

Evaluación de Klip Boro Diluído en Palma de Aceite (*Elaeis Guineensis Jacq*).

Finca Los Naranjos, El Zulia. (N. de S.)

Isidro Niño Castillo

Universidad Nacional, Abierta y a Distancia (UNAD).

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio

Ambiente (ECAPMA). Norte de Santander.

Programa de Agronomía.

Junio 2018.

Evaluación de Klip Boro Diluído en Palma de Aceite (*Elaeis Guineensis* Jacq).

Finca Los Naranjos, El Zulia. (N. de S.)

Isidro Niño Castillo.
Cód. 1.094.347.456

Trabajo de grado modalidad PROYECTO DE INVESTIGACIÓN presentado

Como requisito para obtener el título de Agrónomo

Director (a)

María Del Pilar Calderón

Lic. Biología

MSc.

Universidad Nacional, Abierta y a Distancia (UNAD).

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio

Ambiente (ECAPMA), Norte de Santander.

Programa de Agronomía.

Junio 2018.

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos,
además de su infinita bondad y amor.

A mi novia Beatriz Adriana Márquez.

Por motivarme a estudiar, por su dedicación y tutorías académicas, por sacrificar muchas veces su tiempo libre para explicarme temas que no entendía, por esperarme todo este tiempo que dejé de compartir con ella por estudiar.

A mi padre Alejandro Niño.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi madre Nelly Castillo (Q.E.P.D)

Quien en vida me enseñó los valores y principios, elogió mis triunfos y alentó mis fracasos, en vida fue mi maestra y ahora desde el cielo coordina mi camino y encamina bendiciones.

Isidro Niño Castillo.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a:

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia por su metodología, lo cual me permitió poder estudiar lo que quería, sin interferir en mi trabajo.

A la Cooperativa Palmas Risaralda Ltda y sus asociados, por darme trabajo y de esta forma poner en práctica lo que iba aprendiendo durante el transcurso de la carrera; por la ayuda económica para las primeras matriculas, y también por el espacio en el laboratorio para adelantar este trabajo de investigación.

A mis tutores prácticos Neysa Guerrero, Jorge Enrique Araque Becerra y María del Pilar Calderón; y a todos mis tutores virtuales y compañeros de grupo, en especial a mis compañeros de programa de la misma sede.

TABLA DE CONTENIDO

PAG

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1. Título	9
1.2. Planteamiento del Problema	9
1.3. Formulación del Problema	12
1.4. Hipótesis	12
1.5. Variables	13
1.6. Otras variables	13
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OJETIVOS	15
3.1. Objetivo General	15
3.2. Objetivos Específicos	15
4. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO	16
4.1. Importancia del cultivo de la Palma Aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>)	16
4.3. Antecedentes empíricos	23
4.5. Klip Boro	25
5. DISEÑO METODOLÓGICO	27
5.1. Generalidades de la Finca	27
5.1.2. Mapa de distancia y ruta desde la cabecera Municipal de El Zulia	28
5.1.4. Plano del lote con diseño de bloques	30
5.2. Metodología	30
5.2.1. Tipo de Investigación	31
5.2.2. Población	31
5.2.3. Muestra	31
5.2.4. Técnicas e instrumentos	31
5.3. Actividades preliminares	34
5.4. Muestreo Foliar previo	36
6. Aplicación del Tratamiento	40
6.1. Toma del primer muestreo foliar pos aplicación del tratamiento (1 mes)	41

6.1.1. Resultados del primer muestreo foliar de los tres bloques. (1 mes pos-aplicación).....	42
6.1.2. Toma del segundo y último muestreo foliar pos aplicación del tratamiento (2 meses).....	43
Figura 19. Resultado segundo muestreo foliar pos aplicación, (bloque 2).....	44
Figura 20. Resultado segundo muestreo foliar pos aplicación, (bloque testigo).....	44
7. ANÁLISIS DE VARIANZA.....	45
7.1. Tabla de datos a obtener.	45
<i>TABLA 4. Datos a Obtener</i>	45
7.1.2. Repeticiones	45
7.1.3. Análisis de datos correspondientes	45
7.1.4. <i>TABLA 5. Cuadro ANAVA</i>	46
8.0. ANÁLISIS DE RESULTADOS	46
9. DISCUSIÓN	49
10. CONCLUSIONES.....	50
10. RECOMENDACIONES.....	51
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

RESUMEN

El presente trabajo de investigación determina el comportamiento de la fertilización con Klip-Boro diluido y aplicado al suelo, sobre el incremento del elemento a nivel foliar en palma de aceite en un lote de 6.5 hectáreas, ubicado en la finca Los Naranjos del Municipio El Zulia en el departamento Norte de Santander.

La metodología diseñada, es a través de un diseño experimental de bloques completos al azar con tres tratamientos siendo la unidad experimental la palma. Para la aplicación se utilizó una bomba de espalda de 20 litros previamente calibrada de acuerdo a la descarga calculada conforme a la solubilidad del producto y la dosis por palma.

La aplicación se realizó sobre el área de los platos de la palma, simulando una aplicación de herbicida para el control de arvenses, más conocidos como plateos químicos; es decir se aplicó en forma de circunferencia con un radio de 1 m.

La determinación, análisis y comparación se realizó por medio del análisis foliar, teniendo en cuenta un análisis previo y de acuerdo a la unidad de medida de ppm y su concentración en la hoja. Al final del documento se muestran los resultados obtenidos, sus conclusiones y recomendaciones.

INTRODUCCIÓN

La Palma de Aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) representa una alternativa de excelente perspectivas para el futuro. Este cultivo produce más rendimiento de aceite frente a la mayoría de los otros cultivos oleaginosos siendo así una importante fuente generadora de empleo en las diferentes zonas palmeras del país. Se estima que la palma llegó a Colombia en 1932, pero con fines productivos data de 1945 en el departamento del Magdalena (Seeboldt y Salinas, 2010).

Desde los orígenes de la palmicultura como sistema productivo, los agricultores y los gremios asociados se han preocupado por temas como el aumento de la producción y la rentabilidad así como la satisfacción del cliente en términos de calidad. Entre los factores que afectan el rendimiento del cultivo de la palma de aceite se encuentra la baja fertilidad de los suelos y sus deficientes y malas aplicaciones de fertilizantes; en especial cuando se trata de suministrar los elementos menores como el boro, en el cual influyen muchas variables que pueden afectar la eficiencia de la fuente aplicada.

En el Municipio El Zulia, el cultivo de Palma Aceite llega en el año de 1970 y logra establecerse la primera Cooperativa palmera de la región denominada “Palmas Risaralda” y desde entonces se ha convertido en una de las actividades económicas más importantes después de la arcilla, la minería y los otros cultivos agrícolas como el arroz y la caña de azúcar, gracias a las condiciones edafoclimáticas de la zona; agrupa a numerosas familias de agricultores a lo largo del municipio convirtiéndose en una fuente de desarrollo y oportunidades, que ven en este cultivo una oportunidad de progreso y desarrollo (Luna, 2012).

La palmicultura del Municipio El Zulia cuenta con servicio de asistencia técnica a cargo de la empresa Cooperativa Palmas Risaralda Ltda, encargada del asesoramiento a las fincas productoras

en todo el proceso del cultivo desde siembras nuevas hasta renovaciones de plantaciones; en sus planes de fertilización para suplir la necesidad de boro de las palmas, recomiendan el borato 48 ($\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2 \text{O}$) el cual tiene una concentración de 14% B altamente solubles en agua y de rápida acción; sin embargo en algunas ocasiones y en ciertas áreas del municipio donde se ha establecido el cultivo, las condiciones agroecológicas no son muy favorables, en especial el tiempo atmosférico; pues ya que las lluvias se encuentran mal distribuidas en el año, presentándose así, tiempo largo seco y/o tiempo de abundantes lluvias, lo cual afecta los programas de fertilización y la eficiencia de los productos aplicados.

Ante esta problemática, en este trabajo de grado se utilizó la técnica de diluir el producto con fuente de boro, pero se aplicó con bomba manual de espalda (muy parecido a un fertirriego), de igual forma se evaluó la eficiencia del producto a través de este método.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Título

Evaluación de Klip Boro diluído en Palma de Aceite (*Elaeis Guineensis Jacq*). Finca Los Naranjos, El Zulia. (N. de S.)

1.2. Planteamiento del Problema

Entre los microelementos menores, el que desempeña un papel de mayor importancia en el crecimiento de la palma, es el boro porque su deficiencia provoca anomalías en el desarrollo que se traduce en perjuicios para el árbol y la producción ICA (citado por Owen, 2011, pág. 52).

El contenido total de boro en los suelos tropicales es de 5 a 150 ppm y correlaciona muy bien con el contenido del material parental. En suelos ferrolíticos desaturados es entre 0,1 y 0,5 ppm, para un promedio de 0,4 ppm Eschbach (citado por Owen, 1993). En cambio el contenido de boro aprovechable por las plantas en el suelo es muy bajo (0,1-2,5 ppm) Malavolta (citado por Owen, 1993). Se esperan deficiencias de Boro en suelos con un contenido entre 0,3-0,5 ppm Chapman (citado por Owen, 1993). En el suelo, el boro se halla en tres formas: dentro de los minerales de sílice, absorbido por las arcillas e hidratos de hierro y aluminio y en la materia orgánica, Sineh (citado por Owen, 1993).

(Alarcón, s.f.) Afirma que:

“En la disolución del suelo, el boro se encuentra bajo la forma no disociada de ácido bórico H_3BO_3 , o como anión borato $B(OH)_4^-$. En las condiciones de pH de los suelos, la forma predominante es la no disociada, como ácido bórico, por esta razón, el boro puede ser lavado fácilmente del perfil del suelo, sobre todo a $pH < 7$. La segunda forma aumenta su presencia a pH más elevado y se encuentra adsorbida sobre arcilla (ilitas) y óxidos e hidróxidos de hierro, aluminio y magnesio” (s.p.)

Broschat, Patnude y Nelson afirman que:

“Las palmas aceiteras son muy sensibles a las bajas concentraciones de boro, por lo que rápidamente muestran síntomas de deficiencia en las hojas, las raíces y las plantas completas, estos síntomas han sido descritos parcialmente para otras especies de palmas grandes como la palmera real y el cocotero” (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013, pág. 445).

Fairhurst y Hårdter afirman que:

“La deficiencia de boro es el desorden nutricional más común en las plantaciones de palma aceitera alrededor del mundo (Fairhurst y Härdter 2003), y se agrava en regiones con suelos alcalinos, arenosos y sujetos a alta precipitación, y en materiales genéticos altamente productivos bien abastecidos con otros nutrientes (N, P, K), cuyo crecimiento vegetativo y el desarrollo continuo de múltiples sumideros imponen altas demandas de boro a las plantas y al suelo de manera permanente. La deficiencia severa inhibe completamente el desarrollo de las hojas nuevas y culmina con la formación de un cráter alrededor del meristemo apical, debido a la desintegración de los primordios foliares no expandidos” (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013, pág. 446).

En palma las deficiencias ocurren normalmente en suelos extremadamente ácidos ($\text{pH} < 4.5$) o suelos básicos ($\text{pH} > 7.5$), y en condiciones de elevados rendimientos (> 25 t racimos ha.) conjuntamente con una aplicación relativamente alta de Nitrógeno y potasio Goh y Härdter (citado por Owen, 1993).

Las formulaciones comerciales más comunes para corregir deficiencias en los cultivos de palma de aceite son: el Bórax ($\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2 \text{O}$, 11% B) y el Borato ($\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2 \text{O}$, 14% B), ambas altamente solubles en agua y de rápida acción. Shorrocks (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013).

En la finca Los Naranjos del Municipio El Zulia, donde se realizó el experimento de investigación, y en general en los municipios de la región del Catatumbo donde se cultiva palma; para corregir la deficiencia de boro se aplica un producto de marca comercial borato 48, el cual es un tetraborato de sodio y tiene una concentración pura de 15% (Monómeros, s.f.).

Según Soil Survey Staff “los suelos predominantes de esta región están en los órdenes ENTISOLES e INCEPTISOLES” los cuales presentan texturas contrastantes y naturaleza variada, tales como textura arenosa, materia orgánica baja y altos contenidos de hierro (Sánchez; Yepes;

Mesa, 1996, pág. 171), así como prácticas inadecuadas de manejo, lo que ha generado entre otras, compactación del suelo, resistencia a la penetración, e impermeabilidad (Sánchez; Yepes; Mesa, 1996).

1.3. Formulación del Problema

Teniendo en cuenta la naturaleza de estos suelos y las prácticas de manejo inadecuadas, así como la escasa masa de raíces superficiales de absorción y las altas precipitaciones como factores que influyen en la pérdida del boro aplicado ya sea por escorrentía, lixiviación o fijación; ¿Será necesario evaluar el comportamiento de la aplicación de Klip Boro para suplir la necesidad del elemento en la palma de aceite en la finca Los Naranjos del Municipio El Zulia, mediante la técnica de dilución y aplicación con bomba de espalda sobre el área de los platos con las dosis de 50 y 100 g y conocer su influencia en un nuevo plan de fertilización?.

1.4. Hipótesis.

Para este experimento de acuerdo al método que se empleará el cuadro de ANAVA, se tiene las siguientes hipótesis nula y alternativa:

- H_0 : La aplicación de Klip Boro diluido aumenta la concentración de boro en la palma.
- H_1 : La aplicación de Klip Boro no aumenta la concentración de boro en la palma.
- H_0 : La aplicación de Klip Boro aumenta la concentración de boro en la hoja después de un mes.
- H_1 : La aplicación de Klip Boro no aumenta significativamente la concentración de boro en la hoja, al mes.
- H_0 : La aplicación de Klip Boro aumenta significativamente la concentración de boro en la hoja, a los 2 meses.

- H₁: La aplicación de Klip Boro no aumenta significativamente la concentración de boro en la hoja, a los 2 meses.

Los grados de libertad utilizados para probar estas hipótesis son de 2% y 9%.

1.5. Variables

- **Variable independiente.** La dosis del Klip Boro en los tratamientos.
- **Variable dependiente.** La eficiencia en la asimilación del Boro

1.6. Otras variables.

- La calidad y descarga de agua por unidad experimental
- El equipo de aspersión
- Las características físico químicas del suelo (cobertura del suelo, arcillas, materia orgánica, textura, pH, etc...)
- Las raíces de absorción de la palma.
- La edad de la palma
- La humedad del suelo
- El tiempo (día soleado, día nublado para la transpiración y presión osmótica).

2. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de Palma de Aceite (*E. guineensis*) representa un importante escalafón en la economía del país y de la región de Norte de Santander, lo cual hace necesario el desarrollo de nuevos programas de fertilización del cultivo, tendientes a mejorar la eficiencia de los fertilizantes aplicados.

Teniendo en cuenta la literatura consultada sobre el problema identificado, por la variabilidad de suelos, clima y prácticas agronómicas se requiere de diferentes programas de fertilización para el óptimo uso de ello. Las recomendaciones de fertilización deben referirse a condiciones específicas y nunca podría justificar una generalización. Por lo tanto es indispensable instalar experimentos de fertilidad que permitan analizar e interpretar los resultados del diagnóstico foliar para hacer las recomendaciones precisas. Bowen y Kratky. Citado por Owen, (2011).

En torno a este compromiso se busca evaluar el comportamiento del Klip Boro diluido y aplicado al suelo en el área del plato de la palma, con bomba de espalda simulando una aplicación de herbicida en el control de arvenses, (más conocido como plateos químicos).

En la finca los Naranjos y en general en las plantaciones cercanas, las deficiencias de Boro se corrigen mediante aplicaciones de Borato 48; sin embargo, en dicha presentación comercial el boro no se encuentra totalmente disponible para ser absorbido por las raíces de la palma, sino que su molécula debe disociarse y convertirse en ácido bórico para que pueda ser asimilado.

Este proceso de transformación de la molécula lleva un tiempo e influye en la eficiencia de la fertilización, ya que depende de factores como la humedad y la microbiología del suelo; asimismo una vez es convertido a ácido bórico queda sujeto a pérdidas por lavado, sobre todo en suelos de textura gruesa o también puede ocurrir que se fije a los óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio predominantes en la región.

Estos factores influyen en la eficiencia de la fertilización con boro ya que por un lado no será aprovechable la dosis completa que se aplique, por otro, se demorará más en llegar el boro a los tejidos deficientes y por tanto causará problemas en el rendimiento y por otro lado no se podrá corregir la deficiencia en tiempo con bajas precipitaciones.

Dada la relevancia económica del boro en la palma, y los factores que influyen en la pérdida del mismo, es importante conocer el comportamiento y la eficiencia del Klip Boro como alternativa a un programa de fertilización, teniendo en cuenta mejorar la eficiencia y por ende la productividad de los cultivos de palma, los cuales mejoran el bienestar de los habitantes y la economía de la región, teniendo en cuenta prácticas de manejo sostenible que no tengan un impacto negativo en el medio ambiente.

3. OJETIVOS

3.1. Objetivo General

Evaluar el comportamiento de la fertilización con Klip Boro diluido en palma de aceite en la finca Los Naranjos del municipio El Zulia. (N. STD.)

3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar la concentración de boro en el lote 19 de la finca Los Naranjos del municipio El Zulia como un diagnóstico previo a la aplicación de los tratamientos.
- ✓ Analizar los resultados de los muestreos foliares de acuerdo a la dosis de 50 y 100 g de Klip Boro aplicado para saber si aumentó la concentración de boro en la hoja.
- ✓ Determinar cuál de las dos dosis de Klip Boro aplicadas (50 y 100 g) obtuvo mayor concentración a nivel foliar, y en cuál de los dos tiempos (1 mes u 2 meses) aumentó más la concentración para dar las recomendaciones precisas.

4. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

4.1. Importancia del cultivo de la Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*).

La Palma es originaria de África occidental, de ella ya se obtenía aceite hace 5.000 años, especialmente en la Guinea Occidental, de donde pasó a América, introducida después de los viajes de Colón, y en épocas más recientes fue introducida a Asia desde América; donde los mayores productores son Colombia y Ecuador (Sandoval, 2011).

En el ámbito mundial también es conocida como Palma Africana, siendo hoy la segunda fuente más importante de aceite vegetal después de la soya, con la diferencia de que la soya sólo produce 350 kilogramos de aceite por ciclo, mientras que de la palma es posible obtener más de cuatro toneladas de aceite por hectárea al año; iniciando producción a partir del segundo año de establecida en campo y continúa por más de veinticinco años. Una producción de racimos durante todo el año, tiene un promedio de 1,500 frutos o corozo por racimo (Sandoval, 2011).

Según Seeboldt y Salinas (2010), cifras de FEDEPALMA estiman que al año 2020 se podría llegar a una superficie de 750 mil hectáreas sembradas de palma.

Colombia tiene cuatro regiones palmeras, en las que se concentran 55 núcleos productivos, en torno a las plantas extractoras:

- Zona norte: departamentos de Magdalena, norte del Cesar, Atlántico, La Guajira y Antioquia.
- Zona central: departamentos de Santander, Norte de Santander, sur de Cesar y Bolívar -Magdalena Medio.
- Zona oriental: departamentos de Meta, Cundinamarca, Casanare y Caquetá.
- Zona Occidental: departamento de Nariño, Cauca y Chocó.

Es una planta de origen tropical, por lo que las mejores condiciones para su desarrollo se encuentran cerca del Ecuador, clima tropical húmedo, también tiene buena adaptación en regiones del trópico subhúmedo con una temperatura optima aproximada de entre 23 °C a 28°C, requiere de más de 1.800 milímetros de lluvia bien distribuida durante el año, con al menos 150 milímetros cada mes. Los suelos deben ser planos o ligeramente ondulados, fértiles con un horizonte superficial de 80 a 120 centímetros de textura franca y un subsuelo arcilloso no pesado que retenga humedad (Sandoval, 2011).

4.2.Diagnóstico y Necesidad de Boro.

Shorrocks afirma que “el Boro (B) es uno de los elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, lo cual fue probado inequívocamente por Warington en 1923 (Citado por Callejas; Desmartis, s.f.). Las formas en que actúa no están del todo claras, pero es indiscutible su importancia, ya sea por su participación en muchos y muy diversos procesos fisiológicos, así como por formar parte de la estructura de las paredes celulares y membranas Marshner; Azcón; Talón & Gil (Citado por Callejas; Desmartis, s.f.).

Fairhurst y Hårdter afirman que:

La deficiencia de boro es el desorden nutricional más común en las plantaciones de palma aceitera alrededor del mundo y se agrava en regiones con suelos alcalinos, arenosos y sujetos a alta precipitación, y en materiales genéticos altamente productivos bien abastecidos con otros nutrientes (N, P, K), cuyo crecimiento vegetativo y el desarrollo continuo de múltiples sumideros imponen altas demandas de boro a las plantas y al suelo de manera permanente. La deficiencia severa inhibe completamente el desarrollo de las hojas nuevas y culmina con la formación de un cráter alrededor del meristemo apical, debido a la desintegración de los primordios foliares no expandidos (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013, pág. 446).

Las hojas muestran expansión irregular y malformaciones especialmente en la sección distal.

Lewis (1980) afirma que:

“Debido a la poca movilidad del boro en la palma aceitera, los síntomas aparecen primero en las zonas en crecimiento, y los foliolos en la sección distal de las hojas son los más afectados. Con frecuencia se observa coloración verde más intensa en las hojas sintomáticas, que se han descrito como acartuchadas, acordeonadas, arrugadas, cola de pescado, hojas ciegas, y hoja chongas, entre otros términos. Además de las malformaciones, las pinnas son tiesas, frágiles y quebradizas. (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013, pág. 446)

La deficiencia de boro parece afectar más severamente el crecimiento reproductivo que el vegetativo, tal vez porque se reprimen la síntesis de citoquininas y la germinación del polen, cuyo tubo polínico emerge con malformaciones que le impiden alcanzar el saco embrionario Lewis (1980) (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013, pág. 446)

El rendimiento también puede disminuir debido a la fecundación insuficiente, causada por la pobre germinación del polen y las malformaciones de los tubos polínicos Dell y Huang (1997) afirman que:

“Los efectos post fertilización pueden incluir embriogénesis anormal, aborto de semillas y frutos y producción de embriones y frutos deformes. La variedad y severidad de las consecuencias difiere entre especies y dentro de una misma especie, con la localidad, las condiciones agroecológicas y a través de los años” (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013, pág. 447).

En las raíces, la deficiencia de boro retarda el crecimiento meristemático y causa niveles supra-óptimos de auxinas, que pueden inhibir la división celular e inducir aumentos de la AIA-oxidasa, y la producción de raíces con anormalidades morfológicas, apariencia achatada Bohnsack y Albert,

Hirsch y Torrey (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013), corchosis y niveles reducidos de antioxidantes como el ácido ascórbico Lukaszewski y Blevins (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013).

La pérdida de la dominancia apical causa la diferenciación de raíces laterales que no llegan a desarrollarse completamente, formándose aglomeraciones de raíces cortas y gruesas cerca de las puntas. La temprana inhibición del crecimiento de las raíces en comparación con la aparición de los efectos en el tallo y las hojas causa aumentos de la relación tallo: raíz, lo cual puede predisponer a las plantas a experimentar volcamiento, deficiencias de agua y de nutrientes del suelo Bennett (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013, pág. 447).

Las raíces finas de las palmas aceiteras deficientes en boro son menos abundantes, adquieren apariencia enmarañada, lucen secas y más oscuras que las raíces de las palmas sanas. (Gutiérrez & Torres, 2013, pág. 447).

Los síntomas descritos son la consecuencia de las funciones estructurales y metabólicas desempeñadas por el boro en las plantas terrestres en general. En la palma aceitera, su deficiencia causa aumentos de la concentración de ácidos fenólicos, los cuales inhiben la oxidación del AIA, con aumentos sustanciales en los niveles de auxinas Rajaratnam (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013, pág. 447) Esto podría relacionarse con los síntomas semejantes a la etiolación observados en palmas adultas deficientes en boro. (Gutiérrez & Torres, 2013, pág. 447).

Adicionalmente, el tamaño de los poros de las paredes celulares se incrementa conforme la disponibilidad disminuye. Debido a que el crecimiento depende de la estructura, la organización y la lignificación de los polisacáridos pépticos de la pared celular (Läuchli 2002), la deficiencia de boro causa inhibición de la expansión de las hojas y resulta en el debilitamiento y el doblamiento del cogollo (Citado por Gutiérrez & Torres, 2013, pág. 447)

Por ser de baja movilidad en la palma, los síntomas de deficiencia se presentan en las hojas jóvenes Shorrocks (1984) afirma que: en las diferentes fases de la deficiencia se presentan varios síntomas. El más común es el de folíolo en forma de gancho, pero existen otros síntomas como el arrugamiento transversal del folíolo, las bandas blancas, el doblamiento abrupto de la hoja, las puntas de cerda, la hoja pequeña y hasta la muerte (Citado por Owen, 2011, pág. 18)

En palma de aceite, el boro se debe aplicar al suelo. En palmas con 6-8 ppm en la hoja 17 al aplicar boro al suelo, aumentan, en dos meses, a 15 ppm Ollagnier et al. (Citado por Owen, 2011, pág. 21). La aplicación foliar de boro no incrementa significativamente la producción de racimos, especialmente al inicio de la producción Ataga et al. (Citado por Owen, 1993, pág. 21).

Es más conveniente aplicar el boro al suelo, ya que es muy poco translocado de la hoja a la raíz. Para el desarrollo de raíces largas y bien formadas, para lograr la máxima exploración del suelo y la extracción de agua y nutrimentos, se requiere boro en el suelo y no un alto contenido en la hoja. (Owen, 1993, pág. 21).

El boro se puede aplicar al suelo o al follaje; sólo o mezclado con fertilizantes; como sólido o líquido Bowen y Kratky afirman que:

“debido a la alta solubilidad de las fuentes y a la alta movilidad del micro nutrimento en el suelo, ya que existe principalmente como anión (carga negativa), es adsorbido rápidamente por el cultivo pero también es lixiviado, especialmente en suelos de texturas gruesas, ácidos y bajos en materia orgánica” (citado por Owen, 1993, pág. 21).

En estudios adelantados por Corpoica con el apoyo de la Federación de Palma de Aceite (Fedepalma) y otros colaboradores, se muestra los niveles críticos de la concentración del boro en la hoja, las formas de aplicación, así como las fuentes más usadas. (Owen E, s.f.)

En la Tabla 1 se observa que el contenido de B extraído por el método Hunter, usado por el ICA (Lora 1990), es favorable para la mayoría de los cultivos en todas las subregiones y regiones. Pero estos datos no correlacionan con lo observado en el campo, ya que se presentaron síntomas de deficiencias de boro, de mayor a menor grado, en todas las subregiones. Los resultados no se pueden comparar con los de otros investigadores por usar métodos de extracción diferentes. Citado por (Owen E, s.f.).

Tabla 1. Promedio del contenido de Boro.

REGIÓN	SUBREGIÓN	BORO
Costa Atlántica	(3)	0,57
	Z. bananera. (Santa Marta)	0,41
	Pl. Al. Ariguani.	0,68
	Piedemonte S. Perijá	0,73
Valles Interandinos	(2)	0,40
	Al. R. San Alberto	0,37
	P. Al. Pto. Wilches	0,42
Piedemonte Llanero	(3)	0,44
	Terraza Baja	0,52
	Terraza Media	0,29
	Terraza Alta	0,35
Costa Pacífica	(3)	0,41
	Al. R. Mira.	0,37
	C. Onduladas.	0,44
	C. Quebradas.	0,45

Fuente; Gómez Cuervo et al, 1990 Palmas, Volumen 14. No. 4, 1993.

Promedio del contenido de Boro (B), determinado por el Método Hunter (ICA) en las Principales Subregiones Palmeras de Colombia.

Valores favorables: Palma de aceite.

Generales. (Método Hunter). $B > 0,3$ ppm (Martín, 1969).

0,20 ppm (Lora 1990).

Valor desfavorable:

Tabla 2. Niveles Críticos de Micronutrientes en el Suelo

Micro nutriente	Suelos (ppm)	
	Minerales	Orgánicos
Boro (Lora 1990)	< 0,20	
Boro (Martín 1969)	< 0,30	

Fuente; Gómez Cuervo et al, 1990. Palmas, Volumen 14. No. 4, 1993

Chapman (1966) afirma que: el nivel crítico es el nivel de cualquier elemento en una hoja por debajo de la cual existe gran posibilidad de lograr una respuesta positiva con la aplicación de un fertilizante. Citado por Owen (s.f.).

Para facilitar la comparación del contenido de micronutrientes de la palma de aceite con los otros cultivos se reportan los datos de Chapman (1966) en la Tabla 3.

Tabla 3. Niveles Críticos de los Micronutrientes en el Follaje para los Cultivos en General.

Micro nutriente	-----ppm-----		
	Bajo	Normal	Exceso
Boro	< 20	20-100	> 200

Fuente: Chapman 1966. Citado por (Owen E, s.f.).

Por lo general, los niveles críticos hallados independientemente en diferentes regiones del mundo son muy similares (Ollagnier et al. 1970). Citado por (Owen E, s.f.).

Boro. Ferrand (1960) reporta de 25 a 30 ppm como nivel crítico para la hoja 17; Ollagnier et al. (1970) registran 8 ppm para Colombia y para Malasia de 15 a 20 ppm. Por su parte, Rosenquist, citado por Ng (1972), considera el valor 10-20 ppm. Citado por (Owen E, s.f.).

4.3. Antecedentes empíricos.

Finca Los Naranjos.

Como trabajo previo a la realización de la investigación se realizó una pequeña entrevista a productores de la finca Los Naranjos ubicada en el corregimiento de Astilleros del Municipio El Zulia en el Departamento Norte de Santander, los cuales afirmaron haber aplicado el boro de distintas formas como por ejemplo en forma de drench en la axila de la hoja 9 y 17 pero esta práctica tenía la desventaja de sufrir quemazones e intoxicaciones, debido a la velocidad y/o falta de capacitación del personal de aplicación, los cuales a veces aplicaban el boro directamente en el cogollo, causando daños. (A. Productores Finca Los Naranjos, comunicación personal, 27 de noviembre de 2017).

También afirman haber aplicado el boro bajo las “paleras” (montones de hojas encalladas), y aplicaciones superficiales sobre el área del plato a 50 centímetros del estipe con dosis de 50 y 100 gramos, así como aplicaciones foliares con productos como Borolit y Calcio Boro en palmas jóvenes menores a 2 años, mostrando buenos resultados; sin embargo en la mayoría de casos las aplicaciones las hicieron sin tener en cuenta los resultados de un análisis químico, sino con base en las experiencias de otras plantaciones de otras regiones del país, como la costa norte. (A. Productores Finca Los Naranjos, comunicación personal, 27 de noviembre de 2017).

Antecedentes Bibliográficos.

El análisis de suelo y de tejido foliar, resulta básico en un plan de fertilización equilibrado; un análisis previo de suelo permite determinar la reserva del elemento en el suelo y su grado de solubilidad de acuerdo al pH y su relación con las bases catiónicas. Un análisis foliar permite determinar la concentración real del elemento en la hoja.

Shorrocks 1997 afirma que: la corrección inmediata puede lograrse mediante la aplicación de varias formulaciones químicas al suelo, a las hojas, y a otras partes de la planta como el cogollo o las hojas Pág. 447 Citado por Gutiérrez & Torres (2013).

Por su parte Rajaratnam (1976) afirma que: Puede practicarse un “drench” o colocarse fuentes de boro de lenta liberación, sujetas a la lixiviación por la lluvia, en la forma de envoltorios de papel en las axilas de algunas hojas jóvenes. Citado por Gutiérrez & Torres (2013).

Aunque la efectividad de este método ha sido verificada en el campo, la concentración idónea para la palma aceitera no ha sido determinada y el método puede causar distribución irregular dentro de la planta y toxicidad severa en casos de solubilización excesiva debida, por ejemplo, a periodos de alta precipitación. Gutiérrez & Torres (2013).

Estos métodos tienen la desventaja común de que sus efectos no son permanentes, por lo que corrigen los problemas en los tejidos y órganos existentes al momento de la aplicación, pero no previenen los problemas nutricionales de las hojas y los frutos producidos subsecuentemente. Gutiérrez & Torres (2013).

Roach 1939, Boyle et al. 1991, afirman que:

también se ha hecho la corrección mediante la inyección de sustancias un método fisiológico ampliamente documentado y utilizado en diferentes especies y situaciones, puede hacer una contribución significativa a la corrección duradera de la deficiencia de boro, porque introduce

el nutriente directamente en los tejidos vasculares y facilita su transporte hacia los sumideros con poca transpiración y poco poder de atracción de minerales, como las hojas en expansión y los racimos jóvenes sujetos a la sombra del dosel. Pág. 447. Citado por Gutiérrez & Torres (2013).

Boyle et al. 1991, afirma que: la efectividad de la inyección para introducir sustancias orgánicas e inorgánicas y aliviar los síntomas de diferentes tipos de estrés también ha sido bien documentada. La inyección como práctica hortícola con fines fitosanitarios es una práctica común en lugares donde las palmas son componentes importantes del paisaje urbano, como Hawái y Florida. Pág. 447. Citado por Gutiérrez & Torres (2013).

Wanasuria et al. 1999 afirma que: en la palma aceitera, la deficiencia de otros minerales de baja movilidad, como el hierro, ha sido corregida efectivamente mediante la inyección de sustancias férricas ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) a través de las raíces gruesas y superficiales. Pág. 447 Citado por Gutiérrez & Torres (2013).

Actualmente algunas empresas palmeras como Palma Aceite en la costa Norte entre otras, están haciendo aplicaciones de Klip Boro, tanto edáficas como foliares, mostrando buenos resultados en la eficiencia de fertilización con boro, ya que esta fuente presenta una alta solubilidad en agua (148g/ litro de agua), con respecto a otras fuentes comerciales como el ácido bórico (55,5g/ litro de agua) ó el bórax (62,5g/ L de agua). Esto la hace más aprovechable por las plantas y facilita su metabolismo interno, ya que la planta consume menos energía para su aprovechamiento, mejorando por ende, la eficiencia de la asimilación.

4.5. Klip Boro

Registro de venta Colombia ICA 514

Clase de producto: Fertilizante químico simple para aplicación foliar y al suelo.

Tipo de Formulación: Polvo soluble

Categoría toxicológica: No aplica

Presentación: 1 Kg

Fabricante: Colinagro S.A.

COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

Componente: Octaborato de sodio tetra hidratado

Número CAS: 12280-03-04

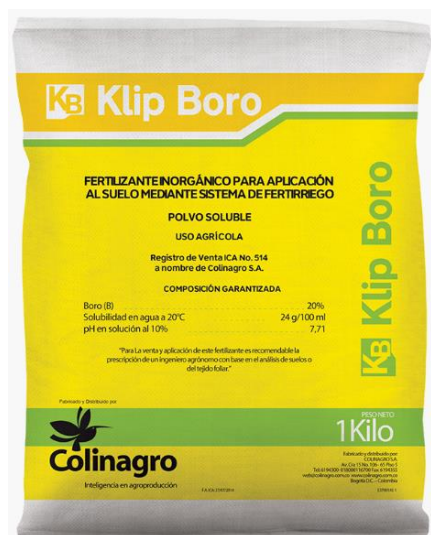
Nutriente: Boro

Concentración: 20.5

Solubilidad en agua a 20°C: 24 g/100 ml.

pH en solución al 10%: 7,71

Figura 1. Klip Boro. Presentación.



Fuente: www.colinagro.com

KLIP BORO es una fuente de boro altamente soluble y de rápida asimilación por las plantas, tanto por vía foliar como edáfica; es recomendado para el tratamiento preventivo y correctivo de las deficiencias de este elemento. (Colinagro s.f., Ficha técnica.)

Recomendaciones de uso: Colinagro recomienda su uso a cultivos como: Arroz, Cebolla, Ajo, Café, Papa, Tomate, Pimentón y Palma de Aceite, entre otros, en aplicaciones edáficas y foliares, en diferentes dosis, épocas y con base en los resultados de un análisis químico de suelos y foliar

por cuanto es posible pasar muy fácilmente de la deficiencia a la toxicidad. Se requiere de la asesoría de un Ingeniero Agrónomo, ya que la dosis varía de acuerdo al tipo de cultivo y a las condiciones climáticas. (Colinagro s.f., Ficha técnica.)

VIA EDAFICA: Hasta 10 kilogramos de KLIP BORO por hectárea disueltos en 200 litros de agua, aplicado con bomba manual de espalda, sin rotor. (Colinagro s.f., Ficha técnica.)

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. Generalidades de la Finca

La finca se encuentra ubicada en la vereda Los Naranjos del corregimiento Astilleros del municipio El Zulia en el Departamento Norte de Santander, aproximadamente a 40 minutos de la cabecera municipal de El Zulia y a 1 hora de la Ciudad de Cúcuta.

Geográficamente se encuentra entre los 1185264 de latitud Norte y 7258153 de longitud Oeste de Greenwich, una altura de 90 msnm, una temperatura promedio de 27°C, Humedad relativa de 75%, precipitación anual de 1800 mm y suelos franco-arcillo-arenosos. Cuenta con un área total de 426 hectáreas, de las cuales hay sembradas 360 has en cultivo de palma aceite (*E. Guineensis*) con siembras desde 1988 hasta 2014 y materiales como Dami Las Flores, Ténera Indupalma, Nigeria y Ganna con densidades de siembra de 143 palmas por ha. (Finca Los Naranjos).

5.1.1. Mapa de distancia y ruta desde Cúcuta.

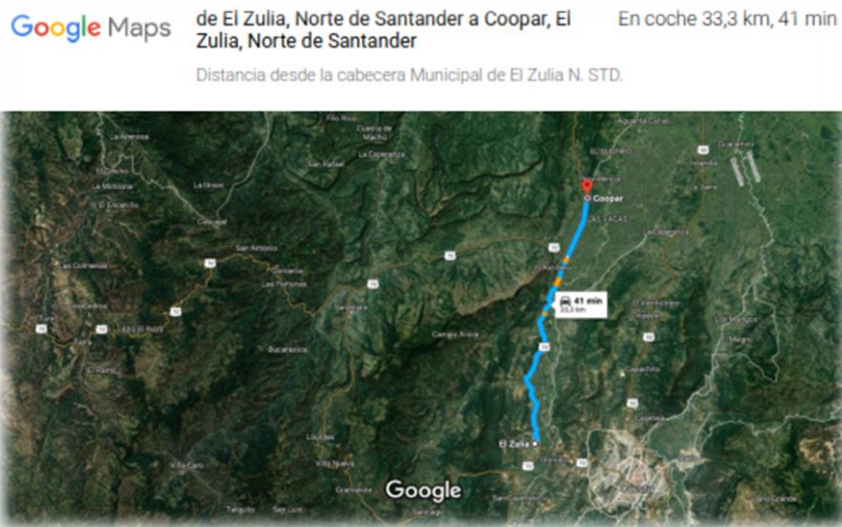
Figura 2 Mapa. Ruta y distancia desde la ciudad de Cúcuta.



Fuente: Google Maps.2018.

5.1.2. Mapa de distancia y ruta desde la cabecera Municipal de El Zulia.

Figura 3 Mapa. Distancia y ruta desde la cabecera municipal de El Zulia.

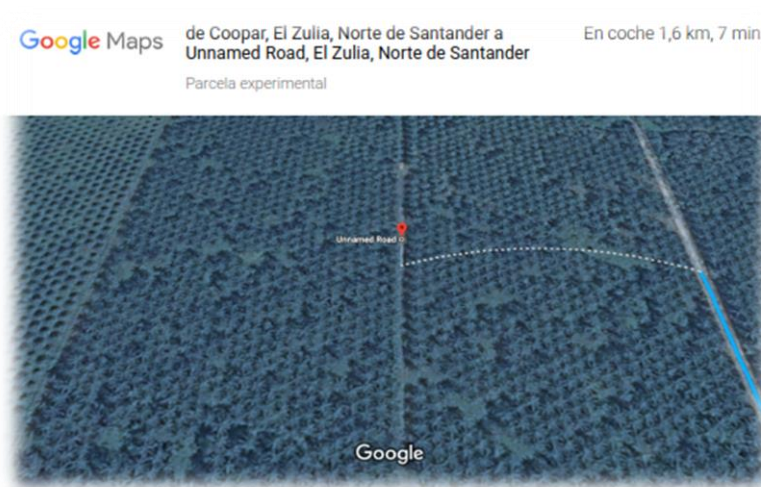


Fuente: Google Maps.2018

La figura 2 muestra la ruta y distancia desde la ciudad capital hacia el predio experimental; y la figura 3 muestra la ruta y distancia desde la cabecera municipal del municipio al que pertenece el predio donde se llevó a cabo el experimento.

5.1.3. Mapa de ubicación del diseño experimental.

Figura 4. Mapa de ubicación del diseño experimental.



Fuente: Google Maps.2018

La finca se encuentra distribuida en 21 lotes grandes y estos a su vez en parcelas de 6,5 hectáreas para un total de 64 parcelas dentro las cuales se escogió 1 parcela correspondiente al lote 19, el cual presenta las siguientes características.

- Variedades: Dami las flores y Ténera Indupalma.
- Siembras: 2009, 1995 y 1988.
- Total de palmas vivas: 752

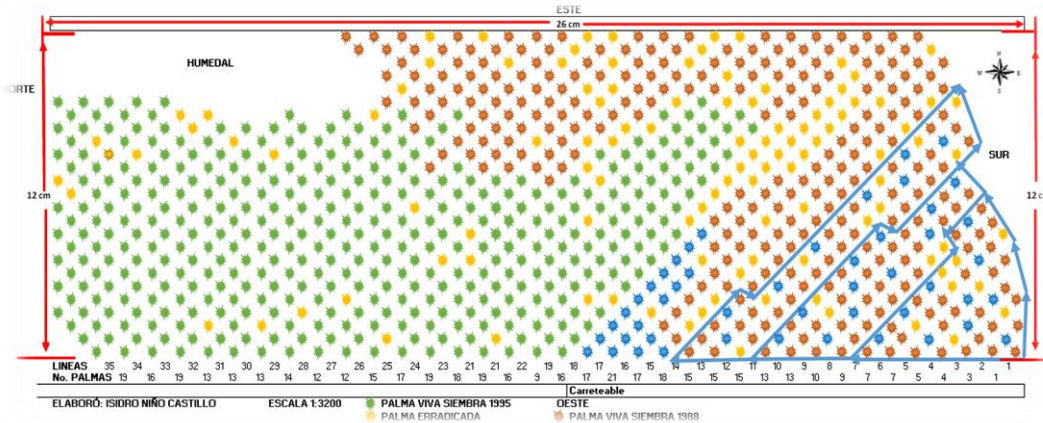
De estas tres siembras y dos variedades se escoge la variedad Ténera Indupalma de 1988 para el experimento, debido a que se observa mayor deficiencia del elemento a evaluar y el cual presenta las siguientes características:

- **Material experimental:** palmas de la variedad Ténera Indupalma.
- Año de siembra: 1988
- Edad: 30 años
- Total palmas Ténera: 290
- Densidad de siembra: 143 palmas por ha a una distancia de siembra de 9 x 9 m.

- El sector corresponde a un suelo de textura Franco arenoso
- Topografía plana.

5.1.4. Plano del lote con diseño de bloques.

Figura 5. Plano del lote con diseño de bloques.



Fuente: Isidro Niño C. 2018.

5.2. Metodología

La metodología que se utilizó para el experimento es a través de un Diseño de Bloques Completos al Azar. La población total de la variedad y área escogida es de 290 palmas de 30 años de edad y la cual se encuentra en medio entre el restante cultivo de la parcela y linderos con otra parcela de la misma variedad y del mismo año de siembra.

Para el desarrollo del experimento y de acuerdo a la población se escogió 1 hectárea correspondiente a las primeras 141 palmas del lote las cuales se dividió en tres bloques de 47 palmas, las cuales se demarcaron con su respectiva numeración, (Bloque 1, Bloque 2 y Bloque Testigo), para proceder a aplicar los respectivos tratamientos (ver figura 8. b, c y d.)

Dentro de cada bloque, se seleccionaron al azar 10 palmas para aplicarles el tratamiento, para un total de 30 unidades experimentales. Los tratamientos corresponden a dosis de (0, 50 y 100 grs

de B por palma) como Klip Boro (20% de B) en su formulación comercial (polvo de cristales) con solubilidad de 24 gr/100 ml de agua a 20 C°.

5.2.1. Tipo de Investigación.

Experimental. Nivel Descriptivo.

El presente trabajo de investigación es de tipo Experimental, ya que se analiza el efecto producido por la acción de la variable independiente sobre la variable dependiente, y es Descriptiva porque pone de manifiesto el comportamiento de los fenómenos en estudio.

5.2.2. Población.

- La población total de la parcela es de 752 palmas, de las cuales 290 pertenecen a la variedad Ténera de estudio.

5.2.3. Muestra.

- Tipo de muestreo: Aleatorio simple
- Muestra por bloques: 47
- Total de muestras para los tres bloques: 141
- Muestra experimental por bloque: 10
- Total de muestras experimentales: 30

5.2.4. Técnicas e instrumentos

Teniendo en cuenta la metodología empleada de Bloques completos al azar se asignó un tratamiento para cada bloque de acuerdo a las dosis más usadas en los planes de fertilización de la finca Los Naranjos para corregir deficiencias del elemento.

Para nivelar hasta el valor de suficiencia de la palma de acuerdo a los suelos de la finca, la variedad y edad de la palma, normalmente se aplican 50 g de B; y para una producción esperada de 25 toneladas por hectárea se aplican 100 g de B, sin embargo en estas recomendaciones no se tiene en cuenta las pérdidas por lavado, lixiviación y fijación y por ende las palmas muestran los

diferentes síntomas asociados a la deficiencia de este elemento. Por ello en este tratamiento se evaluó el comportamiento con las mismas dosis pero teniendo en cuenta que el producto Klip Boro es de mayor concentración (20.5) en comparación con el borato 48 que tiene una concentración de 14%. Esta diferencia de 6.5 en concentración reemplaza las pérdidas por diferentes factores.

De esta manera los tratamientos asignados y evaluados quedaron de la siguiente forma:

- Bloque 1: 500 gramos de Klip Boro., 50 gramos por unidad experimental.
- Bloque 2: 1000 gramos de Klip Boro., 100 gramos por unidad experimental.
- Bloque 3 (testigo): 0 gramos de Klip Boro.

De acuerdo a la solubilidad del Klip Boro la cual es de 24 g/100 ml y a la dosis a aplicar en cada tratamiento, se procedió a realizar los respectivos cálculos para determinar el agua necesaria y la cantidad de boro a diluir en esa agua.

Si 24 g se disuelven en 100 ml de agua, ¿cuánta agua se requiere para diluir 500 y 1000 gramos de Klip Boro?

- 24g-----100ml 24g-----100ml
- 500g-----2.083ml 1000g-----4.167ml
- 2.083 ml para el bloque 1. 208 ml por unidad experimental del bloque 1.
- 4.167 ml para el bloque 2. 417 ml por unidad experimental del bloque 2.

Para disolver los 500 gramos del primer tratamiento se necesitaron 2.08 litros de agua para lo cual se aproximó a 2.1 litros. Y para disolver los 1000 gramos del segundo tratamiento se necesitaron 4.16 litros de agua, para lo cual se aproximó a 4.2 litros de agua.

La mezcla, dilución y aplicación, se realizó con una bomba de espalda de 20 litros de agua, previamente calibrada para descargar 208 y 417 ml de agua por palma según el tratamiento.

De acuerdo a la descarga de solución por palma se determinó también el rendimiento por bomba y el requerimiento por hectárea.

Primero se determinó cuanto Klip Boro se puede disolver en los 20 litros de agua de la bomba de acuerdo al siguiente cálculo:

Fórmula para determinar el B a disolver en los 20 L de la bomba.

Si 100 ml -----24 g

20.000 ml ----4.800 g

Fórmula para determinar el rendimiento por bomba con dosis de 50 g.

4,800 g / 50 g dosis = 96 p

20.000 ml / 208 ml descarga = 96 p

Fórmula para determinar el rendimiento por bomba con dosis de 100 g.

4,800 g / 100 g dosis = 48 p

20.000 ml / 416 ml descarga = 48 p

De acuerdo al siguiente cálculo los 20 litros de agua disuelven 4.8 kg de Klip Boro, y estos 4.8 kg disueltos en los 20 litros de agua aplicando una dosis de 50 g alcanza para 96 palmas y aplicando 100 g alcanza para 48 palmas. Por lo tanto para cubrir una hectárea aplicando 50 y 100 g de Klip Boro, se requiere:

- La hectárea consta de 143 palmas, por tanto:

Fórmula para 50 gramos por palma.

- 96 Palmas -----1 Bombada
- 143-----?---1.5 Bombadas

Fórmula para 100 gramos por palma.

- 48 Palmas -----1 Bombada

- 143-----?-----3 Bombadas

De acuerdo a estos cálculos sencillos aplicando una dosis de 50 g de Klip Boro por palma se necesitó 1.5 bombadas de 20 L de agua por hectárea; y para aplicar 100 g se necesitó 3 bombadas por hectárea.

Los muestreos foliares se tomaron en la hoja 17, tomando 4 foliolos de cada lado del raquis de la hoja en la parte central de la hoja. El muestreo se realizó entre las 8 y las 10 a.m.; posteriormente se procedió a su limpieza y secado en horno a 70°C, luego se etiquetó y envió al laboratorio Multianálisis en Bogotá, para su respectivo análisis.

Como modelo matemático se utilizó el análisis de varianza. (Esta medida permite identificar la diferencia promedio que hay entre cada uno de los valores respecto a su punto central (Media) (ANOVA), esta se utiliza para determinar una razón de las diferencias observadas, el nivel de margen de error y así mismo para comprobar la hipótesis nula.

5.3. Actividades preliminares

Se realizó un reconocimiento del lote, (observación visual de las palmas, área foliar, estado fitosanitario, plantas epífitas, altura, linderos, número de plantas erradicadas) y a partir de esta información, se realizó un plano donde se muestra el área de experimento. (Ver Figura 6. Reconocimiento del lote) y (Figura 7. Plano con diseño de bloques.)

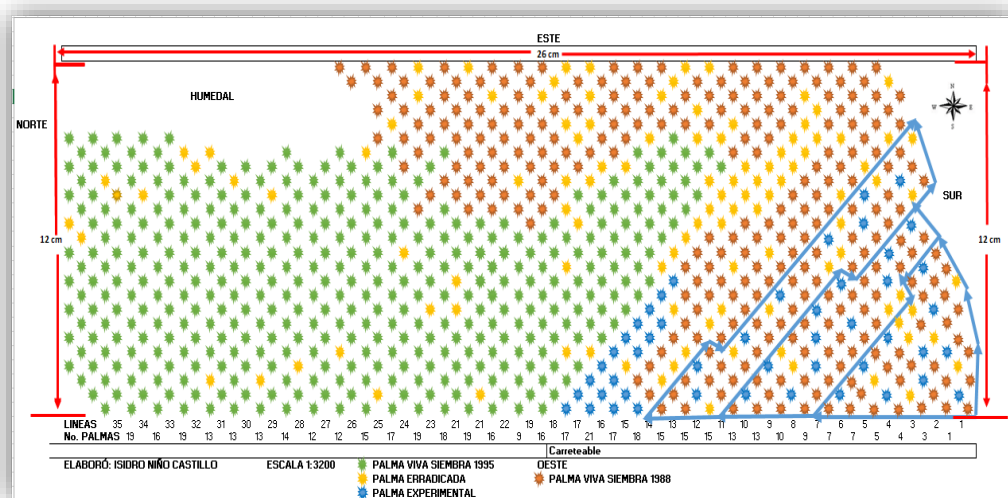
La parcela consta de 6.5 hectáreas en total, y presenta tres siembras y dos variedades diferentes; siembra 1988 material Ténera Indupalma, siembra 1995 material Dami las flores y siembra 2009 material Dami las flores. La investigación se llevó a cabo en la siembra 1988 material Ténera Indupalma (ver figura 6).

Figura 6. Cultivo. Reconocimiento del lote.



Fotografía por: Isidro Niño C. 2018.

Figura 7. Plano de la finca, con diseño de bloques.



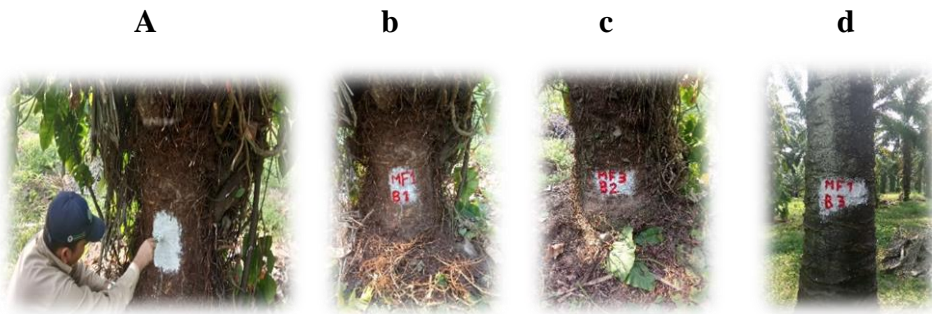
Fuente: Isidro Niño C. 2018.

De acuerdo a las observaciones antes mencionadas, se escogieron las primeras 141 plantas del lote por la dirección sur, la cual colinda con más cultivo de palma de la misma variedad y mismo año de siembra, sin ninguna barrera física. Esta hectárea se dividió en tres bloques de 47 palmas cada uno (Ver figura 8. b, c y d.)

En cada bloque se escogieron 10 palmas al azar como unidades experimentales, tratando de que éstas 10 palmas o unidades experimentales sean representativas del bloque de 47 palmas. Posteriormente se procedió a la marcación de éstas palmas con pintura, realizando una ligera

limpieza y remoción de plantas epífitas, aplicando una base de color blanco para luego dibujar el número correspondiente al bloque y unidad a muestrear y poder realizar los siguientes muestreos sin equivocarme. (Ver figura 8. a, b, c y d.)

Figuras 8. Marcación de bloques.

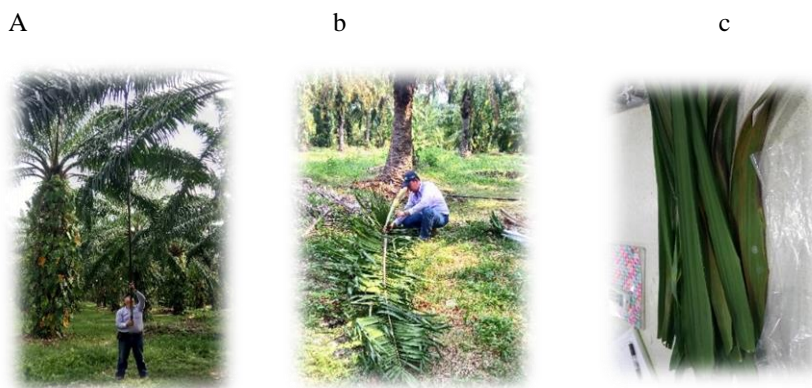


Fotografías por: Isidro Niño C. 2018.

5.4. Muestreo Foliar previo.

Una vez realizadas las labores previas, se procedió a la toma del muestreo de la siguiente forma: Con la ayuda de un cuchillo curvo con extensión, se removieron 4 folíolos de cada lado del raquis de la hoja número 17, los cuales se fueron reuniendo en una bolsa de polietileno para su posterior tratamiento de limpieza y secado. (Ver figura 9. a, b, c).

Figura 9. Toma del muestreo previo.



Fotografías de: Isidro Niño 2018.

Para este primer paso se realizó un solo muestreo en los tres bloques, teniendo en cuenta que al cultivo se le ha dado el mismo manejo y las características físicas y químicas son las mismas, de acuerdo al análisis de suelo de la parcela de ésta área. (Ver figura 10. análisis de suelos).

Figura 10. Resultado del análisis de suelo.



Fertilizantes: Químicos
Químico Organicos
Líquidos

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

CLIENTE	Isidro niño
FINCA	Plantación Los Naranjos Muestra 1 parte alta
MUNICIPIO	El Zulia
CULTIVO	Palma 28 años
FECHA	23-03-2017

RESULTADOS

PARAMETR	RESULTAD	UNIDAD	REFERENCIA	COMPARATIVO			METODO
				BAJO	MEDIO	ALTO	
pH	5,06		Bajo	4-6,5	6,6-7,3	>7,3	Electrométrico phmetro
C.O.	0,70	%	Bajo	<1,7	1,7-2,7	>2,8	Valoración Walkley Black
MAT. ORG.	1,22	%	Bajo	<3,0	3,0-5,0	>5,0	Valoración Walkley Black
C.E.	0,16	d5/m	Bajo			>2,5	Electrométrico
C.I.C.	6,73	Meq/100 gr	Bajo	< 10	10-20	>20	Valoración Acetato de Amonio
POTASIO	0,07	Meq/100 gr	Bajo	<0,30	0,3-0,6	>0,6	Refrectometria
CALCIO	1,73	Meq/100 gr	Bajo	<3,0	3,0-6,0	>6,0	Colorimétrico
MAGNESIO	0,90	Meq/100 gr	Bajo	<1,5	1,5-2,7	>2,7	Colorimétrico
ALUMINIO	1,23	Meq/100 gr	Alto			>0,5	Valoración Extracción KCl
SODIO	0,19	Meq/100 gr	Bajo			>1,0	Ión selectivo
FOSFORO	8,30	ppm	Bajo	<20	20-40	>40	Colorimétrico Bray 2
AZUFRE	0,93	ppm	Bajo	<5,0	5,0-15	>15	Turbidimetrico
HIERRO	68,80	ppm	Alto	<25	25-50	>50	Colorimétrico
BORO	0,14	ppm	Bajo	<0,20	0,2-0,4	>0,4	Colorimétrico
ZINC	0,32	ppm	Bajo	<2,5	2,5-5,0	>5,0	Colorimétrico
COBRE	0,12	ppm	Bajo	<1,0	1,0-2,5	>2,5	Colorimétrico
ARENA	63,00	%					Bouyoucos
ARCILLA	19,00	%					Bouyoucos
LIMO	18,00	%					Bouyoucos
TEXTURA	Franco arenoso						Bouyoucos
REL Ca/Mg	1,92		Baja	<3	3,0-6,0	>6,0	
REL Ca/K	25,37		Media	<15	15-30	>30	
REL Mg/K	13,24		Media	<10	10-15	>15	
REL Ca+Mg/K	38,60		Media	<20	20-40	>40	

JULIO CESAR ANTOLINEZ GÓMEZ

Químico U.I.S. Tarjeta Profesional. P.Q. 1160

Especialista en fertilizantes y medio ambiente U.A.M. (España)

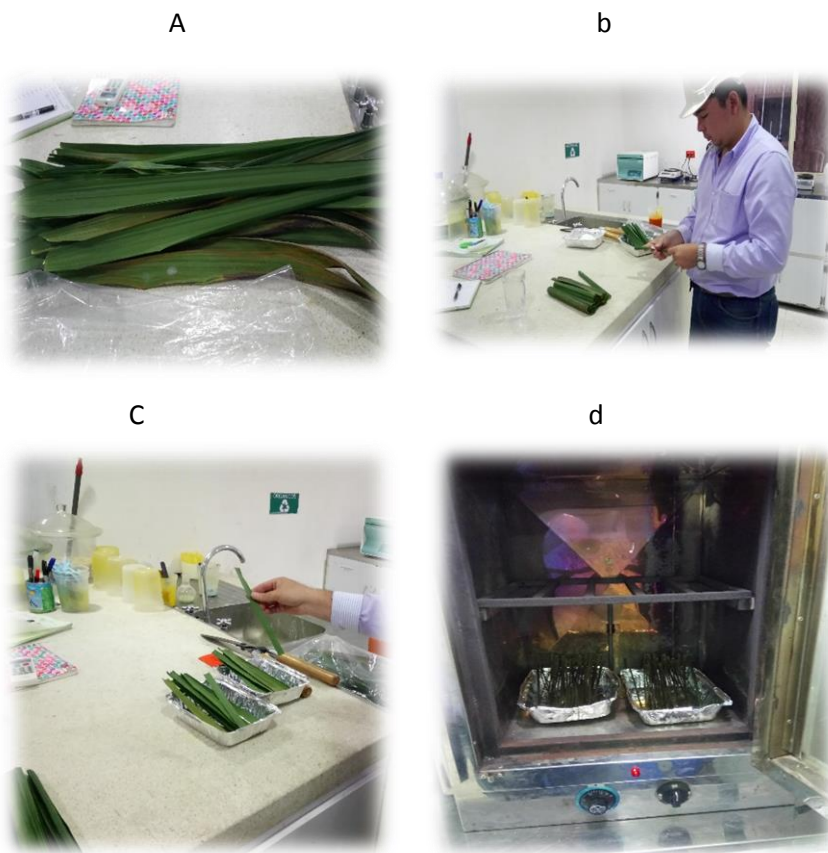
Fabrica Finca la Fortuna Km. 27 vía al mar. Portachuelo. Rionegro. Telefax 6450745. Cel. 315 635 54 84 315 634 86 97

Fuente: Finca Los Naranjos, parcela lote 19.

Una vez tomadas las muestras se procedió de inmediato a su limpieza y secado de acuerdo a la metodología propuesta por Cenipalma:

- Con la ayuda de una tijera grande, se retiró el ápice del foliolo y la parte de inserción del foliolo con el raquis y se tomó la parte central para su posterior limpieza con agua destilada.
- Con un poco de algodón humedecido en agua destilada se limpiaron los foliolos, luego se retiró los bordes y la nervadura central y se dividió en 2, muestra a y muestra b, depositándolos en 2 bandejas de aluminio y se sometieron a secado en el horno a una temperatura de 70°C por 2 horas, realizando inspecciones y volteos constantes, hasta que tornara de un aspecto quebradizo. (Ver figura 11. a, b, c, d. limpieza y secado).

Figura 11. Limpieza y secado.



Fotografías de: Isidro Niño C. 2018


- Una vez secas las muestras se etiquetaron con su respectiva información y se envió al laboratorio de Multianálisis en Bogotá para su respectivo análisis. (ver figura 12. Empaque y etiqueta).

Figura 12. Empaque y etiqueta.



Fuente: Isidro Niño C. 2018.

Figura 13. Resultado químico del muestreo previo.

		RESULTADO DE ANÁLISIS FOLIAR			F-AF-09-15
					VERSION: 01
					PÁGINA 1 DE 1
FECHA DE RECEPCION	ABRIL 20 DE 2018	FECHA DE ANÁLISIS	MAYO 06 DE 2018	CODIFICACION	
NOMBRE DEL CLIENTE (EMPRESA)	ISIDRO NIÑO CASTILLO			FL-2165	
MUNICIPIO	EL ZULIA N-D-S	NIT. IDENTIFICACION	N/A		
DEPARTAMENTO	NORTE DE SANTANDER	TELÉFONO	3112396152		
VEREDA	NA	CULTIVO	PALMA ACEITERA		
FINCA	LOS NARANJOS	LOTE	LOTE 19 - MUESTRA PREVIA		
ANÁLISIS REALIZADO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	
BORO	B	7,78	ppm	COLORIMETRÍA	
Estimado Cliente: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con sesenta (60) días para realizar alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte LABORATORIO MULTIANÁLISIS, asume la conformidad con los resultados del análisis.					
NOTA: EL ANÁLISIS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA TRAIDA POR EL CLIENTE AL LABORATORIO					

Natalia Carreño

DIRECTORA
YURLEY NATALIA CARREÑO E.
ING. QUÍMICA 16400

Mario Gómez

ANALISTA
MARIO ALEXANDER GÓMEZ S.
ING. QUÍMICO 22744

Fuente: Laboratorio Multianálisis.

6. APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO.

Listo el equipo de aspersión de 20 litros con su boquilla original tipo bala, se procedió a su calibración de la siguiente forma:

- Se agregaron 5 litros de agua pura a la bomba, posteriormente se movió la palanca para cargar de presión y agua y poder medir la descarga de agua en un recipiente. Se determinó que con 2 y 4 veces subir y bajar la palanca, se descargará el agua mezcla necesaria para los tratamientos por unidad experimental.
- Posteriormente se agregó el agua necesaria para la dilución de los tratamientos, (2100 y 4200 ml), se reguló la boquilla para descargar una nube rápida de agua para el primer tratamiento, y un poco más abierto estilo chorro, simulando la aplicación de herbicida en los platos y de modo que alcanzara para las 10 unidades experimentales. (ver figura 13. a, b, c.).
- Una vez calibrado el equipo de aspersión, se procedió a realizar la dilución del Klip Boro en un recipiente abierto con el agua necesaria en cada tratamiento, revolviendo bien hasta obtener una buena suspensión. Posteriormente se agregó la mezcla a la bomba y se procedió a su aplicación. (ver figura 14. a, b, c, d, e, f, g, h.)
- A cada unidad experimental se le descargó el agua necesaria calculada para cada tratamiento.

Figura 13. Calibración del equipo.



Fotografías de: Isidro Niño 2018.

Figura 14. Dilución y aplicación del producto.




Fotografías por: Isidro Niño 2018.

6.1. Toma del primer muestreo foliar pos aplicación del tratamiento (1 mes).

Trascurridos 30 días en la aplicación de los tratamientos, se procedió a tomar el primer muestreo foliar para enviar al laboratorio y determinar si hubo o no aumento en la concentración de boro en la hoja. Al igual que en el muestreo previo, se procedió a la toma, arreglo y envío de la misma forma y técnica empleada por Cenipalma. (Ver figura 9, 11, 12.)

6.1.1. Resultados del primer muestreo foliar de los tres bloques. (1 mes pos-aplicación).

Figura 15. Resultado primer muestreo foliar pos aplicación, (bloque 1)


		RESULTADO DE ANÁLISIS FOLIAR			F-AF-09-15
					VERSION: 01
					PÁGINA 1 DE 1
FECHA DE RECEPCIÓN	MAYO 21 DE 2018	FECHA DE ANÁLISIS	JUNIO 06 DE 2018	CODIFICACIÓN	
NOMBRE DEL CLIENTE (EMPRESA)	ISIDRO NIÑO CASTILLO			FL-2165	
MUNICIPIO	EL ZULIA N.D-S		NIT/IDENTIFICACIÓN	N/A	
DEPARTAMENTO	NORTE DE SANTANDER	TELÉFONO	3112396152		
VEREDA	NA	CULTIVO	PALMA ACEITERA		
FINCA	LOS NARANJOS	LOTE	LOTE 19 - BLOQUE 1		
ANÁLISIS REALIZADO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	
BORO	B	8,06	ppm	COLORIMETRIA	
<small>Estimado Cliente: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con sesenta (60) días para realizar alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte LABORATORIO MULTIANÁLISIS, asume la conformidad con los resultados del análisis.</small>					
NOTA: EL ANÁLISIS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA TRAJIDA POR EL CLIENTE AL LABORATORIO					

Natalia Carreño E.
 DIRECTORA
 YURLEY NATALIA CARREÑO E.
 ING. QUÍMICA 16400

Mario Gómez
 ANALISTA
 MARIO ALEXANDER GÓMEZ S.
 ING. QUÍMICO 22744

Fuente: Laboratorio Multianálisis Bogotá.

Figura 16. Resultado primer muestreo foliar pos aplicación (bloque 2).


		RESULTADO DE ANÁLISIS FOLIAR			F-AF-09-15
					VERSION: 01
					PÁGINA 1 DE 1
FECHA DE RECEPCIÓN	MAYO 21 DE 2018	FECHA DE ANÁLISIS	JUNIO 06 DE 2018	CODIFICACIÓN	
NOMBRE DEL CLIENTE (EMPRESA)	ISIDRO NIÑO CASTILLO			FL-2165	
MUNICIPIO	EL ZULIA N.D-S		NIT/IDENTIFICACIÓN	N/A	
DEPARTAMENTO	NORTE DE SANTANDER	TELÉFONO	3112396152		
VEREDA	NA	CULTIVO	PALMA ACEITERA		
FINCA	LOS NARANJOS	LOTE	LOTE 19 - BLOQUE 2		
ANÁLISIS REALIZADO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	
BORO	B	8,12	ppm	COLORIMETRIA	
<small>Estimado Cliente: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con sesenta (60) días para realizar alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte LABORATORIO MULTIANÁLISIS, asume la conformidad con los resultados del análisis.</small>					
NOTA: EL ANÁLISIS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA TRAJIDA POR EL CLIENTE AL LABORATORIO					

Natalia Carreño E.
 DIRECTORA
 YURLEY NATALIA CARREÑO E.
 ING. QUÍMICA 16400


Mario Gómez
 ANALISTA
 MARIO ALEXANDER GÓMEZ S.
 ING. QUÍMICO 22744

Fuente: Laboratorio Multianálisis Bogotá.

Figura 17. Resultado primer muestreo foliar pos aplicación, (bloque testigo).

		RESULTADO DE ANÁLISIS FOLIAR			F-AF-09-15
					VERSION: 01
					PÁGINA 1 DE 1
FECHA DE RECEPCIÓN	MAYO 21 DE 2018	FECHA DE ANÁLISIS	JUNIO 06 DE 2018	CODIFICACION	
NOMBRE DEL CLIENTE (EMPRESA)	ISIDRO NIÑO CASTILLO			FL-2165	
MUNICIPIO	EL ZULIA N-D-S		NT IDENTIFICACION	N/A	
DEPARTAMENTO	NORTE DE SANTANDER	TELÉFONO	3112396152		
VEREDA	NA	CULTIVO	PALMA ACEITERA		
FINCA	LOS NARANJOS	LOTE	LOTE 19 – BLOQU TESTIGO		
ANÁLISIS REALIZADO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	
BORO	B	8,06	ppm	COLORIMETRIA	
<small>Estimado Cliente: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con sesenta (60) días para realizar alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte LABORATORIO MULTIANÁLISIS, asume la conformidad con los resultados del análisis.</small>					
NOTA: EL ANÁLISIS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA TRAJIDA POR EL CLIENTE AL LABORATORIO					


 DIRECTORA
 YURLEY NATALIA CARREÑO E.
 ING. QUÍMICA 16400


 ANALISTA
 MARIO ALEXANDER GÓMEZ S.
 ING. QUÍMICO 22744


Fuente: Laboratorio Multianálisis Bogotá.

6.1.2. Toma del segundo y último muestreo foliar pos aplicación del tratamiento (2 meses).


Cumplidos los 2 meses desde la aplicación de los tratamientos, se procedió a la toma del segundo y último muestreo foliar para comparar en cuál de los dos tiempos hubo mayor asimilación del producto. (Ver figura 9, 11, 12.)

6.1.3. Resultados químicos del segundo y último muestreo foliar. (2 meses pos-aplicación).

Figura 18. Resultado segundo muestreo foliar pos aplicación, (bloque 1).


		RESULTADO DE ANÁLISIS FOLIAR			F-AF-09-15
					VERSION: 01
					PÁGINA 1 DE 1
FECHA DE RECEPCIÓN	JUNIO 21 DE 2018	FECHA DE ANÁLISIS	JULIO 06 DE 2018	CODIFICACION	
NOMBRE DEL CLIENTE (EMPRESA)	ISIDRO NIÑO CASTILLO			FL-2165	
MUNICIPIO	EL ZULIA N-D-S		NT IDENTIFICACION	N/A	
DEPARTAMENTO	NORTE DE SANTANDER	TELÉFONO	3112396152		
VEREDA	NA	CULTIVO	PALMA ACEITERA		
FINCA	LOS NARANJOS	LOTE	LOTE 19 – BLOQUE 1		
ANÁLISIS REALIZADO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	
BORO	B	8,12	ppm	COLORIMETRIA	
<small>Estimado Cliente: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con sesenta (60) días para realizar alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte LABORATORIO MULTIANÁLISIS, asume la conformidad con los resultados del análisis.</small>					
NOTA: EL ANÁLISIS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA TRAJIDA POR EL CLIENTE AL LABORATORIO					


 DIRECTORA
 YURLEY NATALIA CARREÑO E.
 ING. QUÍMICA 16400


 ANALISTA
 MARIO ALEXANDER GÓMEZ S.
 ING. QUÍMICO 22744

Fuente: Laboratorio Multianálisis Bogotá.

Figura 19. Resultado segundo muestreo foliar pos aplicación, (bloque 2).


		RESULTADO DE ANÁLISIS FOLIAR			F-AF-09-15
					VERSION: 01
					PÁGINA 1 DE 1
FECHA DE RECEPCIÓN	JUNIO 21 DE 2018	FECHA DE ANÁLISIS	JULIO 06 DE 2018	CODIFICACIÓN	
NOMBRE DEL CLIENTE (EMPRESA)	ISIDRO NIÑO CASTILLO			FL-2165	
MUNICIPIO	EL ZULIA N-D-S		NIT/IDENTIFICACION	N/A	
DEPARTAMENTO	NORTE DE SANTANDER	TELÉFONO	3112396152		
VEREDA	NA	CULTIVO	PALMA ACEITERA		
FINCA	LOS NARANJOS	LOTE	LOTE 19 - BLOQUE 2		
ANÁLISIS REALIZADO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	
BORO	B	8,18	ppm	COLORIMETRÍA	
<small>Estimado Cliente: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con sesenta (60) días para realizar alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte LABORATORIO MULTIANÁLISIS, asume la conformidad con los resultados del análisis.</small>					
NOTA: EL ANÁLISIS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA TRAIDA POR EL CLIENTE AL LABORATORIO					

Natalia Carreño E.
 DIRECTORA
 YURLEY NATALIA CARREÑO E.
 ING. QUÍMICA 16400

Mario Gómez
 ANALISTA
 MARIO ALEXANDER GÓMEZ S.
 ING. QUÍMICO 22744

Fuente: Laboratorio Multianálisis Bogotá.

Figura 20. Resultado segundo muestreo foliar pos aplicación, (bloque testigo).

		RESULTADO DE ANÁLISIS FOLIAR			F-AF-09-15
					VERSION: 01
					PÁGINA 1 DE 1
FECHA DE RECEPCIÓN	JUNIO 21 DE 2018	FECHA DE ANÁLISIS	JULIO 06 DE 2018	CODIFICACIÓN	
NOMBRE DEL CLIENTE (EMPRESA)	ISIDRO NIÑO CASTILLO			FL-2165	
MUNICIPIO	EL ZULIA N-D-S		NIT/IDENTIFICACION	N/A	
DEPARTAMENTO	NORTE DE SANTANDER	TELÉFONO	3112396152		
VEREDA	NA	CULTIVO	PALMA ACEITERA		
FINCA	LOS NARANJOS	LOTE	LOTE 19 - BLOQUE TESTIGO		
ANÁLISIS REALIZADO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	
BORO	B	8,08	ppm	COLORIMETRÍA	
<small>Estimado Cliente: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con sesenta (60) días para realizar alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte LABORATORIO MULTIANÁLISIS, asume la conformidad con los resultados del análisis.</small>					
NOTA: EL ANÁLISIS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA TRAIDA POR EL CLIENTE AL LABORATORIO					

Natalia Carreño E.
 DIRECTORA
 YURLEY NATALIA CARREÑO E.
 ING. QUÍMICA 16400

Mario Gómez
 ANALISTA
 MARIO ALEXANDER GÓMEZ S.
 ING. QUÍMICO 22744

Fuente: Laboratorio Multianálisis Bogotá.

7. ANÁLISIS DE VARIANZA.

(Recolección de la información- análisis)

7.1. Tabla de datos a obtener.

TABLA 4. Datos a Obtener

TRATAMIENTO	BLOQUES (PPM)			Total Bloque (ppm)	Media por Bloque (ppm)
	Muestreo Previo (ppm)	Primer Muestreo (ppm)	Segundo Muestreo (ppm)		
Bloque Testigo	7,78	8,06	8,08	23,92	7,973333
Bloque 1	7,78	8,06	8,12	23,96	7,986667
Bloque 2	7,78	8,12	8,18	24,08	8,026667
Total Tratamiento	23,34	24,24	24,38	71,96	7,995556
Media por Tratamiento (ppm)	7,78	8,08	8,126666667		2,998333

Fuente: Isidro Niño 2018.

7.1.2. Repeticiones

Las repeticiones corresponden para el caso de estudio a cada muestreo y análisis foliar, es decir un muestreo al mes después de la aplicación y otro a los dos meses.

7.1.3. Análisis de datos correspondientes

$$Y_j = 23,92 + 23,96 + 24,08 = 71,96$$

$$SCTotal = \{((7,78)^2 + (8,06)^2 + (8,08)^2 + (7,78)^2 + (8,06)^2 + (8,12)^2 + (7,78)^2 + (8,12)^2 + (8,18)^2 - ((71,96)^2/9))\}$$

$$SCTotal = \{575,58 - 575,36\}$$

$$SCTotal = 0,21982222$$

$$Sctratamientos = \{(23,34^2 + (24,24)^2 + (24,38)^2/3 - ((71,96)^2/9))\}$$

$$Sctratamientos = \{575,5725533 - 575,360178\}$$

$$SC_{tratamientos} = 0,2123556$$

$$SC_{bloques} = \{(23,92^2 + (23,96)^2) + (24,08)^2/3 - ((71,96)^2/9)\}$$

$$SC_{bloques} = \{575,3648 - 575,360\}$$

$$SC_{bloques} = 0,00462222$$

$$SC_{Error} = SCTotal - SC_{tratamientos} - SC_{bloques}$$

$$SC_{Error} = 0,21982222 - (0,2123556) - 0,00462222$$

$$SC_{Error} = 0,0028444$$

7.1.4. TABLA 5. Cuadro ANAVA

	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fo	p-value
Tratamientos	0,2123556	2	0,10618	74,66	P(F<Fo)
Bloques	0,0046222	2	0,00231	1,63	P(F>Fo)
Error	0,0028444	2	0,00142		
Total	0,21982	6			


Fuente: Isidro Niño 2018.

8.0. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Antes de entrar en detalle sobre los resultados del análisis de varianza, se revisa la concentración nutrimental del análisis foliar previo. En la figura 13 se presenta la concentración del elemento evaluado en las hojas antes de la aplicación del boro. De acuerdo con Ollagnier et al. (1970) La concentración de suficiencia de boro foliar en palma de aceite es de 8 ppm, lo que implica que en

las palmas de aceite de la variedad Ténera Indupalma utilizadas en esta investigación la concentración de B fue baja, lo cual tiene relación con el muy bajo contenido de este elemento en el suelo de la parcela como lo mostró el análisis realizado (0,14 ppm.)

Figura 13. Resultado de análisis foliar previo a los tratamientos.

		RESULTADO DE ANÁLISIS FOLIAR			F-AF-09-15
					VERSION: 01
					PAGINA 1 DE 1
FECHA DE RECEPCION	ABRIL 20 DE 2018	FECHA DE ANALISIS	MAYO 06 DE 2018	CODIFICACION	
NOMBRE DEL CLIENTE (EMPRESA)	ISIDRO NIÑO CASTILLO			FL-2165	
MUNICIPIO	EL ZULIAN-D-S		NT IDENTIFICACION	N/A	
DEPARTAMENTO	NORTE DE SANTANDER	TELÉFONO	3112396152		
VEREDA	NA	CULTIVO	PALMA ACEITERA		
FINCA	LOS NARANJOS	LOTE	LOTE 19 - MUESTRA PREVIA		
ANÁLISIS REALIZADO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	
BORO	B	7,78	ppm	COLORIMETRIA	
<small>Estimado Cliente: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con sesenta (60) días para realizar alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte LABORATORIO MULTIANÁLISIS, asume la conformidad con los resultados del análisis.</small>					
NOTA: EL ANÁLISIS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA TRAIDA POR EL CLIENTE AL LABORATORIO					


 DIRECTORA
 YURLEY NATALIA CARREÑO E.
 ING. QUÍMICA 16400


 ANALISTA
 MARIO ALEXANDER GÓMEZ S.
 ING. QUÍMICO 22744

Fuente: Laboratorio Multianálisis de Bogotá.

Entrando en detalle al revisar el modelo matemático (Análisis de varianza) a través del cuadro ANAVA se puede observar que si existen diferencias entre las medias de los tratamientos; ya que para hallar el producto final, o sea la razón F, se divide el cuadrado de la media entre los grupos, y el cuadrado de la media dentro de los grupos previamente obtenidos: 74,66.

Localizando los grados de libertad entre grupos (numerador) y el número de grados de libertad dentro de los grupos (denominador), encontramos: los grados de libertad son 1% y 7%, lo cual establece una razón de F de 74,66

F calculada resulta mayor que el valor anterior, es significativa en el nivel 0,02, como se ha obtenido la razón F igual o mayor que la encontrada en la tabla, entonces la diferencia ha sido significativa y se acepta la hipótesis nula.

Ahora bien, el resultado del análisis de varianza a través del cuadro ANAVA es positivo, esto quiere decir que se acepta la primer hipótesis nula la cual supone que la aplicación de Klip Boro diluido y aplicado con bomba de espalda si aumenta la concentración de boro en la hoja de la palma. Esto significa que el B aplicado fue adsorbido y transportado vía xilema al follaje de la palma.

También se pudo analizar que en los tres tratamientos aumentó la concentración de B en la planta. Sin embargo esto quiere decir que el tercer tratamiento el cual corresponde al bloque testigo donde no se aplicó el producto, también presentó un pequeño aumento en la concentración de boro comparado con la concentración antes de aplicar los tratamientos pero no fue muy significativa pues solo aumentó de 7,78 ppm a 8,08 ppm en el segundo muestreo, es decir tuvo una variación de 0,28 ppm presentando una media por bloque de 7,97 ppm y una media por tratamiento de 7,78 ppm.

El primer tratamiento correspondiente al bloque 1 en el cual se aplicó una dosis de 50 g por palma presentó un aumento de 0,28 ppm a los 30 días de aplicado el producto y de 0,34 a los dos meses presentando una media por bloque de 7,98 ppm y 8,08 media por tratamiento.

El segundo tratamiento correspondiente al bloque 2 donde se aplicó una dosis de 100 g por palma presentó un aumento de 0,34 ppm a los 30 días de aplicado el producto y de 0,4 ppm a los dos meses presentando una media por bloque de 8,02 ppm y una media por tratamiento de 8,12 ppm.

Asimismo hay que tener en cuenta que los tratamientos aplicados y la evaluación del comportamiento solo se tuvo en cuenta el efecto en la concentración del elemento en la hoja de la palma, y que debido a su carencia en los diferentes tejidos de la planta y en especial en los tejidos meristemáticos y reproductivos como las flores y frutos pudo haber sido movilizado a estos puntos

de mayor demanda para suplir todas las funciones estructurales y metabólicas de las que hace parte, y por tanto no se presentó mayor concentración en la hoja.

9. DISCUSIÓN

A pesar que los resultados de los análisis foliares y el análisis de varianza muestran un aumento en la concentración de boro, se puede analizar que el costo por hectárea es más alto que con la aplicación del Borato de sodio de acuerdo a los cálculos de rendimiento por bomba de 20 L y al costo en kg de Klip Boro.

Los 20 litros de agua disolvieron 4.8 kg de Klip Boro, y estos 4.8 kg disueltos en los 20 litros de agua aplicando una dosis de 50 g alcanzó para 96 palmas y aplicando 100 g alcanzó para 48 palmas.

La hectárea consta de 143 palmas por tanto cuando se aplicó la dosis de 50 g de Klip Boro por palma se requirió 1.5 bombadas de 20 L de agua por hectárea; de la misma forma cuando se aplicó la dosis de 100 g se necesitó 3 bombadas por hectárea. Por tanto para cubrir una hectárea aplicando 50 y 100 g de Klip Boro, se requirió: 7.2 kg y 14.4 kg de Klip Boro; el costo del producto es de \$ 12.000 kg, por ende el costo por hectárea es de \$ 86.400 aplicando 50 g por palma y \$ 172.800 aplicando 100 g sin incluir el costo de aplicación.

El costo del borato 48 es de \$ 3.000 kg y para una hectárea se requieren los mismos kg que con el Klip Boro (7.2 y 14.) ya que las dosis son las mismas, entonces el costo por hectárea es de \$ 21.600 y \$ 43.200 por tanto la aplicación de Klip Boro diluido representa un sobre costo de \$ 64.800 y \$ 129.600 por hectárea con las dosis de 50 y 100 g por palma; sin embargo la efectividad del producto cubre este sobre costo, pues ya que por su mayor concentración y solubilidad la planta

consumirá menos energía para su asimilación y translocación hasta los puntos de mayor demanda del elemento; además se podrá aplicar en temporada de bajas precipitaciones y tendrá un menor impacto a nivel ambiental, ya que no quedará material sólido en el suelo y la solución aplicada será rápidamente absorbida por la planta.

Cabe resaltar que el objetivo de este proyecto era solo evaluar el comportamiento de la fertilización con la fuente de B de marca comercial Klip Boro, diluido y aplicado con bomba de espalda simulando un control de arvenses sobre el área de los platos de la palma, (es decir conocer si el producto era absorbido y translocado por la planta hasta el follaje y con mayor eficiencia).

10. CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de esta investigación se demostró la importancia de evaluar el comportamiento de la fertilización con Klip Boro diluido a través de los dos tratamientos aplicados con dosis de 50 y 100g por palma , ya que los resultados muestran que si aumentó la concentración de boro en la hoja en los tres tratamientos, pero que la mayor concentración la tuvo el segundo tratamiento con la dosis de 100 g y también que la mayor concentración se obtuvo en el segundo muestreo foliar a los dos meses después de haber aplicado los tratamientos.
- Por tanto se aceptan las tres hipótesis nulas: la primer hipótesis nula establece que la aplicación de Klip Boro diluido y aplicado con bomba de espalda simulando la aplicación de herbicida conocida como plateo químico, aumenta la concentración de B en la hoja., la segunda hipótesis nula establece que la concentración de boro en la palma aumenta después de un mes de la aplicación, y la tercer hipótesis nula que establece que la concentración de boro aumenta después de dos meses de la aplicación.

- Sin embargo a pesar que el primer muestreo después de un mes, los resultados muestran un aumento en la concentración de boro en la hoja de palma, la mayor concentración se obtuvo en el segundo muestreo a los dos meses después de aplicado los tratamientos y por tanto se concluye que la aplicación de Klip Boro diluido y aplicado con bomba de espalda sobre el área de los platos de la palma aumenta mayormente a los dos meses después de la aplicación.
- Aunque existe un sobre costo con la aplicación de este producto su efectividad cubre el sobre costo y por tanto se puede incluir dentro de un plan alternativo de fertilización el Klip Boro diluido y aplicado con bomba de espalda sobre el área de los platos utilizando dosis de 100 g de B por palma y descarga de solución de 417 ml utilizando la boquilla original de bronce que trae la bomba de marca Royal Cándor

10. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a la experiencia en el desarrollo de la investigación, es recomendable al momento de aplicar Klip Boro diluido con bomba de espalda utilizar agua limpia, no aplicar con el suelo demasiado seco, aplicar al suelo limpio (sin malezas), aplicar dosis superiores a 100 grs por palma con una descarga de 400 a 500 ml por palma.
- Aunque el mayor aumento en la concentración de B en la hoja de la palma, la tuvo el segundo tratamiento con la dosis más alta de 100 g, cuando se desee aplicar esta fuente de B, es recomendable hacerlo teniendo en cuenta el resultado de un análisis foliar y la necesidad de la planta.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón. (s.f.). El boro como nutriente esencial. Obtenido de infoAgro:

HYPERLINK [http://www.infoagro.com/hortalizas/boro nutriente esencial1.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/boro_nutriente_esencial1.htm)

Callejas & Desmartis. (s.f.). Uso del boro a través de la fertirrigación en parrones de uva de Mesa regados por riego por goteo. Obtenido de HYPERLINK

http://www.agren.cl/antumapu_profesional/articulos/9/files/assets/seo/page1.html

Gutiérrez M & Torres J. (2013). Síntomas asociados a la deficiencia de boro. Obtenido de:

HYPERLINK

http://www.agren.cl/antumapu_profesional/articulos/9/files/assets/seo/page1.html

Google Maps. (2018). Ruta de distancia desde el Municipio EL Zulia N-D-SNTD. Obtenido de:

[https://www.google.com/maps/dir/Coopar,+El+Zulia,+Norte+de+Santander/8.209552,-](https://www.google.com/maps/dir/Coopar,+El+Zulia,+Norte+de+Santander/8.209552,-72.5430732/@8.2070255,-72.5431431,301a,35y,39.4t/data=!3m1!1e3!4m8!4m7!1m5!1m1!1s0x8e66fa3f49aa270f:0xde3609c9aac50d23!2m2!1d-72.5495277!2d8.2029069!1m0!5m1!1e4)

[72.5430732/@8.2070255,-](https://www.google.com/maps/dir/Coopar,+El+Zulia,+Norte+de+Santander/8.209552,-72.5430732/@8.2070255,-72.5431431,301a,35y,39.4t/data=!3m1!1e3!4m8!4m7!1m5!1m1!1s0x8e66fa3f49aa270f:0xde3609c9aac50d23!2m2!1d-72.5495277!2d8.2029069!1m0!5m1!1e4)

[72.5431431,301a,35y,39.4t/data=!3m1!1e3!4m8!4m7!1m5!1m1!1s0x8e66fa3f49aa270f:0xde](https://www.google.com/maps/dir/Coopar,+El+Zulia,+Norte+de+Santander/8.209552,-72.5430732/@8.2070255,-72.5431431,301a,35y,39.4t/data=!3m1!1e3!4m8!4m7!1m5!1m1!1s0x8e66fa3f49aa270f:0xde3609c9aac50d23!2m2!1d-72.5495277!2d8.2029069!1m0!5m1!1e4)

[3609c9aac50d23!2m2!1d-72.5495277!2d8.2029069!1m0!5m1!1e4](https://www.google.com/maps/dir/Coopar,+El+Zulia,+Norte+de+Santander/8.209552,-72.5430732/@8.2070255,-72.5431431,301a,35y,39.4t/data=!3m1!1e3!4m8!4m7!1m5!1m1!1s0x8e66fa3f49aa270f:0xde3609c9aac50d23!2m2!1d-72.5495277!2d8.2029069!1m0!5m1!1e4)

Monómeros. (s.f.). Ficha técnica del borato 48. Obtenido de:

http://www.monmeros.com.co/descargas/FT_BORATO_48.pdf

Luna, Y. (2012). Impacto socio económico y territorial del cultivo de palma de aceite en el municipio de Tibú (2005-2011). Tesis de economista. Universidad Industrial de Santander. Colombia. Recuperado de

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/8486/2/144155.pdf>

Owen (1993). Requerimiento de micronutrientes para el cultivo de Palma de Aceite

(*Elaeis guineensis* Jacq). Revista Palmas, 25. Obtenido de HYPERLINK

<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/388/388>

Owen. (2011). Fertilización de la Palma Africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia.

Seeboldt, S., y Salinas, Y. (2010). Responsabilidad y sostenibilidad de la industria de la palma.

Indepaz. Bogotá, Colombia. Recuperado de http://www.indepaz.org.co/blogs/palma/wp-content/uploads/2012/11/revista_Aceite-de-Palma.pdf

Revista Palmas Volúmen 13 No. 2, 64. Obtenido de

<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/344/344>

Sánchez; Yepes; Mesa. (1996). Diagnóstico de la fertilidad de los suelos y estimativos sobre

Las necesidades de fertilizantes para el distrito de riego del río Zulia (Norte de Santander).

Obtenido de Agronomía Colombiana:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/25444>