forman los genes y cromosomas. De esta forma, este elemento es parte esencial de los procesos que transfieren el código genético de una generación a la siguiente, proveyendo el mapa genético para todos los aspectos de crecimiento y reproducción de la planta.

Suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (FAO, 2002).

Cuando existe deficiencia de fósforo (P) la planta crece lentamente por falta de raíces absorbente (pelos absorbentes) y las hojas, especialmente las más pequeñas no desarrollan, las hojas maduras desarrollan un color pálido en los filos y en las puntas, mientras que las hojas jóvenes se tornan más pálidas que las venas. El crecimiento nuevo tiene internudos cortos y las hojas se posicionan en ángulo agudo con relación a la rama (Zavala, 2007)

2.6.1.3 Potasio

Suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO, 2002).

Los síntomas de deficiencia de (K) aparecen inicialmente en las hojas más viejas y se acentúan con el desarrollo de brotes como consecuencia de la translocación del nutriente viejo a tejido joven, a medida que la deficiencia se acentúa, las hojas de los brotes y chupones son cada vez más pequeños (Hernandez 2002) citado por (Untuña, 2014). En las hojas maduras los síntomas se inician como parches intervenales de color verde amarillento pálido ubicados cerca de los márgenes de las hojas, particularmente en la mitad (Zavala, 2008) citado por (Untuña, 2014).

2.6.1.3 Azufre

El Azufre (S), es un elemento sin el cual no se podría lograr la formación de las proteínas. Para la estructuración de las paredes de las células, el Calcio es el principal constituyente. En el proceso de fabricación de enzimas actúan activamente el Zinc, Manganeseo y Molibdeno que son muy necesarios para la aceleración de procesos químicos y bioquímicos fundamentales en el funcionamiento de las plantas. Para la constitución de la molécula de clorofila el Magnesio es muy imperante para que suceda la captura de la energía lumínica que es fundamental mejo dicho el motor de la fotosíntesis. En la polinización y fecundación de las flores el Boro permite el desarrollo del cilindro o tubo polínico para la fecundación del óvulo y formación de las almendras de cacao. (Sarango, 2009).

2.6.2 Micro Nutrientes

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 (MISTI, 2008).

El síntoma típico de la deficiencia de Mg aparece como una clorosis que comienza en las áreas cercanas a la nervadura central de las hojas más viejas luego de un tiempo el síntoma se difunde entre las nervaduras hacia los bordes de la hoja. A medida que la carencia avanza los filos de las hojas entre las nervaduras se tornan pálidos y se inicia la necrosis por la fusión de las áreas afectadas (INPOFOS 2007) citado por (Cabrera, 2014).

2.7 Formulaciones Químicas

2.7.1 DAP

El DAP o fosfato diatómico puede ser es un fertilizante complejo granulado la cual su aplicación es al suelo contiene una alta concentración integral de Nitrógeno y Fósforo (18-46-00). Este producto está siendo muy utilizado por lo agricultores, especialmente en las regiones agrícolas donde predominan los suelos de origen calcáreos o suelos alcalinos.

Los fosfatos amónicos tienen una reacción residual ácida, aunque inicialmente tienen una reacción alcalina, por lo que son muy adecuados para suelos neutros o básicos. La fertilización con fósforo es clave, no sólo para restituir los niveles de nutriente en el suelo, sino también para obtener plantas más vigorosas y promover la rápida formación y crecimiento de las raíces, haciéndolas más resistentes a la falta de agua. El Fósforo también mejora la calidad de frutas y granos, siendo vital para la formación de las semillas. La deficiencia de fósforo retarda la madurez del cultivo. Los fosfatos de amonio poseen excelentes propiedades físicas, resultando actualmente los fertilizantes fosfatados más populares. Entre otras ventajas son los fertilizantes más concentrados del mercado, entre 62 y 64% de nutrientes. El fósforo de los fosfatos de amonio es totalmente soluble en agua. (DAP FOSFATO DIAMONICO. 2016). Cabe recalcar que es un producto de fácil manipuleo y transporte pero no se debe dejar envases abiertos debido a que se humedece al entrar en contacto con el aire.

Composición

ANÁLISIS TIPICO	UNIDAD	RESULTADO
Nitrógeno Total (amoniacal)	%	18
Fósforo Total (P2O5)	%	46.1
Fósforo Disponible (P2O5)	%	46
Fósforo Soluble en agua (P2O5)	%	37
Humedad	%	1
Peso Molecular		132

Fuente: DAP FOSFATO DIAMONICO. (2016)

2.7.2 Sulfato de Amonio

Es un Fertilizante con un mayor contenido de azufre como sulfato, de alta disponibilidad para los cultivos. Este de los fertilizantes nitrogenados tiene una menor tendencia de absorber humedad del aire. Es muy versátil para la mezcla con otros fertilizantes ya que tiene una gran compatibilidad con otros macro y micronutrientes.

El nitrógeno y azufre generan sinergia trabajando juntos, debido a que ambos nutrientes son constituyentes de las proteínas y están asociados con la formación de clorofila.

Detalle	Formula	Cantidad
Nitrógeno total	(N)	21%
Azufre disponible	(S)	24%

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

La presente investigación se realizó en los predios de la Hacienda “María Cristina”, situada en el Recinto “La Admiración” de la parroquia Febres-Cordero, cantón Babahoyo. Se ubica a 65 Km de la ciudad en la vía Babahoyo-Mata de cacao-San José del Tambo. El sector presenta un clima tropical húmedo, basado en la clasificación de zonas de vida de Holdribge, con una temperatura anual de 25,6° C, precipitación de 2293,3 mm/año, 81 % de humedad relativa y 807,4 horas de heliofanía anual. Las coordenadas UTM son: 692892 sur y 9781970 Oeste y la altitud 68 msnm³.

3.2. Material de siembra

Se utilizó una plantación de 7 años sembradas con el clon de cacao el clon CCN-51.

3.3. Factor a estudiar

Variable dependiente: Dosis de fertilización

Variable independiente: Rendimiento de grano

3.4. Métodos

Para realizar la presente investigación se utilizó los métodos Inductivo-Deductivo, Deductivo-Inductivo y Experimental.

³ Datos tomados de la estación experimental meteorológica UTB- INAHMI. 2015

3.5. Tratamientos

En el presente trabajo se trabajó con 8 tratamientos y tres repeticiones.

N°	Tratamientos	Dosis kg/ha	Epoca de aplicación
T1	DAP	30	Mensual
T2	DAP	60	Mensual
T3	Sulfato de amonio	40	Mensual
T4	Sulfato de amonio	60	Mensual
T5	DAP+ Sulfato de amonio	30+40	Mensual
T6	DAP+ Sulfato de amonio	30+60	Mensual
T7	DAP+ Sulfato de amonio	60+40	Mensual
T8	DAP+ Sulfato de amonio	60+60	Mensual

3.6. Diseño experimental y análisis funcional

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con dos fertilizantes. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y para la evaluación, y comparación de medias de los tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia estadística.

3.6.1. Análisis de varianza

FV	GL
Tratamiento	7
Bloque	2
Error Experimental	14
Total	23

3.7. Manejo del Ensayo.

Durante el desarrollo del ensayo se utilizó las prácticas agrícolas que requirió el cultivo.

3.7.1 Análisis del suelo

Antes de proceder a realizar las respectivas aplicaciones del tratamiento al cultivo se procederá a tomar muestras del suelo en cada una de las parcelas para recolectar una muestra representativa de todo el lugar de trabajo, para poder verificar en qué estado se encuentra el suelo antes de realizar los tratamientos.

3.7.2 Control de Malezas

El control de malezas se hizo cada 30 días con la aplicación de paraquat 1,5 L/ha, dirigido entre plantas y entre calle. También empleó dos desyerbas manuales, a los 45 y 110 días después de la instalación del ensayo.

3.7.3 Control Fitosanitario

No se aplicó insecticidas por cuanto no hubo incidencia de plagas. Se aplicó sulfato de cobre (Phyton) en dosis de 0,5 L ha⁻¹ y Clorotalonil (Bravo 720) en dosis de 0,5 L/ha, con aspersion dirigida a las mazorcas, para el control de monilia (*Moniliophthora roreri*) a los 30 y 80 días después del inicio del ensayo.

3.7.4 Riego

Se aplicó a razón de 40 mm de lámina de agua por riego, cada 25 días durante la época seca.

3.7.5 Podas

El primer ciclo de poda fitosanitaria se hizo al inicio del trabajo experimental, en esta se procedió a eliminar ramas muerta, chupones, mazorcas “pasmadas” y escobas. En el segundo ciclo de podas a los 90 días después, se buscó disminuir la incidencia de chupones, cherelles y escobas.

En ambos casos se empleó tijeras para poda, serruchos curvos y una formulación de pasta cúprica (óxido cuproso en agua). Las herramientas utilizadas se desinfectaron en una solución de alcohol + formol (formol 10 % + alcohol 95 %) y las heridas curadas con la pasta.

3.7.6 Fertilización y Aplicación de Productos

Las dosis de fertilización química se calibraron en base a los resultados del análisis de suelo. Los resultados dieron un programa conformado por: 120 kg ha⁻¹ de nitrógeno (283 kg ha⁻¹ de urea) y 100 kg ha⁻¹ de potasio (167 kg ha⁻¹ Muriato de Potasio). Las aplicaciones se realizaron mensualmente, mientras que las aplicaciones fósforo y azufre se realizaron en función de los tratamientos planteados. Las aplicaciones foliares se hicieron con Metalosato Multimineral en dosis de 500 cc/ha mensual, utilizando un atomizador de mochila de motor.

3.7.7 Cosecha

La cosecha se realizó en barridos semanales por cada tratamiento de forma manual con tijeras cortas, con mazorcas de tonalidad color marrón claro. Para abrir los frutos se utilizó un rabón haciendo una abertura central. Las semillas se fermentaron durante 7 días en sistema de cajón rotatorio y secaron naturalmente sobre tendal de cemento.

3.8. Datos evaluados

3.8.1 Diámetro de Mazorca

Se tomó en 10 frutos al azar por tratamiento, midiendo en la zona ecuatorial de cada mazorca. Se acumuló las mazorcas de cada cosecha realizada. Se empleó un flexómetro y se reportó en cm.

3.8.2 Longitud de Mazorca

Se tomó en cinco frutos tomados al azar en cada tratamiento, cogiendo el valor desde el pedúnculo floral a la punta curvada de la mazorca. El valor se detalló en centímetros.

3.8.3 Número de Mazorcas por Árbol

El cálculo estuvo en función del número de mazorcas provenientes de cinco arboles por tratamiento, en los cuales se contabilizó el total de frutos comerciales obtenidas durante el periodo del ensayo.

3.8.4 Índice de Mazorca

La evaluación se dio con la relación existente entre el peso de 1 Kg de cacao seco y el número de mazorca para obtenerlo. Se colectó en cada cosecha realizada.

3.8.5 Peso de Semilla Secas por Mazorca

Se recogieron 100 semillas húmedas provenientes de cinco mazorcas al azar por tratamiento. Se pesaron y luego fueron llevadas a un secador de caña guadua, para secar al sol. Luego de este proceso se procedió a anotar el peso seco, computando en gramos el valor.

3.8.6 Índice de Semilla por Mazorca

La variable estuvo medida por el número de semillas provenientes de una mazorca, se tomó en cinco mazorcas cosechadas de cada lote experimental por cada cosecha.

3.8.7 Rendimiento por Planta

Se evaluó escogiendo cinco arboles por tratamiento, en los cuales se registró el peso de grano seco obtenido de todas sus mazorcas, durante el periodo del ensayo, expresando el valor en kilogramos.

3.8.8 Rendimiento por Hectárea

Se tomó en función del rendimiento por árbol y la población existente en el ensayo (1110 plantas ha⁻¹), registrando el peso en kilogramos/hectárea.

2.8.9 Análisis Económico

Obtenido los rendimientos y los costos del ensayo, se realizó un análisis económico basado en el costo de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan a continuación:

4.1. Diámetro de mazorca

En el Cuadro 1 se observa los promedios de diámetro de mazorca a los 120 días del ensayo. No se alcanzó significancia entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue 6.29 %.

Se presentó el mayor diámetro en el tratamiento DAP+Sulfato de amonio 30+40 kg/ha con 12.5 cm. El menor promedio se presentó en DAP solo con 30 kg/ha (10,13 cm).

4.2. Número de mazorcas por árbol

El Cuadro 2, detalla el número de mazorcas presentes por árbol. Se alcanzó alta significancia entre tratamientos al 5 %. El coeficiente de variación fue 11.49 %.

El mayor número de mazorcas se encontró en el tratamiento DAP+Sulfato de amonio 30+40 kg/ha con 97.66 mazorcas, siendo estadísticamente igual a Sulfato de amoni 40 kg/ha (93,66 mazorcas) y superior al resto de tratamientos. El menor promedio estuvo en los tratamientos DAP 30 kg/ha (64,66 mazorcas) y DAP+Sulfato de amonio 60+60 kg/ha (68.33 mazorcas).

Cuadro 1. Diámetro de mazorca y número de mazorcas con la aplicación de fósforo y azufre en el cultivo de cacao clon CCN-51, en la zona de Febres-Cordero. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Dosis Kg/ha	Diámetro (cm)	Mazorcas / árbol
DAP	30	10.13	64.66 c
DAP	60	10.66	74.00 bc
Sulfato de amonio	40	10.50	93.66 a
Sulfato de amonio	60	10.33	72.66 bc
DAP+ Sulfato de amonio	30+40	11.50	97.66 a
DAP+ Sulfato de amonio	30+60	11.33	73.00 bc
DAP+ Sulfato de amonio	60+40	10.83	76.33 bc
DAP+ Sulfato de amonio	60+60	11.33	68.33 c
Promedios		10.65	76.02
Significancia estadísticas		ns	**
Coeficiente de variación %		6.29	11.49

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia en cada grupo de medias.

Ns: No significativo.

(**): Altamente significativo

4.3. Longitud de mazorca final.

Los promedios de longitud de mazorcas final en las aplicaciones realizadas, encontraron alta significancia entre tratamientos al 5 % de significancia. El coeficiente de variación fue 7.28 % (Cuadro 2).

Se observó que la mayor longitud se encontró en el tratamiento DAP+ Sulfato de amonio 30+60 kg/ha con 23.00 cm, fue estadísticamente superior a los demás; observándose la menor longitud con la aplicación de Sulfato de amonio 40 kg/ha con 16,66 cm.

Cuadro 2. Longitud de mazorcas con la aplicación de fósforo y azufre en el cultivo de cacao clon CCN-51, en la zona de Febres-Cordero. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Longitud (cm)
DAP	30	20.00 ab
DAP	60	18.50 bc
Sulfato de amonio	40	15.66 d
Sulfato de amonio	60	17.50 bcd
DAP+ Sulfato de amonio	30+40	18.66 abc
DAP+ Sulfato de amonio	30+60	22.00 a
DAP+ Sulfato de amonio	60+40	17.66 bcd
DAP+ Sulfato de amonio	60+60	18.33 bcd
Promedios		18.01
Significancia estadísticas		**
Coeficiente de variación %		7.28

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia en cada grupo de medias.

(**): Altamente significativa

4.4. Índice de mazorca

En el Cuadro 3 se observan los promedios de longitud de mazorcas, los cuales lograron alta significancia entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue 8.19 %. Se encontró que mayor índice emplenado Sulfato de amonio 60 kg/ha y DAP+ Sulfato de amonio 60+40 kg/ha (25,16 y 24,66 mazorcas, respectivamente), seiendo estos estadisticamentes iguales entre si y superiores a los otros tratamientos. El menor promedio estuvo en el Sulfato de Amonio 40 kg/ha (21.16)

4.5. Índice de semillas

El Cuadro 3 detalla los promedios de índice de semilla. No se alcanzó significancia entre los tratamientos al 5 % de significancia. El coeficiente de variación fue 5.88 %. Se encontró que mayor índice aplicando DAP+Sulfato de Amonio 60+60 kg/ha con 1,51, estando el menor valor en el tratamiento DAP 60 kg/ha (1.38).

Cuadro 3. Índice de mazorcas e Índice de semilla con la aplicación de fósforo y azufre en el cultivo de cacao clon CCN-51, en la zona de Febres-Cordero. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Índice de mazorcas	Índice de semilla
DAP	30	24.00 ab	1.45
DAP	60	24.33 ab	1.38
Sulfato de amonio	40	21.16 b	1.50
Sulfato de amonio	60	25.16 a	1.50
DAP+ Sulfato de amonio	30+40	21.83 ab	1.45
DAP+ Sulfato de amonio	30+60	24.16 ab	1.48
DAP+ Sulfato de amonio	60+40	24.66 a	1.45
DAP+ Sulfato de amonio	60+60	23.50 ab	1.51
Promedios		23.58	1,42
Significancia estadísticas		**	Ns
Coeficiente de variación %		8,19	5,88

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia en cada grupo de medias.

(**): Altamente significativa

4.6. Peso de 100 semillas secas

El Cuadro 4 muestra el peso de semillas secas obtenidas en el ensayo. Se alcanzó alta significancia entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue 3.49 %. Se encontró que el mayor peso estuvo en los tratamiento DAP+ Sulfato de amonio 30+40 kg/ha y DAP+ Sulfato de amonio 30+60 kg/ha (177,16 y 177,83g, respectivamente), siendo iguales y estadísticamente superiores a los demás tratamientos. El menor promedio estuvo en los tratamientos Sulfato de Amonio 40 kg/ha y DAP+ Sulfato de amonio 30+60 kg/ha (140,2 g; en su orden).

4.7. Rendimiento kilogramos por planta

En el Cuadro 4 se observan los rendimientos de grano por planta, donde se alcanzó alta significancia, con un coeficiente de variación fue 5.67 %. Se encontró que el mayor índice lo tuvo el tratamiento tratamiento DAP+ Sulfato de amonio 30+40 kg/ha (1,51) que estadísticamente superior. El menor registro se dio aplicando Sulfato de Amonio 40 kg/ha (1.39).

Cuadro 4. Peso de semillas y rendimiento por planta con la aplicacion de fósforo y azufre en el cultivo de cacao clon CCN-51, en la zona de Febres-Ccordero. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Peso de semillas	Kg/Árbol
DAP	30	153.50 b	1.43 c
DAP	60	150.16 b	1.42 c
Sulfato de amonio	40	140.20 c	1.39 d
Sulfato de amonio	60	150.50 b	1.43 c
DAP+ Sulfato de amonio	30+40	177.16 a	1.51 b
DAP+ Sulfato de amonio	30+60	177.83 a	1.40 cd
DAP+ Sulfato de amonio	60+40	140.20 c	1.45 b
DAP+ Sulfato de amonio	60+60	150.83 b	1.41 c
Promedios		150,36	1,44
Significancia estadísticas		**	**
Coeficiente de variación %		3,49	5,88

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia en cada grupo de medias.

(**): Altamente significativo

4.8. Rendimiento por hectárea.

En el Cuadro 8 se presenta el rendimiento de grano por hectárea. Se encontró alta significancia estadística al 5 % entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue 1.73 %.

El mayor rendimiento se obtuvo en cuando se aplicó DAP+ Sulfato de amonio 30+40 kg/ha con 1539 kg/ha, siendo estadísticamente superior y diferente a los demás tratamientos, tendiendo el menor rendimiento la utilización de DAP solo en dosis de 30 kg/ha (1266.33 kg/ha).

Cuadro 5. Rendimiento por hectárea con la aplicación de fósforo y azufre en el cultivo de cacao clon CCN-51, en la zona de Febres-Cordero. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Kg/ha
DAP	30	1266.33 c
DAP	60	1359.83 b
Sulfato de amonio	40	1391.66 b
Sulfato de amonio	60	1371.00 b
DAP+ Sulfato de amonio	30+40	1539.00 a
DAP+ Sulfato de amonio	30+60	1345.50 b
DAP+ Sulfato de amonio	60+40	1336.00 b
DAP+ Sulfato de amonio	60+60	1347.00 b
Promedios		1369,36
Significancia estadísticas		**
Coeficiente de variación %		1,73

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia en cada grupo de medias.

(**): Altamente significativo

4.9. Análisis económico

En el Cuadro 6 se observa los promedios de los resultados de la evaluación económica, realizada a los tratamientos analizando ingresos, egresos y utilidad.

Se encontró que el tratamiento DAP+Sulfato de Amonio 30+40 kg/ha tuvo la mayor utilidad, reportó \$2500,7, mientras el menor ingreso lo tuvo el tratamiento DAP+Sulfato de Amonio 30+60 kg/ha (\$1953,7).

Cuadro 6. Análisis económico con la aplicación de fósforo y azufre en el cultivo de cacao clon CCN-51, en la zona de Febres-Cordero. Babahoyo, 2016

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Costos Variables	Costos Fijos	Costos de cosecha	Costos Total	Ingresos	Utilidad
DAP	1266,33	60	690,03	140,01	890,04	2925,2	2035,2
DAP	1359,83	96	690,03	141,73	927,76	3141,2	2213,4
Sulfato de amonio	1391,66	75	690,03	148,70	913,73	3214,7	2301,0
Sulfato de amonio	1371,00	84	690,03	139,31	913,34	3167,0	2253,7
DAP+ Sulfato de amonio	1539,00	216	690,03	148,37	1054,4	3555,1	2500,7
DAP+ Sulfato de amonio	1345,50	324	690,03	140,34	1154,37	3108,1	1953,7
DAP+ Sulfato de amonio	1336,00	42	690,03	140,37	872,40	3086,2	2213,8
DAP+ Sulfato de amonio	1347,00	67	690,03	143,12	900,35	3111,6	2211,2

V. DISCUSIÓN

Los resultados demuestran que la aplicación de un programa de fertilización con la utilización de fósforo y azufre, en diversas dosis, estimulan al cultivo a lograr rendimientos más altos.

Con las aplicaciones de fertilizantes sobre plantas de cacao, se encontró que no influyeron significativamente en diámetro de mazorcas e índice de semilla, esto debido a que los mismos son factores que dependen exclusivamente del material de siembra, el cual viene determinado en su progenie, esto es corroborado por ANECACAO (2010), quienes manifiestan que cacaotales sanos, vigorosos, de alta producción y rendimiento se consiguen si se aplican todas las prácticas culturales y cuidados necesarios desde el comienzo. De ahí la importancia de haber seleccionado adecuadamente el material de siembra, de manera que aseguremos altas posibilidades de éxito en la empresa a desarrollar.

Adicionalmente los análisis de estadística demuestran que las diferentes aplicaciones de fertilizantes logran un incremento en las condiciones agronómicas del cultivo, debido a que los mismos ponen a disposición de la planta los nutrientes necesarios para cumplir las etapas de máximo desarrollo y lo que no afecta la producción del cultivo. Esto se explica con lo manifestado por Melgar (2011), quien menciona que los fertilizantes proveen los nutrientes para una producción óptima. Así mismo AGRIPAC (2010) dice que en nuestro país en la actualidad se llevan a cabo programas de nutrición con criterios muy variados en la producción y sin una base analítica de laboratorios por lo que la corrección en detalles de macro y micronutrientes se debe realizar en la mayoría de los casos de forma visual. Cada especie tiene sus exigencias peculiares, tanto por la calidad como por la cantidad de fertilizantes a aplicar.

Las aplicaciones de este tipo de fertilizante también logran una mejora visual del cultivo, debido a que ellos tienen en su composición química un adecuado balance nutricional, sin embargo este efecto se visualiza mejor comparando las variables y adicionando fertilizantes que sean de adsorción inmediata, como lo menciona Sumitomo (2012).

El mayor rendimiento en peso de grano se encontró con la aplicación del fertilizante de liberación DAP+Sulfato de Amonio 30+40 kg/ha. Esta aplicación incentiva al cultivo a lograr un crecimiento relativamente parejo y sostenido, lo cual es previsible ya que la aportación balanceada de nutrientes y su mejor distribución en el sistema radicular estimulan el desarrollo vegetativo adecuado de las plantas maximizando su potencial productivo, que según Sumitomo (2012) todos estos beneficios técnicos que brinda el fertilizante se traducen en una mayor eficiencia de fertilización (mejor resultado técnico económico) en comparación con los fertilizantes tradicionales, lo que se traduce en un buen desarrollo radicular y un óptimo vegetativo.

En lo referente a las variables todas presentaron significancia estadística. Lo que permite ver que la influencia de los fertilizantes en los suelos del ensayo, no afectan estas variables sino directamente el rendimiento del cultivo.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se delinearán las siguientes conclusiones:

1. Las fuentes DAP y Sulfato de amonio, ya que influyeron significativamente en las variables evaluadas, a excepción del diámetro de mazorca e índice de semilla.
2. Las plantas tratadas con DAP+ Sulfato de amonio 30+40 kg/ha, se comportaron superior estadísticamente en los caracteres evaluados; difiriendo con los restantes tratamientos.
3. Se observó mejor respuesta a dosis de 30 y 40 kg de DAP+ Sulfato de amonio en combinación con la fertilización nitrogenada y potásica, con incrementos del 25-30 % en rendimiento. El tratamiento químico con N-P-K-S, logró un mayor número de mazorcas con relación a los demás tratamientos.
4. El fertilizante de Sulfato de amonio en aplicaciones solas, no presentó efectos positivos en el rendimiento del cultivo, pues generó menores incrementos.
5. El mayor rendimiento se logró con DAP+ Sulfato de amonio 30+40 kg/ha, con 1539,0 kg/ha, que obtuvo rangos altos en los tres periodos de evaluación.
6. La mayor utilidad se logró con el tratamiento DAP+Sulfato de Amonio 30+40 kg/ha que reportó \$2500,7.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

- Emplear el programa de fertilización química en conjunto a una dosis de DAP 30 kg/ha + Sulfato de Amino 40 kg/ha, para mejorar el rendimiento de mazorcas y granos en plantaciones de cacao.
- Utilizar el clon CC-51 como material de siembra en plantaciones comerciales de cacao.
- Realizar investigaciones con otras fuentes y dosis, bajo otras condiciones de manejo, en diferentes cultivos.

VII. RESUMEN

El trabajo se realizó en los terrenos de la hacienda “Maria Cristina” situada en el Recinto “La Admiración” de la parroquia Febres-Cordero, cantón Babahoyo. Se ubica a 65 Km de la ciudad en la vía Babahoyo-Mata de cacao-San José del Tambo. Se investigaron ocho tratamientos y tres repeticiones.

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos del fósforo y el azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao. Con esto se estableció la cantidad de fertilizantes solos y combinados necesarios para maximizar el rendimiento, se evaluó el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de la mazorca y realice el respectivo análisis económico.

Se realizó utilize DAP y sulfato de amonio; solo y combinados, en parcelas de 225 m². Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar y para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Al final del ciclo del cultivo se evaluó diámetro de Mazorca, longitud de Mazorca, número de Mazorcas por Árbol, Índice de Mazorca, Peso de Semilla Secas por Mazorca, Índice de Semilla por Mazorca, Rendimiento por Planta, Rendimiento por Hectárea y Análisis Económico.

Los resultados determinaron que las aplicaciones de fósforo y azufre influyen, un mayor rendimiento de grano en el cultivo con mayor rendimiento usando DAP+ Sulfato de amonio 30+40 kg/ha (1539,0 kg/ha).

VIII. SUMMARY

The work was carried out in the lands of the country property "María Cristina" located in the Enclosure "The Admiration" of the parish Febres-lamb, canton Babahoyo. It is located to 65 Km of the city in the road Babahoyo-Mata de cacao-San José of the Tambo. Eight treatments and three repetitions were investigated.

The objective of this investigation was to evaluate the effects of the match and the sulfur kneads the yield of ears, in a plantation of cocoa. With this he/she settled down the quantity of alone fertilizers and necessary cocktails to maximize the yield, the effect of the treatments was evaluated on the yield of the ear and realize the respective economic analysis.

He/she was carried out utilize DAP and ammonium sulfate; alone and cocktails, in parcels of 225 m². The treatments were distributed at random in a design of complete blocks and for the evaluation of stockings the test was used from Tukey to 5 significancia%.

At the end of the cycle of the cultivation diameter of Ear, longitude of Ear, number of Ears was evaluated by Tree, Index of Ear, Weight of Seed Dries off for Ear, Index of Seed for Ear, Yield for Plant, Yield for Hectare and Economic Analysis.

The results determined that the phosphorus applications and sulfur influence, a bigger grain yield in the cultivation with more yield using DAP+ Sulfate of ammonium 30+40 kg/ha (1539,0 kg/ha).

IX. LITERATURA CITADA

BRAUDEAU, J. 1970. Tecnologías Agrícolas y Producciones Tropicales editorial Blume. pp. 51, 55, 60.

Campero, J. (2010). Recuperación de suelos degradados. Retrieved 2013 from Proyecto cacao: <http://www.monografias.com/trabajos96/proyecto-cacaorecuperacion-suelos-degradados-coca/proyecto-cacao-recuperacion-suelosdegradados-coca.shtml>

DAP FOSFATO DIAMONICO. (2016). 1st ed. [ebook] Ensenada Argentina: Recuperado el 2 de febrero de 2016, de REPSOL YPF. <http://www.petroban.com.ar/docs/CTFertilizantes/DAP.pdf>

DE CEBRA J., 2004. Manejo y Producción del Cacao CCN-51. Tesis Agrícola parroquia “La Unión” – Ecuador.

El Bua – Canton Santo Domingo. Santo Domingo: Tesis de grado. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5435/1/SARANGO%20BRAVO%20CHRISTIAN.pdf>

FAO. (2002). Los fertilizantes y su uso. Recuperado el 31 de enero del 2016, de <http://www.agoracactus.com.ar/index.php?topic=1823.5;wap2>

Felipe, D. (s.f.) Cultivo y Explotación del Cacao Grupo Latino. 1a ed. México. pp. 47-57

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias- INIAP. 2009. Manual de cultivo de cacao para la amazonia ecuatoriana. Estación Experimental Central de la Amazonía. Denaref. Manual Técnico N°76. 25p.

INIAP AMAZONIA, (s.f.) Unidad de recursos. Manual N° 76. S.p

Lopez, P. (2011). Paquete Tecnológico Cacao. (Theobroma cacao L.) Producción de planta. Recuperado el 23 de agosto de 2013, de http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.inifap.gob.mx%2FDocuments%2FInicio%2Fpaquetes%2Fcacao_produccion.pdf&ei=PqYeUpCDKKShtATW0IGgDw&usg=AFQjCNGC1nNOch4BJ9eE2jUDs4Vj576LjA&bvm=bv.51495398,d.cW

Múnera Vélez, G. A. (2014). El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal.

Pinto, S. 2010. El potencial del cacao fino. Revista Agronegocios El Huerto (Quito-Ecuador) no. 15:16-19.

Procopio, L. (2011). Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur-Sureste de México. Recuperado el 02 de septiembre de 2013, de Paquete Tecnológico Cacao (Theobroma cacao L.) Producción de planta Huimanguillo Tabasco: http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.inifap.gob.mx%2FDocuments%2FInicio%2Fpaquetes%2Fcacao_produccion.pdf&ei=M1AhUvjLCOO5sQSWH4CADw&usg=AFQjCNGC1nNOch4BJ9eE2jUDs4Vj576LjA&bvm=bv.51495398,d.cW

Sanchez, F., & Garcés, F. (2012). *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. Quevedo, Los Rios, Ecuador: Artículo científico de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Sarango, C. (2009). Efecto de tres niveles de fertilización química en el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L, la variedad ramilla CCN-51, Parroquia San Jacinto

Sullca, J. (2013). Paquete Tecnológico de manejo integrado del cacao. Recuperado el 2 de febrero de 2016, de <http://www.inia.gob.pe/cacao/paquete%20tecnol%20c3%93gico%20%20cacao.pdf>

Untuña, J. (2014). Niveles de fertilización empleando SUMICOAT II en la producción de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) asociados con *Fernansánchez*. Quevedo: Tesis de grado.

Zambrano, M. (2013). Evaluación de tres métodos de propagación clonal, bajo dos tipos de cubierta, utilizando dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) genéticamente diferentes, en su fase de prendimiento definitivo a nivel comercial en Santo Domingo de los Tsáchilas". Santo domingo de los Tsachilas: Tesis de grado.

Zavala, J. (2007). Nutrición Mineral del Cacao. Recuperado el 31 de enero del 2016, de <http://diplomado2007unas.blogspot.com/search?q=Nutricion+Mineral+del+Cacao>

ANEXOS

a. Distribución de parcelas

T1	T7	T4	T5	T6	T2	T3	T8
----	----	----	----	----	----	----	----

- 1 m -

T4	T5	T6	T3	T1	T2	T8	T7
----	----	----	----	----	----	----	----

- 1 m -

T3	T4	T1	T6	T7	T8	T2	T7
----	----	----	----	----	----	----	----

b. Características del lote experimental

Tratamientos: 8

Repetición: 3

Total parcelas: 24

Ancho de la unidad experimental: 15 m

Largo de unidad experimental: 15 m

Área unidad experimental: 225 m²

Área de bloque: 1800 m²

Área Total de Bloques: 5600 m²

Área Total del Ensayo: 6000 m²

IMAGENES DEL ENSAYO



Figura 1. Mazorca con daño de mancha negra.



Figura 2. Cosecha de frutos.



Figura 3. Aplicación de tratamientos.



Figura 4. Ubicación de rotulación.



Figura 5. Fermentación de la cosecha.



Figuras 6. Vista panorámica del sector.



Figura 7. Poda fitosanitaria.



Figura 8. Recorrido por sector de tesis con personal de finca.