



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de grado de carácter complejo,
presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Estudio de la fertilización edáfica en el cultivo de cacao
(Theobroma cacao L.) en la hacienda San José, cantón Babahoyo”

AUTORA:

Priscila Inés Rodríguez Córdova

ASESOR:

Ing. Agr. Álvaro Pazmiño Pérez, MSC.

Babahoyo- Los Ríos- Ecuador

2019

DEDICATORIA

El pilar fundamental y el esfuerzo que marca mi vida, son mis queridos padres que con su apoyo incondicional de cada día me ayudaron a culminar mi carrera. Y a mis hermanos por su apoyo.

Dedico este trabajo a la Ing. Álvaro Pazmiño Pérez que ha mostrado sus conocimientos, lo cual hemos podido ser posible con la culminación de este presente trabajo. Y que la vida no es fácil sino tenemos a Dios en nuestro caminar porque sabemos que es el dador fundamental del conocimiento y sabiduría para demostrar que su amor es eterno,

También dedico este trabajo a los Docentes los cuales son portadores del conocimiento, que buscan cada día fortalecer nuestra educación para en un futuro no lejano y así poder transmitir nuestro aprendizaje y a su dedicación y el amor que representaban en cada día jornada de trabajo.

AGRADECIMIENTO

Expreso mis agradecimiento en primer lugar a Dios por darme la vida y las fuerzas para seguir adelante y por darme a los padres que más quiero que gracias a ellos este en este lugar.

A la Facultad De Ciencias Agropecuaria por otorgarme la oportunidad de abrir sus puertas con el anhelo de alcanzar mis sueños ya realizados

Agradezco a los Docentes por demostrar mucho optimismo durante todo el periodo académico enseñando con esmero de preparar a los estudiantes, para así desempeñar y poner en práctica los conocimientos siendo ya profesional para bien comunitario.

A los trabajadores de la prestigiosa Facultad que siempre con su ayuda incondicional en estar presente con cualquier necesidad requerida de acuerdo a los estudiantes es grato dar gracias a las personas que hicieron posible alcanzar las metas establecidas.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO.....	III
I. INTRODUCCION	VI
1.1 Descripción del problema	VII
1.2 Pregunta de investigación.....	VIII
1.3. Objetivos.....	VIII
1.3.1. Objetivo General	IX
1.3.2. Objetivos específicos	IX
II. MARCO TEORICO	IX
2.1. Historia del cacao.....	X
2.2. Importancia económica del Cacao.....	X
2.3. Descripción Taxonomía del cacao	XI
2.4. Descripción botánica de la planta de cacao	XI
2.4.1. Características de las hojas y tallo	XII
2.4.2. Descripción de la Raíz.....	XII
2.4.3. Flores de la planta de cacao	XIII
2.4.4. Semilla de la mazorca de cacao	XIII
2.4.5. Producción de plántulas para la siembra	XIV
2.5. Que es la fertilización.....	XIV
2.5.1. Fertilización en el cultivo de cacao.....	XV
2.5.2. Aplicación del fertilizante en el cultivo de cacao	XVI
2.5.3. Requerimiento nutricional del cacao.....	XVII
2.5.4. Función de los macro y micronutrientes.....	XVII
2.6. Función de los elementos en las plantas.....	XVIII
2.6.1. Función del Boro	XIX
2.6.2. Función del Fosforo.....	XIX
2.6.3. Función del Nitrógeno.....	XIX
2.6.4. Función del Potasio	XX
2.7. Deficiencia de Nutrientes	XXI
2.7.1. Deficiencia de Boro.....	XXI
2.7.2. Deficiencia de nitrógeno.....	XXI
2.7.3. Deficiencia de potasio	XXII
III. MATERIALES Y METODOS.....	XXII
3.1. Ubicación.....	XXII

3.2. Evaluación de la información.....	XXIII
3.3. Desarrollo del caso.....	XXIII
3.4. Situaciones detectadas.....	XXIV
3.5. Soluciones planteadas.....	XXV
IV. CONCLUSIONES.....	XXVI
V. RECOMENDACIÓN.....	XXVII
VI. RESUMEN.....	XXVIII
VII. SUMMARY.....	XXIX
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	XXX
IX. ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.
.....	XXXV

I. INTRODUCCION

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es una fruta tropical y un cultivo tradicional en el Ecuador desde la época de la colonia y se encuentran mayormente en el Litoral y en la Amazonía. Es un árbol que presenta flores pequeñas las cuales se observan en las ramas y producen una mazorca que contiene granos cubiertos de una pulpa rica en azúcar. La comercialización de cacao se lleva a cabo a través de asociaciones de productores, intermediarios, comisionistas y exportadores. La estructura de los canales de comercialización de cacao difiere de una región a otra.

El cacao aporta con más de USD 700 millones a su economía y sigue manteniendo su prestigio a través del valor agregado en el mercado nacional e internacional, a su vez presenta una gran demanda, para el consumo humano, las industrias chocolateras y gastronomía. El Cacao contiene el 23% de proteína y 6% de minerales.¹

En la actualidad en el Ecuador se cultivan dos tipos de cacao; el Cacao CCN-51 y el denominado Cacao Nacional. El país ocupa el cuarto lugar como productor a nivel mundial de cacao en grano. La producción de cacao se concentra principalmente en las provincias de Los Ríos (96,2 ha), Guayas (89,6 ha), Manabí (94,9 ha). El Ecuador en el 2016 cosecho 177.551 Tm. Ecuador exporta el 29% del cacao a Estados Unidos, seguido de Holanda (Corporación Financiera Nacional 2018).

Los factores negativos que influyen en el manejo del cultivo, producción y rendimiento, es el uso de variedades no mejoradas, control fitosanitario y el incorrecto desarrollo de las labores culturales, específicamente la fertilización edáfica, que influye a largo plazo en la fisiología del cultivo. Es importante realizar un análisis de suelo para determinar el porcentaje de nutrientes y en bases aquellos resultados, aplicar las dosificaciones del fertilizante, ciclo de aplicaciones y requerimiento nutricional del cultivo de cacao.

¹Magda Rafecas: Estudio nutricional del cacao y productos derivados. Año 2017; https://revista.nutricion.org/hemeroteca/revista_marzo_02/VCongreso_publicaciones/Conferencias/cacao.pdf

Es necesario indicar que, en el caso de los cultivos, la circunstancia de la alta extracción de nutrientes no es compensada naturalmente, así que es necesario devolverle los nutrientes al suelo mediante la fertilización edáfica. El objetivo de abonar un cultivo es el de obtener altos rendimientos y calidad en lo cosechado. Adicionalmente la fertilización debe representar una positiva relación costo beneficio, es decir que los montos invertidos en fertilización sean devueltos por las ganancias obtenidas en el incremento de la producción y/o calidad.

La carencia de fertilización adecuada causa bajos rendimientos en las plantaciones de cacao. La fertilización es una práctica que se halla en pleno desarrollo y seguirá evolucionando en el futuro. Esto se debe, fundamentalmente a que los suelos del país son generalmente deficientes en uno o más de los nutrientes esenciales (N, P, K) para el crecimiento de las plantas. Para la aplicación de fertilizantes, además del tipo y de las dosis a emplear, se debe tener presente otros factores como tipo de suelo, humedad, temperatura, tipo de cultivo; que pueden ser decisivos para que reduzca ganancias. La fertilización no será eficiente mientras no se utilice de forma adecuada en el cultivo de cacao(Díaz 2014).

El contexto detallado despierta el interés de recopilar información basada en la fertilización edáfica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*). En la hacienda San José – Chilintomo. La cual pretende buscar soluciones y brindar información necesaria que demuestre la importancia de la fertilización edáfica y los efectos que genera en cultivo.

1.1 Descripción del problema

El desconocimiento de la importancia y sistema de aplicación de la fertilización edáfica es el principal inconveniente durante el desarrollo de un cultivo, debido a que interfiere en el rendimiento y producción, por lo cual es indispensable compensar los nutrientes del suelo. Se requiere desarrollar un análisis de suelo y mediante el estudio del suelo, realizar un programa de fertilización con las dosis correctas, nutrientes con alto porcentaje de eficacia y a su vez que presente una positiva relación costo beneficio. De esa manera permitiremos la estabilidad y productividad de la plantación.

Entre los principales factores interfiere la humedad, temperatura, composición química del suelo, tipo de cultivo entre otros. Es necesario indicar que entre las problemáticas de la fertilización se encuentra el uso incorrecto del fertilizante, lo cual genera inconvenientes como deficiencia nutricional, salinidad, toxicidad. Desarrollar un programa de fertilización riguroso es fundamental para obtener un cultivo fisiológicamente apto y eficiente.

1.2 Pregunta de investigación

¿Realizando un análisis nutricional edáfico se podría ejecutar un programa de fertilización que beneficiaría al desarrollo del cultivo y producción?

¿El porcentaje de deficiencia nutricional afecta el rendimiento y formación de las mazorcas de cacao?

¿Al generar una fertilización adecuada, el cultivo de cacao es menos susceptible al ataque de plagas y enfermedades?

¿Qué problemas generan la composición física y química del suelo en la fertilidad?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Estudiar la fertilización edáfica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la hacienda San José, cantón Babahoyo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Conocer los programas de la fertilización edáfica que se desarrolla en la hacienda San José.
- Determinar los efectos de la producción obtenidos en la plantación a partir de los programas de fertilización edáfica.

II. MARCO TEORICO

2.1. Historia del cacao

Goraymi(s.f.) indica que desde fines del siglo XVIII, el cacao se convirtió en un producto estratégico en la vida del Ecuador. En 1779 asistimos al primer gran auge cacaotero que duraría hasta 1842, época que ha sido calificada como el primer “boom” del cacao. La producción de cacao en América data de hace muchos siglos, incluso antes de la llegada de los españoles. Hasta fines del siglo XIX, las condiciones de suelos fértiles y la temperatura, así como la pluviosidad adecuadas de la costa ecuatoriana, lo convirtieron en el escenario ideal para producir el cacao más fino del mundo con niveles de productividad excelentes: el cacao Nacional. Durante los veinte años, comprendidos entre 1895-1913, el país se mantuvo como el primer exportador de cacao al proveer entre 15-25% de la demanda internacional.

Castillo (2014) menciona que el Ecuador, fue el primer productor a nivel mundial de cacao a finales del siglo XV y siglo XX. y en donde ya se lo conocía como fino de aroma arriba, por sus características organolépticas, dato curioso el nombre de arriba se origina en la siguiente anécdota. Un grupo de empresarios europeos llegó hasta el puerto de Guayaquil a comprar la “pepa de oro”, como se la llamaba hasta ese entonces. El auge del cacao en Ecuador terminó en la primera década del 1900 con la aparición de dos enfermedades: la escoba de bruja y la monilla. Hoy luego de casi 70 años los productores de cacao arriba ganan terreno gracias a los programas de reactivación de este producto. Por un lado la “Gran Minga del Cacao”, que espera podar cerca de 19´800.000 árboles en 49.600 hectáreas y el trabajo genético que realiza el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

2.2. Importancia económica del Cacao

Anecacao (2014) expresa que es un importante generador de empleo, se estima que aproximadamente 600.000 personas participan directamente en toda la cadena cacaotera. Existen 490.000 hectáreas de cacao, distribuidas básicamente en las provincias de la Costa y en las estribaciones occidentales de

la Región Andina. El cacao es uno de los más significativos símbolos del país. Durante casi un siglo, el orden socioeconómico ecuatoriano se desarrollaba en gran medida alrededor del mercado internacional del cacao. Cerca del 70% de la producción mundial de cacao fino de aroma se encuentra en nuestras tierras convirtiéndonos en el mayor productor de cacao fino de aroma del mundo.

Alvarado , Castro , Guerrero, & Nolivos(2013) citado por Engracia (2018) manifiesta que el Ecuador es reconocido internacionalmente por su producción de cacao fino de aroma, llamado Cacao Arriba o variedad Nacional que es el cacao tradicional, y por el CCN-51, cacao clonal conocido también como “Don Homero”. La producción del cacao es de fundamental importancia para la economía del Ecuador, lo que representa el tercer rubro de exportación agrícola, y constituye fuente de ingresos para más de 150.000 pequeños productores de las tierras bajas en Costa, Amazonía y Sierra.

2.3. Descripción Taxonomía del cacao

Nombre Científico: *Theobroma cacao*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Theobroma*

Especie: *Theobroma cacao* L. (Mazariegos 2009).

2.4. Descripción botánica de la planta de cacao

Omaña (2009) menciona que el árbol de tamaño mediano (5-8 m) aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m. Tronco recto que se puede desarrollar en formas muy variadas, según las condiciones ambientales. Posee un sistema radicular principalmente pivotante el cual busca

las capas inferiores del suelo hacia los mantos freáticos, posee a la vez raíces primarias y secundarias que crecen horizontalmente.

Othopux(2019) expresa que la planta de cacao pertenece a la familia Malvaceae, su nombre científico es *Theobroma cacao*, el vocablo "theobroma" significa literalmente 'alimento de los dioses'. El cacaotero es un árbol tropical que crece principalmente en climas calientes y húmedos, desarrollándose mejor a temperaturas cercanas a los 24 - 26 grados Celsius, en sitios con abundante precipitación y suelos ricos en potasio, nitrógeno, carbono. El árbol de cacao es particularmente sensible al sol y al viento, y necesita desarrollarse a la sombra de otro tipo de plantas tales como el banano, el algodón, el caucho. En áreas con buena sombra, los árboles pueden superar los 15 m. de altura en crecimiento libre. Los que crecen a libre exposición solar, son de menor talla, de hojas pequeñas, coriáceas, toman la forma de pequeños arbustos. La planta madura llega a medir cerca de 8 a 10 metros y son productivos hasta los 25 años, en que son reemplazados.

2.4.1. Características de las hojas y tallo

Agrotendencia(2018) expresa que las hojas de cacao son grandes, coriáceas o cartáceas, alternas, dísticas. Con ramas normales, verdes, pecíolo pubescente o tomentoso. Además, posee pelos de difusión simples y densos, engrosados y pulvinados en los extremos; láminas de 12 a 60 cm de largo; 4 a 20 cm de ancho de elípticas a obovadas u oblongas, enteras, y glabras (con poco pelo). A su vez el tallo es corto, ramas en verticilos de 5 m, dimórficas; chupones verticales que crecen en el tronco y que tienen hojas dispuestas en 5/8 de filotaxia. (Lo que quiere decir disposición de las hojas a lo largo de los tallos). Las ramas laterales (parecidas a unas aspas) tienen un 1/2 de filotaxia. Pecíolo con 2 pulvinos (engrosamiento o ensanchamiento en forma de cojinete de la base de la hoja).

2.4.2. Descripción de la Raíz

García (2011) indica que posee dos tipos de raíz: una principal pivotante y unas raíces secundarias, de donde se desprende los “pelos absorbentes”. La raíz principal es la encargada de perforar el suelo, darle un buen anclaje y sostenimiento a la planta. Cuando el suelo tiene buena profundidad la raíz principal puede penetrar hasta dos metros. Cuando el suelo no es muy profundo la raíz principal no penetra con facilidad y la planta puede sufrir problemas de volcamiento y mal desarrollo. Las raíces secundarias se encuentran en los primeros 30 centímetros del suelo y son encargadas de tomar los nutrientes y el agua que la planta necesita para su normal desarrollo, a través de los pelos absorbentes constituidos por abundante cantidad de pequeñas raíces que se destruyen por la superficie del suelo.

2.4.3. Flores de la planta de cacao

Violeta (2015) manifiesta que es característico de las caulifloras sus pequeñas flores (blancas o de un color rosa muy claro) nacen del tronco o sobre las ramas más antiguas, agrupadas en racimos sostenidos por un corto pedicelo; es una especie hermafrodita; tiene cinco pétalos (angostos en la base, ensanchados como cuencos en la parte media y terminados en una lígula) distribuidos en forma de estrella que se alternan con los sépalos (angostos y acuminados) del mismo tono; la polinización es entomófila y cruzada en el 95 por ciento de los casos, el polen se mantiene viable cerca de setenta y dos horas.

2.4.4. Semilla de la mazorca de cacao

LWR (s. f.) Detalla que las semillas de cada mazorca contienen de 20 a 40 semillas, que pueden ser planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de 2 a 3 centímetros de largo. Las semillas están recubiertas por una fina capa que se llama mucílago de color blanco, de sabor dulce o algo ácido, según la variedad. La semilla en el interior está formada por dos cotiledones de forma ovalada y aplanada. Son ricas en almidón, proteínas, grasas, lo cual les da un alto valor nutritivo. La semilla germina rápido al llegar a la madurez cuando pierde el mucílago o baba y no se pueden almacenar para siembra.

2.4.5. Producción de plántulas para la siembra

Arvelo et al. (2017) menciona que la producción del material para siembra puede lograrse a través de dos formas: la sexual y la asexual o vegetativa. La primera consiste en obtener buena semilla de árboles (padres) seleccionados de cacao y producir plántulas a partir de su siembra y cuidado en viveros. La segunda forma consiste en obtener plántulas para la siembra a partir del enraizamiento de estacas o por medio de la enjertación. Esta última es la opción recomendada. La reproducción sexual se da a partir de la semilla de cacao, la cual es de tipo recalcitrante; es decir, pierde viabilidad rápidamente, por lo cual, no se puede almacenar por mucho tiempo para luego ser sembrada. La semilla del cacao no necesita un período de reposo para su germinación, que puede ocurrir inmediatamente después de que el fruto alcanza su madurez y el mucílago que la cubre desaparece.

2.5. Que es la fertilización

Ambientum (s.f.) indica que para el desarrollo del cultivo las plantas necesitan elementos nutrientes que forman parte de sus tejidos y participan en sus funciones biológicas, los cuales se pueden dividir en elementos principales, formado por los siguientes componentes: C, H, O, N, S Ca, Mg, K y P. Son necesarios en cantidades importantes. Oligoelementos, formado principalmente por los siguientes componentes: Fe, Zn, Cu, Mn, y B, necesarios en pequeñas cantidades. Los elementos esenciales a los que va dirigida principalmente la fertilización, dentro de los principales, son N, P y K, los restantes, son de consumo menor, y si carece el suelo de ellos se realizan enmiendas concretas que los aporten.

INIAP (1992) expresa que la eficiencia de los fertilizantes y la respuesta de los rendimientos en un suelo particular pueden ser fácilmente analizadas agregando diferentes cantidades de fertilizantes en parcelas adyacentes, midiendo y comparando los rendimientos de los cultivos consecuentemente. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse. Los resultados de miles de demostraciones y de ensayos llevados

a cabo en las fincas de los agricultores bajo el primer Programa de Fertilizantes de la FAO, que cubrió un período de 25 años en 40 países, mostró que el aumento promedio ponderado del mejor tratamiento de fertilizantes para ensayos de trigo era alrededor del 60 por ciento.

2.5.1. Fertilización en el cultivo de cacao

INPOFOS (2007) detalla que la remoción de nutrientes por el cultivo de cacao se incrementa rápidamente durante los primeros 5 años después de la siembra, para luego establecer manteniendo esa tasa de absorción por el resto de vida útil de la plantación. La cantidad exacta de nutrientes removidos por un cultivo en particular depende del estado nutricional de la plantación, pero, en promedio, 1000 kg de semilla de cacao extraen 30 kg de N, 8 kg P₂O₅, 40 kg de K₂O, 13 Kg de CaO y 10 kg de MgO. Además, también se remueven nutrientes en la cáscara de la mazorca que es rica en K y se requieren nutrientes para construir el cuerpo del árbol. Todos estos factores deben ser considerados al diseñar una recomendación de fertilización en una plantación de cacao.

Avila(2014) menciona que la aplicación de fertilizantes en el cultivo de cacao debe efectuarse en base a resultados de un análisis de suelo o análisis foliar. Los suelos minerales contienen entre 90 y 99% de materia mineral y 1 a 10% de materia orgánica, como fuentes básicas de nutrientes. Sin embargo, las fuentes se debilitan con el pasar del tiempo, debilitamiento que es dependiente del tipo de suelo y la intensidad de su uso por la agricultura. Si esto sucede, surge la necesidad de fertilizar para aumentar los nutrientes que se encuentran en insuficiencia. Las plantas absorben del suelo, cierta cantidad de elementos nutritivos en proporciones específicas y es importante que estas proporciones se mantengan balanceadas para facilitar su absorción. Tanto los macroelementos, elementos secundarios y microelementos son necesarios para el metabolismo y crecimiento de las plantas.

Mundo agropecuario (2019) expresa que aplicar 74 kilos de nitrógeno por hectárea al año mejoraría un 10 % el uso de este nutriente en cultivos de la provincia de Los Ríos, con respecto a los niveles promedio reportados en

Ecuador, y contribuiría a minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Con esta dosis se obtuvo un rendimiento de 2,5 ton/ha al año con el clon CCN51 el más cultivado en el vecino país, un indicador comparable con el de los principales países productores de cacao. En Ecuador tenemos un rendimiento promedio muy bajo, de 0,6 ton/ha al año. Además, en los cultivos en general las plantas absorben cerca del 50 % del nitrógeno que le aplican, y el resto se pierde generando impactos ambientales.

Leiva (s.f.) expresa que la fotosíntesis es más intensa en plantación sin sombra, con alta respuesta a la fertilización. En Santander, se documentó la necesidad de fertilizar cacaoteras a plena exposición solar, por la intensa actividad fotosintética que se refleja en altos rendimientos. Obtuvieron respuesta a la fertilización con N, con P, y K, lo que demuestra que, a plena exposición, adecuada fertilización puede ser rentable y, los rendimientos se sostienen a través del tiempo. La práctica de fertilización, principalmente nitrogenada y fosfatada, debe ser evaluada integralmente, considerando no sólo el rendimiento del cultivo y la disponibilidad de nutrimentos en el suelo. Los excesivos contenidos foliares de calcio, en el cacao, puede ser la causa de varios trastornos que afectan dicho cultivo, ya que se presenta un desbalance entre su concentración y la de potasio, boro y magnesio.

2.5.2. Aplicación del fertilizante en el cultivo de cacao

Loli (2012) citado por Alcívar y Loor (2016) mencionan que la fertilización en cacao depende del tiempo de la plantación.

- Inicio de la plantación: en el trasplante, se aplican 100 g de la fórmula fertilizante 10-30-10, 12-24-12 o 8-32-8 en el fondo del hoyo, se cubre con tierra para proteger a la raíz de la planta del contacto directo con el fertilizante, dos semanas después, se aplican 60 g de abono nitrogenado en banda, alrededor de cada planta.
- Primero y segundo año de la plantación: en el primer año se realizan tres aplicaciones. Se abona con 100g/planta/aplicación con cualquiera de las siguientes fórmulas completas: 18-5-15-6-2; 18-10-6-5; 20-7-12-3-2 u otra similar. El fertilizante se distribuye en banda alrededor de la planta.

- Tercer año y posteriores: La abonada se incrementa a 600 g/planta, la cual se distribuye en tres o cuatro aplicaciones, considerando las épocas de mayor floración y mayor desarrollo de las mazorcas. Las fórmulas indicadas para el primer año se utilizan para el segundo, tercero y años posteriores.

Las plantas tienen necesidades nutricionales de acuerdo con el estado de desarrollo, ya sea crecimiento, floración y producción.

En la etapa de vivero, las plantas de cacao necesitan mayor cantidad de potasio junto al nitrógeno, calcio y fósforo.

En la etapa de desarrollo, las plantas de cacao necesitan alta cantidad de potasio, nitrógeno, calcio y fósforo.

En la etapa de producción, las plantas necesitan una mayor cantidad de todos los elementos especialmente potasio, nitrógeno, calcio, fósforo, manganeso y azufre(Cacaomovil s.f.).

2.5.3. Requerimiento nutricional del cacao.

Paspuel(2018) expresa que el cacao como todo cultivo requiere para desarrollarse y reproducir de suelos fértiles, un suelo fértil además de un aspecto deseable debe tener una buena constitución química, la que está dada por macroelementos nutricionales primarios como: Nitrógeno, Fósforo, Potasio; macroelementos secundarios como: Calcio y Magnesio y micronutrientes como: Hierro, cobre, Manganeso y Zinc que intervienen en el metabolismo de la planta. La experiencia de Ecuador ha demostrado que cuando el nivel tecnológico se eleva, la productividad de los huertos puede duplicarse y hasta triplicarse. Entre las estrategias de mejoramiento tecnológico se destacan el uso de clones mejorados de cacao, de riego, podas sanitarias y abonamiento suficiente, acorde con la demanda del cultivar.

2.5.4. Función de los macro y micronutrientes.

FAO (1992) expresa que 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 microelementos son requeridos sólo en cantidades ínfimas 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.

Erandy Rizo (2016) indica que los macronutrientes son aquellos elementos que se necesitan en relativamente grandes cantidades. Entre ellos se incluye nitrógeno, potasio, azufre, calcio, magnesio y fósforo; mientras que los micronutrientes son aquellos elementos que las plantas necesitan en pequeñas cantidades (en ocasiones cantidades traza), como hierro, boro, manganeso, zinc, cobre, cloro y molibdeno. Tanto macronutrientes como micronutrientes son obtenidos de manera natural del suelo. Las raíces de las plantas requieren ciertas condiciones para obtener estos nutrientes del suelo. En primer lugar, el suelo debe estar suficientemente húmedo para permitir que las raíces absorban y transporten los nutrientes.

Bella Di y Busso(2015)detalla que los seis nutrientes esenciales absorbidos en primera instancia del suelo son comúnmente conocidos comomacronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio. Estos seis nutrientes se encuentran en los tejidos de las plantas en menores cantidades que el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, y en cantidades muchos mayores que el grupo al que se denomina micronutrientes. Los nutrientes esenciales en el grupo de los micronutrientes incluyen el hierro, el manganeso, el zinc, el cobre, el molibdeno, el boro y el cloro. Estos micronutrientes son usualmente necesarios en concentraciones menores a 2 ppm (partes por millón). Si bien las cantidades de micronutrientes requeridas para el crecimiento y desarrollo de las plantas son pequeñas.

2.6. Función de los elementos en las plantas.

2.6.1. Función del Boro

Moran(2016) detalla que 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. 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.

2.6.2. Función del Fosforo

IPNI (s.f.) menciona que 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.El P se mueve en la planta en forma de iones ortofosfato y como P incorporado en los compuestos orgánicos formados. De esta forma el P se mueve a otras partes de la planta donde estará disponible para más reacciones.

2.6.3. Función del Nitrógeno

Axayacatl(2017)manifiesta que a grandes rasgos la importancia del nitrógeno radica en crear masa vegetal. Siendo más específicos este elemento estimula el crecimiento al favorecer la división celular. Además, está involucrado en una gran

cantidad de procesos. Uno de los más importantes es la producción de clorofila, pues como forma parte de ella es necesaria para su síntesis. El nitrógeno atmosférico se moviliza al suelo gracias a un complejo ciclo. Una vez en el suelo el nitrógeno está contenido en la materia orgánica. A través de un proceso de mineralización una parte de dicho nitrógeno se convierte a formas minerales que pueden ser absorbidas por las plantas. Las raíces de las plantas absorben nitrógeno como nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+).

Montalván (2014) explica que el nitrógeno es el principal responsable del crecimiento del tallo, hojas, ramas y vigor en general. También se puede encontrar en diferentes formatos: orgánico, amoniacal y nítrico. La diferencia básica entre estos formatos está en la velocidad de absorción del nitrógeno por parte de la planta, siendo el formato amoniacal el de más rápida absorción y en consecuencia el que puede llegar a producir un exceso de este nutriente con más facilidad. Las formas iónicas que una raíz puede absorber son el nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+). Como la mayor parte del nitrógeno del suelo está en forma orgánica, es necesaria una actividad microbiológica que lo convierta en amonio o nitrato (Nitrosomas y Nitrobacter son las bacterias más comunes en esta tarea).

2.6.4. Función del Potasio

Intagri S.C. (s.f.) detalla que el catión K^+ participa en la actividad catalítica de más de 60 enzimas en los vegetales, entre ellas la enzima ATPasa. El potasio es un catión monovalente que interactúa con las enzimas; activa las enzimas induciendo cambios en la conformación de la proteína enzimática. En general, este cambio inducido por el potasio favorece la velocidad de las reacciones catalíticas. También se ha demostrado que la cantidad de este nutriente presente en la célula determina cuántas reacciones impulsadas por enzimas puede activarse en cualquier momento. El potasio desempeña un papel elemental en la síntesis y activación de la enzima nitrato reductasa (NR), y esta a su vez es considerada una enzima clave del proceso de asimilación del N. El potasio mantiene una relación estrecha en la absorción, translocación y asimilación de

los NO_3 en las plantas, siendo estos la materia prima para la formación de las proteínas.

2.7. Deficiencia de Nutrientes

2.7.1. Deficiencia de Boro

PRO-MIX (2017) detalla que la deficiencia de boro se expresa en los puntos de crecimiento de las raíces y follaje, y también en estructuras de florecimiento y de fructificación. A menudo, las yemas terminales mueren y los entrenudos del follaje se acortan, lo que da lugar a un crecimiento nuevo, deforme y achatado que emerge de los nudos laterales, lo que provoca una apariencia roseta o tupida. Los tallos son quebradizos y las hojas nuevas pueden engrosarse. Las raíces son, por lo general, cortas, achatadas y hay muy pocos pelos radicales presentes. El florecimiento y la fructificación son reducidas y lo que se desarrolla es a menudo deforme. La deficiencia de boro puede producirse cuando el pH del sustrato sobrepasa los 6,5, porque el boro está insoluble y no está disponible para que la planta lo absorba. La deficiencia también puede ocurrir debido a la aplicación de bajas cantidades de fertilizante.

2.7.2. Deficiencia de nitrógeno

Saldaña (s.f.) expresa que la carencia 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. Los requerimientos de "N" están estrechamente relacionados con la intensidad de la luz bajo la cual crecen las plantas: al aumentar la luminosidad aumenta la intensidad del síntoma. Cuando las plantas no cuentan con sombra, se induce a una deficiencia de "N". Se presentan áreas de color amarillo pálido entre las venas de las hojas. Si no existe suficiente "N" para ser trasladado de las hojas viejas a las hojas nuevas, las hojas bajas toman una tonalidad uniforme verde pálida o amarillenta.

PennStateUniversity(s.f.) indica que las plantas deficientes en hierro tienen un crecimiento atrofiado, el que depende de la severidad de la deficiencia. El crecimiento de las hojas se inhibe, las hojas jóvenes en particular. El crecimiento longitudinal del tallo se inhibe, así como el incremento en grosor. Las plantas deficientes a menudo son de color verde pálido o amarillento debido a la falta de cloroplastos y a la inhibición de la fotosíntesis. Las hojas empiezan a marchitar y secarse, tornándose de un color café claro o amarillento.

2.7.3. Deficiencia de potasio

PRO-MIX (2018) indica que los análisis de tejido de las hojas muestran que los niveles de potasio a menudo son cercanos a los del nitrógeno, alrededor de entre 3 y 5 % expresado en peso seco. Las plantas con deficiencia de potasio normalmente muestran síntomas como clorosis, seguida de necrosis en las puntas de las hojas y a lo largo de sus bordes. Como el potasio es móvil dentro de la planta, los síntomas de deficiencia aparecen en las hojas más viejas. En el sustrato, la disponibilidad de potasio no es significativamente influenciada por el pH. Es más probable que los síntomas de deficiencia de potasio aparezcan cuando se proporciona potasio insuficiente mediante riegos fertilizantes.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación

El actual trabajo fue analizado en la en la hacienda San José, zona de Babahoyo ubicada en el cantón Babahoyo de la provincia de Los Ríos. Por lo tanto, los resultados obtenidos respaldan la escritura de esta monografía.

La zona en la que se encuentra ubicada la hacienda San Jose, presenta un clima tropical húmedo, con temperatura media anual de 26.7 °C; una precipitación anual de 1564.4 mm/año; humedad relativa de 75% y 834.7 horas de heliofania de promedio anual y con una altitud de 8 msnm.

3.2. Evaluación de la información.

Para el desenvolvimiento de este documento investigativo se realizaron revisión de literatura de revistas científicas e internet, artículos académicos y consultando con productores de cacao y técnicos, utilizando una base teórica como el análisis e interpretación, lo que nos permitió consolidar nuestro tema desarrollado por último se complementó con una encuesta conformadas por interrogantes referente al tema.

3.3. Desarrollo del caso.

Los macros y micronutrientes son de gran importancia en el cultivo de cacao para la productividad, desarrollo y rendimiento del cultivo. La fertilidad del suelo y la dinámica de los elementos se encuentran relacionada con la absorción nutricional, la cual puede llegar a variar en base al estado fenológico de la planta de cacao. Los técnicos de la Hacienda productora de cacao San José menciono que hay factores que influyen en la absorción de nutrientes, entre los cuales se encuentran el riego, debido a que al fertilizar bajo condiciones de óptimas de humedad, mejora la asimilación de los elementos en el cacao.

Toda planta moviliza sus nutrientes a otra parte para ser aprovechados, estos son obtenidos a través de las raíces. En la hacienda San José, los colaboradores técnicos indicaron que la pérdida de nutrientes en una plantación de cacao se incrementa rápidamente a partir de los primeros 5 años después de la siembra. La cantidad de nutrientes absorbidos por la plantación de cacao depende del estado nutricional en el que se encuentre, por lo tanto, en la Finca San José productora de cacao, nos indicaron que 1000kg de semilla de cacao puede extraer 30kg de nitrógeno, 8kg de fósforo y 40kg de potasio.

Es necesario que la incorporación del fertilizante se efectúe en base a un análisis de suelo, ya que en Ecuador se presenta bajos rendimientos con promedios bajos de aproximadamente 0,6 ton/ha al año. Por lo consiguiente, el cultivo de cacao mantiene necesidades nutricionales en estado vegetativo, floración y producción de mazorcas. En la hacienda San José nos explicaron que el cacao en etapa de vivero necesita mayor cantidad de potasio, fosforo, nitrógeno y calcio y en su etapa de producción es imprescindible incorporar elementos como el manganeso y azufre.

De la misma manera con en todo cultivo se puede presentar síntomas de deficiencia nutricional en el cultivo, ya sea por perdidas de nutriente por lixiviación, fertilización inoportuna, dosis bajas con respecto al requerimiento nutricional del cacao y puede influir competencia del cultivo.

3.4. Situaciones detectadas.

La fertilización que se realiza en la Hacienda San José se basa en un programa de fertilización requerida bajo diferente ciclo de la plantación. Por lo tanto, cada elemento que se incorpora al suelo cumple una función específica en la planta. Los suelos pueden llegar a presentar un desgaste de nutrientes o a su vez pueden llegar a ser deficientes por motivos de la extracción de los nutrientes a largo de los años. El propietario de la Hacienda San José explicaba que cuando se utilizan variedades de rendimientos altos también se genera desgaste de los nutrientes.

Los seis nutrientes esenciales absorbidos por el cultivo durante sus primeras etapas vegetativa son comúnmente conocidos como macronutrientes entre ellos se encuentra el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio. Los elementos pueden estar en el suelo en exceso y deficiente, a su vez pueden estar disponible para ser absorbidos o pueden encontrar inmóvil es decir fuertemente adherido a las partículas de suelo. En el caso del boro juega un papel fundamental en la fertilización del cacao, ya que este participa en floración y cuajado de las mazorcas.

Cuando existe una deficiencia de boro en la planta de cacao sus raíces son generalmente cortas, achatadas pocos pelos radicales presentes. Y son respecto a la floración y fructificación se reduce y lo que se desarrolla es a menudo deforme. A su vez el propietario de la hacienda San José manifestó que el nitrógeno es fundamental para crear masa vegetal, este elemento estimula el crecimiento del tallo, hojas, ramas y el vigor. Por otra parte, el potasio favorece en la producción de mazorcas y su desarrollo, en el caso del fósforo este participa en los procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis, la transferencia de energía ATP y favorece la formación de granos.

En el cultivo de cacao la fertilización es considerada como una de las principales labores culturales, mientras la planta se encuentre nutrida es menos susceptible al ataque de plagas y enfermedades. Se incrementa la producción y rendimiento.

3.5. Soluciones planteadas

Es fundamental realizar la fertilización en la época adecuada es decir bajo el ciclo correspondiente, de manera correcta y oportuna con la finalidad de que los macroelementos puedan ser aprovechables. A su vez es necesario realizar estudios analíticos de suelo, la cual permitirá desarrollar los programas de fertilización de manera equilibrada para lograr optimizar la producción. Es importante realizar un diagnóstico concreto sobre el estado nutricional de la planta.

La incorporación de macroelementos compensará la deficiencia de nutrientes que existe en los suelos mejorando la producción y rendimiento. Mientras en el suelo no se manifieste carencias o toxicidad de algún macroelemento el cultivo de cacao responderá fisiológicamente de forma correcta. En los cultivos se genera desbalance de nutrientes debido a que los elementos aprovechados son más que los nutrientes que se reponen, por lo tanto, se puede definir como un balance negativo. Muchos casos en plantaciones cacaoteras se recomienda aplicar abonos orgánicos como el compost, el bokashi, el abono producido por las lombrices de tierra.

Los técnicos de la Hacienda San José nos indicaron que, si no se cuenta con riego durante los dos primeros años del cultivo, la dosis que se utilice por año se debe fraccionar en cinco partes, con la finalidad de aplicar cada dosis una vez al mes en la época de lluvias y en el caso de contar con riego se debe hacer en seis fracciones, cada dos meses anualmente. En caso de planta en producción, dependerá de la época de cosecha. La fertilización va conjunta con la poda la poda principal que se haga al cultivo, hasta que las plantas presenten dos años, la fertilización se realiza en forma de corana. Cuando la planta se encuentra en época de producción la aplicación del fertilizante es incorporado de diferentes formas al cultivo de cacao.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con la investigación realiza y sistematizada se concluye lo siguiente.

1. En la hacienda San José la aplicación del fertilizante se realiza en base a un programa de fertilización, con sus respectivas dosis y en el ciclo correspondiente, con la finalidad de compensar la deficiencia de nutrientes presentes, mejorando el rendimiento y producción del cultivo de cacao.
2. Cuando se presenta deficiencia de nitrógeno en la plantación durante sus

primeros estadios, los síntomas que se presentan son por lo general síntomas de color verde pálido o amarillento por la falta de cloroplastos y la inhibición de la fotosíntesis.

3. Cada elemento cumple una función primordial en la planta desde el crecimiento y desarrollo, hasta la producción y formación de mazorcas y flores. Lo cual es necesario incorporar el fertilizante bajo condiciones óptimas, adecuadas para su correcto aprovechamiento.

V. RECOMENDACIÓN

Se recomienda.

1. Evaluar el comportamiento fisiológico de la plantación de cacao en base a diferentes dosis de fertilizantes con la finalidad de determinar el rendimiento y la susceptibilidad frente a las enfermedades Monilla y escoba de bruja.
2. Realizar estudios sobre la dinámica de absorción en cultivos de cacao bajo condiciones de riego y seco, para determinar el aprovechamiento de los macro y microelemento disponibles en el suelo.

3. Investigar alternativas que favorezcan el aprovechamiento de los nutrientes, en sus diferentes etapas vegetativas del cultivo y cómo influye el manejo de poda en la fertilización.

VI. RESUMEN

El cacao es una fruta tropical y un cultivo tradicional en el Ecuador desde la época de la colonia y se encuentran mayormente en el Litoral y en la Amazonía. El cacao aporta con más de USD 700 millones a su economía y sigue manteniendo su prestigio a través del valor agregado en el mercado nacional e internacional. Es necesario indicar que, en el caso de los cultivos, la circunstancia de la alta extracción de nutrientes no es compensada naturalmente, así que es necesario devolverle los nutrientes al suelo mediante la fertilización edáfica. El objetivo de abonar un cultivo es el de obtener altos rendimientos y calidad en lo cosechado. Adicionalmente la fertilización debe representar una positiva relación costo beneficio, es decir que los montos

invertidos en fertilización sean devueltos por las ganancias obtenidas en el incremento de la producción y/o calidad. Se requiere desarrollar un análisis de suelo y mediante el estudio del suelo, realizar un programa de fertilización con las dosis correctas, nutrientes con alto porcentaje de eficacia y a su vez que presente una positiva relación costo beneficio. La fertilidad del suelo y la dinámica de los elementos se encuentran relacionada con la absorción nutricional, la cual puede llegar a variar en base al estado fenológico de la planta de cacao. En la hacienda San José nos explicaron que el cacao en etapa de vivero necesita mayor cantidad de potasio, fósforo, nitrógeno y calcio y en su etapa de producción es imprescindible incorporar elementos como el manganeso y azufre. De la misma manera con en todo cultivo se puede presentar síntomas de deficiencia nutricional en el cultivo, ya sea por pérdidas de nutriente por lixiviación, fertilización inoportuna, dosis bajas con respecto al requerimiento nutricional del cacao y puede influir competencia del cultivo. Es necesario evaluar el comportamiento fisiológico de la plantación de cacao en base a diferentes dosis de fertilizantes con la finalidad de determinar el rendimiento y la susceptibilidad frente a las enfermedades Monilla y escoba de bruja. Realizar estudios sobre la dinámica de absorción en cultivos de cacao bajo condiciones de riego y secano, para determinar el aprovechamiento de los macro y microelementos disponibles en el suelo.

Palabras claves: Fertilización, cacao, nutrientes, macronutrientes, deficiencia.

VII. SUMMARY

Cocoa is a tropical fruit and a traditional crop in Ecuador since the time of the colony and they are mostly found in the Coast and in the Amazon. Cocoa contributes more than USD 700 million to its economy and continues to maintain its prestige through its value in the national and international market. It is necessary to indicate that, in the case of crops, the circumstance of high nutrient extraction is not compensated naturally, so it is necessary to return the nutrients to the soil through edaphic fertilization. The objective of growing a crop is to obtain high yields and quality in the harvested. Additionally, fertilization must present a positive cost-benefit ratio, that is to say

that the amounts invested in fertilization are returned by the profits obtained in the increase in production and / or quality. It is necessary to develop a soil analysis and by studying the soil, to carry out a fertilization program with the correct doses, nutrient with a high percentage of efficiency and at the same time to present a positive cost-benefit ratio. The fertility of the soil and the dynamics of the elements are related to nutritional absorption, which can vary based on the phenological state of the cocoa plant. In the San José farm they explained that cocoa in the nurse stage needs more potassium, phosphorus, nitrogen and calcium and in its production stage it is essential to incorporate elements such as manganese and sulfur. In the same way, in every crop, symptoms of nutritional deficiency in the crop can be presented, either due to losses of nutrient due to leaching, untimely fertilization, low doses with respect to the nutritional requirement of cocoa and can influence competition of the crop. It is necessary to evaluate the physiological behavior of the cocoa plantation based on different doses of fertilizers in order to determine their yield and susceptibility to Monilla and witch broom diseases. Carry out studies on the dynamics of absorption in cocoa crop under irrigation and dry conditions, to determine the use of macro and microelement available in the soil.

Keywords: Fertilization, cocoa, nutrients, macronutrients, deficiency.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Agrotendencia. 2018. : El Cultivo del Cacao - Siembra, Manejo Técnico, Curiosidades y Más (en línea, sitio web). Consultado 19 ago. 2019. Disponible en <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-cacao/>.
2. Alcivar, J; Llor, M. 2016. Respuesta del cultivo de cacao (theobroma cacao L.) A la poda y fertilización orgánica y química (en línea). Investigativo. Calceta, Escuela Superior Politecnica de Manabi. 62 p. Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/461/1/TA57.pdf>.

3. Ambientum. s.f. Fertilización de los suelos - Enciclopedia Medioambiental (en línea, sitio web). Consultado 26 ago. 2019. Disponible en <https://www.ambientum.com/>.
4. Anecacao. 2014. Actualidad y perspectivas del sector cacaotero en Ecuador. Publica (en línea, sitio web). Consultado 19 ago. 2019. Disponible en <http://www.anecacao.com/uploads/2014/09/1-El-Ecuador-Actualidad-y-Perspectivas-del-Sector-Cacaotero-ANECACAO-cumbre-mundial-del-cacao-2014.pdf>.
5. Arvelo, M; González, D; Maroto, S. 2017. Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas. Investigativa (en línea, sitio web). Consultado 18 ago. 2019. Disponible en <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf>.
6. Avila, D. 2014. Estudio de la fertilización del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional en suelos volcánicos de Quevedo (en línea). Manabi, Universidad Tecnica de Manabi. 72 p. Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4465/1/Tesis%20%20015.pdf>.
7. Axayacatl, O. 2017. Importancia del nitrógeno (N) en las plantas cultivadas. Informativa (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <https://blogagricultura.com/nutricion-vegetal-nitrogeno/>.
8. Bella Di, C; Busso, G. 2015. Funciones de los Macro y Micronutrientes | AAG. Investigativa (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <https://www.aag.org.ar/funciones-de-los-macro-y-micronutrientes/>.
9. Cacaomovil. s.f. Manejo de fertilidad de suelos cacaoteros | Los nutrientes y el desarrollo de las plantas del cacao. Publica (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <http://cacaomovil.com/guia/4/contenido/nutrientes-y-desarrollo/>.

10. Castillo, J. 2014. El origen del cacao (en línea, sitio web). Consultado 19 ago. 2019. Disponible en <https://thegourmetjournal.com/noticias/el-origen-del-cacao/>.
11. Corporacion Financiera Nacional. 2018. Ficha sectorial cacao y chocolate. Informativa (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-Sectorial-Cacao.pdf>.
12. Diaz, J. 2014. Fertilizacion del cultivo de cacao (en línea). s.l., s.e. Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <https://es.slideshare.net/CorporacionMisti/fertilizacin-en-el-cultivo-de-cacao>.
13. Engracia, J. 2018. Evaluación de cuatro tipos de poda de mantenimiento en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) CCN-51 en la zona de Zapotal, provincia de Los Ríos (en línea). Investigativo. Ecuador, Universidad Tecnica de Quevedo. 85 p. Consultado 17 ago. 2019. Disponible en <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3325/1/T-UTEQ-0153.pdf>.
14. Erandy Rizo. 2016. Fertilización micro y macro - Hortalizas. Publica (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/fertilizacion-micro-y-macro/>.
15. FAO. 1992. Fertilizante y usos. Investigativa (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>.
16. García, M. 2011. Estudio Agromorfológico y fisicoquímico de ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Usulután y California del Departamento de Usulután en El Salvador. (en línea). Investigativo. El Salvador, Universidad Jose Matías Delgado. 60 p. Consultado 20 ago. 2019. Disponible en

<https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/AGI/ADTESGE0001266.pdf>.

17. Goraymi. s.f. Historia del cacao en Ecuador. Publica (en línea, sitio web). Consultado 19 ago. 2019. Disponible en <https://www.goraymi.com/es-es/zamora/historia-del-cacao-en-ecuador-a979c40c8>.
18. INIAP. 1992. Fertilizante y su uso (en línea). s.l., s.e. Consultado 26 ago. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>.
19. INPOFOS. 2007. Deficiencias nutricionales y fertilización del cacao (en línea, sitio web). Consultado 26 ago. 2019. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cacao-fertilizacion-t27099.htm>.
20. Intagri S.C. s.f. Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal. Informativa (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-funciones-del-potasio-en-la-nutricion-vegetal>.
21. IPNI. s.f. Funciones del fosforo en la planta. Publica (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/542916612D123EFE852579A3007A3286/\\$FILE/Funciones%20del%20F%C3%B3sforo.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/542916612D123EFE852579A3007A3286/$FILE/Funciones%20del%20F%C3%B3sforo.pdf).
22. Leiva, E. s.f. Aspecto para la nutrición del cacao (en línea). s.l., s.e. Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/50450/1/ednaivonneleivarojas.2012.pdf>.
23. LWR. 2019. ¿Cómo es el árbol del cacao? (en línea, sitio web). Consultado 19 ago. 2019. Disponible en <http://cacaomovil.com/guia/1/contenido/arbol-de-cacao/>.
24. Mazariegos, Y. 2009. El cultivo del cacao (Theobroma Cacao. L.) en el Sureste de México. (en línea). Investigativo. Mexico, Universidad Agraria Antonio Narro. 66 p. Consultado 19 ago. 2019. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4620>

/T17597%20MAZARIEGOS%20PEREZ%2C%20YOANA%20ANABEL%20%20MONOG..pdf?sequence=1&isAllowed=y.

25. Montalvan, C. 2014. Funcion del nitrogeno. Publica (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <https://es.slideshare.net/cristhianyersonmontalvancoronel/funcion-del-nitrogeno-43054145>.
26. Moran, M. 2016. Influencia del boro en la floración y rendimiento del cacao variedad CCN-51 en la zona de Mata de Cacao (en línea). Investigativo. Babahoyo, Univerdad Tecnica de Babahoyo. 51 p. Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3242/1/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000022.pdf>.
27. Omaña, D. 2009. Puro Cacao: morfología y taxonomía. Publica (en línea, sitio web). Consultado 19 ago. 2019. Disponible en <http://purocacaounesur.blogspot.com/2009/04/morfologia-y-taxonomia.html>.
28. Othopux. 2019. Theobroma: Biología de la planta de Cacao (en línea, sitio web). Consultado 20 ago. 2019. Disponible en <http://theobromacr.blogspot.com/2013/04/biologia-de-la-planta-de-cacao.html>.
29. Paspuel, M. 2018. Respuesta del cacao a la aplicación del fertilizante “full cacao” en comparación con la fertilización convencional en Pangua (en línea). Investigativo. Ecuador, Universidad Central Del Ecuador. 78 p. Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15195/1/T-UCE-0004-A82-2018.pdf>.
30. Penn State University. s.f. Deficiencia de Nitrógeno — Roots Lab. Investigativa (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <https://plantscience.psu.edu/research/labs/roots/methods/metodologia-de-investigacion/observando-los-desordenes-nutricionales-de-las-plantas/deficiencia-de-nitrogeno>.

31. PRO-MIX. 2017. Rol del boro en el cultivo de plantas (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-boro-en-el-cultivo-de-plantas/>.
32. _____. 2018. Rol del potasio en el cultivo de plantas. Informativa (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2019. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/>.
33. Saldaña, A. s.f. Manual de agroforesteria con énfasis en cacao y café (en línea). s.l., s.e. Consultado 2 sep. 2019. Disponible en http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/09/manuales_agroforestal_en_cafe_cacao.pdf.
34. Violeta. 2015. Agricultura. El cultivo del cacao. 1a parte. Pública (en línea, sitio web). Consultado 20 ago. 2019. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>.

Anexos

