



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

**Trabajo Experimental presentado al H. Consejo Directivo, como
requisito previo a la obtención de título de:**

INGENIERA AGRÓNOMO

Tema:

“Efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro, en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), sobre el desarrollo y rendimiento de la mazorca en la zona de Puebloviejo.”

Autor:

Narcisa Elizabeth Gil Reyes.

Tutor:

Ing. Agr. Marlon López Izurieta MSc.

Babahoyo, Ecuador.

2018



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

El presente trabajo experimental “Efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro, en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), sobre el desarrollo y rendimiento de la mazorca, en la zona de Pueblo Viejo” “realizado por la Egda. Narcisa Elizabeth Gil Reyes, bajo la dirección del Ing. Marlon López Izurieta MSc.; ha sido aprobado y aceptado por el Tribunal de Sustentación como requisito parcial para obtener el título de **Ingeniera Agrónomo**.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

A blue ink signature of Álvaro Pazmiño Pérez, consisting of a large, stylized loop and a smaller signature below it.

Ing. Álvaro Pazmiño Pérez, Msc

Presidente

A blue ink signature of Eduardo Colina Navarrete, featuring a large, complex loop and a smaller signature below it.

Ing. Eduardo Colina Navarrete, Msc

Vocal

A blue ink signature of David Mayorga Arias, featuring a large, complex loop and a smaller signature below it.

Ing. David Mayorga Arias, Msc

Vocal

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Narcisa Elizabeth Gil Reyes

Declaro que:

El trabajo experimental “Efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro, en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), sobre el desarrollo y rendimiento de la mazorca, en la zona de Pueblo Viejo”; ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de esta investigación.

Babahoyo, 26 de Junio del 2018



Narcisa Elizabeth Gil Reyes

120801875-2

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a mi Dios todopoderoso, por su gran amor mostrado con todas las bendiciones puestas en mi camino, y a toda mi familia por el cariño expresado en todo momento.

A mi hermosa madre Elizabeth Reyes Gamarra por su ayuda incondicional a lo largo de mi vida universitaria, por su actitud y carácter que me brindó para seguir el camino correcto hacia el cumplimiento de mis objetivos.

A mi hermana Lissette Gil Reyes, quien fue un pilar fundamental en esta meta, por todo el aprecio y todos los buenos consejos que me enseña día a día para convertirme en un buen ser humano.

A mis familiares, que siempre estuvieron pendiente de mi formación académica, brindándome su apoyo en tiempos difíciles.

Mi agradecimiento por siempre.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios, por haberme permitido la finalización de mi meta estudiantil, alcanzando el título de ingeniería agronómica.

A mí querida institución la Universidad Técnica de Babahoyo, y de forma especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por la formación profesional brindada. Además a mis queridos profesores por la información y conocimientos otorgados en todo momento.

Al Ing. Marlon López, M.Sc, tutor de mi trabajo de titulación, por su apoyo técnico y científico, y por el direccionamiento ofrecido a lo largo del trabajo de investigación.

Al Ing. Dalton Cadena y al Ing. Álvaro Pazmiño, quienes siempre supieron brindarme su apoyo y buenos consejos.

A mis amigos y compañeros de aulas, por fomentar el valor del compañerismos en el periodo de formación profesional, en especial a mi mejor amiga Diana Muñoz por ayudarme a tomar las mejores decisiones.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general :.....	3
1.1.2. Objetivos específicos :.....	3
II. MARCO TEÓRICO	4
III. MATERIALES Y METODOS	12
3.1 Ubicación y descripción del campo experimental	12
3.2 Material de siembra	12
El material de siembra utilizado fue el clon “CCN-51” de 5 años de edad, y presenta las siguientes características:	12
3.3 Métodos	13
3.4 Factores estudiados	13
3.5 Tratamientos en estudios	13
3.6. Diseño Experimental	14
3.6.1 Andeva	14
3.6.2. Característica del Área Experimental	14
3.7 Manejo del ensayo	14
3.7.1 Riego	14
3.7.2 Fertilización	15
3.7.3 Controles fitosanitarios	15
3.7.4 Control de malezas	15
3.7.5 Cosecha	15
3.8 Datos evaluados	16
3.8.1 Diámetro de la mazorca	16
3.8.2 Número de mazorcas por planta-Índice de planta	16
3.8.3 Longitud de la mazorca	16
3.8.4 Peso promedio de la mazorca	16
3.8.5 Número de semillas por mazorca-Índice de semilla	16
3.8.6 Peso del grano	17
3.8.7 Peso de 100 semillas	17
IV. RESULTADOS	18
4.1. Diámetro de mazorca	18
4.2 Número de mazorcas por planta	19

4.3 Longitud de la mazorca	20
4.4 Peso promedio de la mazorca	22
4.5 Número de semillas por mazorca.....	23
4.6 Peso del grano.....	24
4.7 Peso de 100 semillas.....	26
VI. DISCUSION	28
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
VII. RESUMEN.....	33
VII. SUMMARY	34
VIII. BIBLIOGRAFIA	35
IX. ANEXOS.....	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Diámetro de mazorca bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Puebloviejo, 2017.	188
Cuadro 2.- Número de mazorcas por planta bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Puebloviejo, 2017.	19
Cuadro 3.- Longitud de mazorca bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Puebloviejo, 2017.	211
Cuadro 4.- Peso promedio de la mazorca bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Puebloviejo, 2017.	22
Cuadro 5.- Número de semillas por mazorca bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Puebloviejo, 2017.	233
Cuadro 6.- Peso húmedo y seco del grano bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Puebloviejo, 2017.	25
Cuadro 7.- Peso de 100 semillas bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Puebloviejo, 2017.	26
Cuadro 8.- Costo fijo de producción bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Puebloviejo, 2017.	27

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Medición de variable “Longitud de mazorca” en etapa inicial.....	47
Figura 2.- Identificación de cada tratamiento.....	47
Figura 3.- Dosificación de fertilizantes para cada tratamiento.....	47
Figura 4.- Aplicación de cada tratamiento	48
Figura 5.- Preparación de productos para control fitosanitario	48
Figura 6.- Control fitosanitario realizado en el cultivo	48
Figura 7.- Sitio experimental en etapa de desarrollo.....	49
Figura 8.- Evaluación de variable “Longitud de mazorca”	49
Figura 9.- Visita del tutor al trabajo experimental en el área del ensayo	49
Figura 10.- Determinación de variable “diámetro de la mazorca”	50
Figura 11.- Evaluación del peso promedio de la mazorca.....	50
Figura 12.- Peso fresco del grano	50
Figura 13.- Realización del secado natural del grano.....	51
Figura 14.- Determinación de variable “Peso seco del grano” al 14% de humedad	51

I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao L*), es un cultivo tradicional en el Ecuador, en la actualidad es el tercer rubro agropecuario de exportación. El cacao es utilizado tanto por la industria farmacéutica como de alimentos para la elaboración del producto básico en la fabricación de chocolate.

Se estima que en Ecuador existen alrededor de 500 000 hectáreas sembradas, en aproximadamente 100 000 fincas. Del volumen total, el 72 % se exporta en grano, el 24 % se convierte en materia prima útil para la fabricación de chocolates y semielaborados y el 4 % se destina a industrias artesanales del país.¹

Las provincias de mayor producción son Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos. El Cacao CCN-51, conocido también como Colección Castro Naranjal cuyo color característico es el rojo. Además, es reconocido por sus características de alto rendimiento para la extracción de semielaborados.²

El cultivo de cacao presenta una alta demanda en el mercado mundial, especialmente en la industria del chocolate, además para la obtención de manteca de cacao, este a su vez brinda beneficios para la salud al aportar 11,5 % de proteínas y 1,0 % de azúcares.³

Entre los factores negativos en la producción de Cacao, está el uso de materiales no mejorados e inadecuadas para las zonas, el manejo inadecuado al cultivo, la incidencia de plagas y enfermedades, desconocimiento de programas con el uso de fertilizantes edáficos

1 Anacafe: Asociación Nacional de Café: Cultivo de Cacao. Año 2015

2 Proecuador: Producción y variedad en el Ecuador. Año 2016

³ United Cacao: Mercado mundial del cacao y demanda. Año 2015

adecuados basados en las recomendaciones de los análisis de suelos, foliares y a la deficiencia de nutrientes en las plantas.

La fertilización edáfica a base de potasio, se caracteriza por poseer un nutriente esencial para las plantas siendo requerido en grandes cantidades para el crecimiento y la reproducción de las plantas. Los síntomas de deficiencia pueden generar baja resistencia a las plagas, sistema radicular débil y maduración desigual de frutas.

Es conveniente resaltar que el boro tiene una gran importancia en la fertilización de las plantas, en cuanto al crecimiento y peso desde las hojas durante la floración y cuajado de frutos. El contenido de los órganos reproductivos (anteras, estilos, estigmas, ovarios) es especialmente alto, siendo importante para causar un efecto positivo en el cuajado de frutos y el proceso de formación de semillas.

Mediante la aplicación edáfica de potasio y boro, se desea mejorar el desarrollo y rendimiento de las mazorcas de cacao. Esto ha despertado el interés de evaluar los efectos a la aplicación de dichos fertilizantes, el mismo que nos mostrara datos bajo un rigor científico de investigación, los cuales se desconoce por no haber anteriores investigaciones en este trabajo.

1.1 Objetivos.

1.1.1 Objetivo general:

Evaluar los efectos de las aplicaciones edáficas de potasio y boro en el desarrollo y rendimiento de la mazorca del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), en la zona de Pueblo Viejo, Los Ríos.

1.1.2. Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de los tratamientos sobre la producción de mazorcas de cacao.
- Identificar el mejor tratamiento y dosis, sobre el rendimiento de la mazorca.

II. MARCO TEÓRICO

Dostert, Cano y Weigend (2011) mencionan que *Theobroma* pertenece a la familia Malvaceae, subfamilia Sterculioideae y comprende 22 especies. Todas las especies crecen bajo el dosel de bosques tropicales lluviosos. El área de distribución natural se extiende desde la cuenca del Amazonas por el sur hasta la región meridional de México. Su centro de diversidad se encuentra en la región amazónica en lo que hoy es Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia. Todo el cacao que se cultiva para el mercado mundial se obtiene de formas de la especie *Theobroma cacao L.*

Batista (2009) indica que el cacao es originario de América del Sur, del área del alto Amazonas, que comprende países como Colombia, Ecuador, Perú, y Brasil, donde se ha encontrado una alta variabilidad. Desde este lugar de origen, las especies se fueron difundiendo y evolucionando en dos grupos de cacao con características fenotípicas y genotípicas bien definidas, las cuales corresponden a los cacaos Criollo y Forastero. La calidad del material originalmente encontrado por los españoles en México y luego en Mesoamérica fue una de las razones por la que luego se popularizó tanto.

FEDECACAO (2013) menciona que el cacao se cultiva en países que geográficamente se ubican en la franja tropical de la tierra, es una especie de origen americano y sin embargo la mayor producción de este cultivo se encuentra en África, continente que cuenta con tres grandes países productores que son: Costa de Marfil, Ghana y Nigeria, en Asia y Oceanía se encuentran como principales productores Indonesia, Nueva Guinea y Malasia y en América se destacan Brasil, Ecuador, Colombia y México.

La FAO (2010) señala que Ecuador es el primer productor de cacao fino y de aroma (61 % producción mundial), existen 433 000 ha (90 % es fino de aroma), y hay 20 000 ha. de cacao especial y con certificación orgánico, Rainforest alliance, comercio justo y de calidad-origen. En este país los productores individuales son el 90 % (más de 90 000 productores), y en su mayoría son pequeños productores. Las asociaciones de productores son alrededor de 100 y se refieren a agrupaciones de productores activas que participan en la producción, y algunas de ellas también en el acopio y comercialización, dirigiendo el

producto a importadores, industria internacional; e intermediarios y exportadores nacionales.

Sinagap (2016) indica que en el año 2015, en Ecuador la producción de cacao a nivel nacional incrementó 9,70% respecto al año 2014, debido a que la superficie cosechada aumentó en 17 %. El incremento registrado en los últimos años se debe al aumento de plantaciones de cacao especialmente de la variedad CCN51 y a la reactivación de cultivos de cacao fino de aroma. Respecto al rendimiento, ha existido un comportamiento irregular, pero sobresale el alza en rendimiento desde el año 2007 hasta el año 2014 y después una ligera caída en el año 2015 alcanzando un rendimiento nacional de 0,55 t/ha. Las provincias productoras que presentan una mayor superficie son Los Ríos con 106 116 ha y Manabí con 104 849 ha. La mayor producción se da en la provincia del Guayas con el 27,44 % del total de producción nacional y con un rendimiento histórico de 02 t/ha.

Navarro y Mendoza (2006) mencionan que la planta de cacao es de tamaño mediano, aunque cuando crece libremente bajo sombra intensa, puede alcanzar alturas de hasta 20 metros. Tiene un tronco recto que puede desarrollarse de formas muy variadas. La planta de cacao tiene una raíz principal, que crece a más de un metro de profundidad, también tiene muchas raíces secundarias que se encuentran distribuidas alrededor del árbol y a poca profundidad. Las hojas de la planta son de forma alargada, medianas y de color verde, las flores nacen en grupos pequeños llamados cojines florales y se desarrollan en el tronco y ramas principales. Los frutos tienen diferentes tamaños, y contienen entre 20 o 40 semillas, la pulpa puede ser blanca, rosada o café.

Enríquez (2006) indica que el crecimiento del árbol del cacao es mayor durante los meses más calientes del año, que también traen una mayor luminosidad. Se ha determinado que el crecimiento del tronco es mucho mayor durante los meses más calientes, reduciéndose a valores mínimos durante los meses más fríos. Entre los fenómenos afectados por la acción directa de la luz propiamente dicha, o luminosidad, se pueden citar: la fotosíntesis, la apertura de los estomas, el crecimiento o alargamiento de las células, la composición química y las características físicas de las grasas de cacao, la época de maduración de los frutos y la intensidad de la floración.

Paredes (2003) manifiesta que el crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva. La precipitación óptima para el cacao es de 1600 a 2500 mm. distribuidos durante todo el año, precipitaciones que excedan los 2600 mm. pueden afectar la producción. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25 °C, el efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en el grado de la intensidad de floración. El cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud, sin embargo, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones desarrollan normalmente en mayores altitudes que van del orden de los 1000 a 1400 metros sobre el nivel del mar (msnm). Para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50 % del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50 % del total de luz los aumenta.

Instituto de Investigación Agropecuaria-INTA (2010) menciona que con un bajo nivel de luz y cobertura abundante de sombra, el rendimiento del cultivo de cacao es bajo. Con un alto nivel de luz y sombra muy baja o ninguna, los rendimientos son más altos. En este último caso existe una respuesta substancial en rendimiento a la aplicación de fertilizante. Niveles altos de luz con poca disponibilidad de Nitrógeno producen inmediatamente síntomas de deficiencia típicos. La necesidad de mantener el balance entre nutrientes obliga a que se hagan aplicaciones de Fósforo y Potasio (otros nutrientes dependiendo del contenido del suelo) a medida que se incrementan las aplicaciones de Nitrógeno.

Johnson, Bonilla y Agüero (2008) manifiestan que la fertilización es una práctica importante o más en cacao que en algunos otros cultivos, especialmente cuando se conoce que muchos cacaotales son establecidos en suelos de condiciones físicas aceptables pero con limitaciones químicas en uno o varios elementos. El cacao, aunque es una planta rústica requiere de por lo menos 12 nutrientes, para ser altamente productivo de los cuales, los más importantes son Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Es importante recordar que hay una relación entre los efectos de la luz y el grado de nutrición del cacao, es este complejo fertilización-sombra uno de los factores más decisivos para obtener buenas producciones por unidad de superficie.

Loli (2012) indica que antes de iniciar cualquier tipo de fertilización es preciso conocer el nivel de fertilidad natural del suelo. Este diagnóstico se hará por medio de análisis de suelo tanto químico como físico, ya que permite adecuar la fórmula o proceder a hacer las correcciones más convenientes, y el análisis foliar, que nos permite proyectarnos sobre los nutrientes absorbidos. Este último análisis es quizá el más recomendado en el caso de posibles deficiencias de elementos menores.

El Instituto Colombiano Agropecuario-ICA (2012) describe que el cultivo de cacao se debe fertilizar dos veces al año, cuando el árbol este podado, sin malezas, con sombra regulada y con las enfermedades controladas; en una época en la que, en lo posible, las lluvias sean poco intensas o al inicio de las mismas, pero que se disponga de buena humedad. Estas etapas son las de mayor absorción de nutrientes, por cuanto todos los procesos fisiológicos están activados. Los requerimientos nutricionales dependen fundamentalmente de: Fertilidad natural del suelo, edad y estado fisiológico de las plantas, el grado de sombreado del cultivo, prácticas de manejo y el tipo de cacao cultivado (genotipo y producción).

Mite y Motato (1999) indican que el cultivo es altamente exigente en nutrientes. La cantidad extraída por planta está directamente relacionada con su desarrollo. Los elementos que más absorbe son: nitrógeno, potasio y calcio. De estos, el potasio siempre es requerido en mayores cantidades, salvo en los primeros meses de desarrollo, cuando el consumo es aproximadamente igual al nitrógeno y calcio. El fósforo y magnesio son absorbidos en cantidades relativamente menores. Tomando en cuenta la extracción total de nutrientes por las mazorcas, el potasio es usado en mayor cantidad, seguido por nitrógeno, fósforo, magnesio y calcio, respectivamente.

Mendoza (2013) menciona que la dosis de aplicación o abonamiento, está en función al tamaño y al potencial productivo de la planta, priorizando un balance adecuado de nitrógeno, fósforo y potasio, así como de los elementos menores. La fertilización debe realizarse antes del inicio de la poda, para disminuir los costos de mano de obra. No aplicar fertilización en plantas en las que no se realicen labores de poda. Se recomienda fertilizar al inicio de la temporada de lluvias. Aplicar el fertilizante al suelo, en forma circular y con proyección de la copa de la planta.

López *et al.* (2015) describe que la extracción de nutrientes por el cultivo de cacao se incrementa rápidamente durante los primeros cinco años después de la siembra y luego de establecerse manteniendo esa tasa de absorción por el resto de vida útil de la plantación. En general, el potasio (K) es el nutriente más absorbido por el cacao, seguido por el nitrógeno (N), calcio (Ca) y magnesio (Mg). La cantidad exacta de nutrientes removidos por un cultivo en particular depende del estado nutricional del árbol. En promedio una cosecha de una tonelada de semillas de cacao extrae 35 kg de N, 10 kg de P₂O₅, 50 kg de K₂O, 13 kg de CaO y 150 kg de MgO.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP (2012) expresa que el abonamiento es una práctica que permite proveer de manera balanceada los nutrientes a fin de suministrar a la planta, la cantidad necesaria para obtener los mejores rendimientos. Los abonos deben incorporarse en función de un plan de fertilización; para los elementos nitrógeno, potasio se recomienda realizarlo de forma fraccionada cada dos meses, iniciándose en las épocas de menor presencia de flores y mazorcas; el fósforo y los micronutrientes debe aplicarse en dos épocas, la primera con la adición del nitrógeno y potasio; y la segunda después de 6 meses. De manera general se recomienda que las aplicaciones de los fertilizantes químicos se realicen antes o después de 30 días de la enmienda con productos que permitan suplir los requerimientos de Ca y Mg.

García *et al.* (2010) menciona que el potasio en la planta es muy móvil y juega un papel múltiple. Mejora la actividad fotosintética; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades; promueve la síntesis de lignina, favoreciendo la rigidez y estructura de las plantas; favorece la formación de glúcidos en las hojas a la vez que participa en la formación de proteínas; aumenta el tamaño y peso de los frutos. La carencia de potasio provoca un retraso general en el crecimiento y un aumento de la vulnerabilidad de la planta a los posibles ataques de parásitos. Un correcto abonado potásico mejora la eficiencia y el aprovechamiento del abonado nitrogenado.

Salas (2003) indica que el potasio, es esencial en la economía del agua en la planta, lo que se debe a su fácil hidratación y a su contribución, dada su alta abundancia y alta solubilidad, al mantenimiento de la presión osmótica celular y de los vasos conductores, favoreciendo la absorción del agua por la raíz. El potasio no solo es un elemento móvil,

sino que aumenta la movilidad en la planta de diversos compuestos especialmente de ácidos dicarboxílicos, además es un estimulante de la división celular. Por ello, este elemento tiende a acumularse en las zonas meristemáticas, siendo las partes más viejas de la planta las primeras en manifestar los síntomas de su deficiencia que está asociado a una deshidratación gradual.

Rojas (2010) manifiesta que la época de aplicación de los fertilizantes potásicos generalmente no es de gran interés. El potasio se mueve muy poco en el suelo en la mayor parte de las condiciones. La aplicación se hace generalmente en pre-siembra, seguido por aradura o en banda en siembra. Una aplicación para cultivos anuales o cada 3 a 5 años para acumular fertilidad en cultivos perennes, generalmente es suficiente. Las aplicaciones parcializadas durante la estación de crecimiento pueden reducir la fijación por el suelo e incrementar la eficiencia, así se asegura suficiente potasio disponible para los requerimientos de los cultivos durante los periodos de mayor demanda, eliminando deficiencias tardías o de media estación.

Instituto del fósforo y potasio-INPOFOS (2007) señala que los síntomas de deficiencia de potasio aparecen inicialmente en las hojas más viejas y se acentúan con el desarrollo de los brotes como consecuencia de translocación del nutriente de tejido viejo a tejido joven. La translocación es de tal naturaleza que para el momento en que el brote joven se expande totalmente, las hojas viejas se caen. A medida que la deficiencia se acentúa, las hojas de los brotes y chupones son cada vez más pequeños.

Alarcón (2017) describe que el boro es relativamente poco móvil en el interior de las plantas, y los contenidos son superiores en las partes basales respecto a las partes más altas de las plantas, especialmente si el boro está en exceso. El ritmo de transpiración ejerce una influencia decisiva sobre el transporte de este elemento hasta las partes altas de la planta, en caso de deficiencia, los contenidos en los tejidos más jóvenes decrecen rápidamente. 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.

Zavala (2008) menciona que el Boro es esencial para que la floración sea normal, en el caso de plantas deficientes se presentan anomalías como floración profusa en el tallo principal y en las ramas y en ocasiones hinchamiento de los cojines florales, la deficiencia de boro afecta la viabilidad del polen y el crecimiento de los tubos polínicos, afectando de esta manera la formación de las semillas y como consecuencia aparecen frutos partenocárpicos o distorsionados que presentan puntos necróticos. Cuando existe carencia de boro, se pueden observar quebraduras en el tallo y las ramas de estos tejidos tienden a exudar. La suberización de los nervios es un síntoma característico de esta deficiencia.

ProMix (2017) manifiesta que el boro es indispensable para la división celular (creación de células de plantas nuevas). Los requisitos de boro son mucho más altos para el crecimiento reproductivo, por lo que ayuda con la polinización y el desarrollo de frutas y semillas. Otras funciones incluyen la traslocación de azúcares y carbohidratos, el metabolismo del nitrógeno, la formación de ciertas proteínas, la regulación de niveles de hormonas y el transporte del potasio hacia los estomas (lo que ayuda a regular el equilibrio interno del agua). Como el boro ayuda a transportar azúcares, su deficiencia causa una reducción de exudados y azúcares en las raíces de la planta, lo que puede reducir la atracción y colonización de hongos micorrícicos (ProMix, 2017).

Yamada (2000) indica que la deficiencia de boro afecta muchos procesos fisiológicos de la planta como el transporte de azúcares, síntesis y estructura de la pared celular, lignificación, metabolismo de carbohidratos, metabolismo del ácido ribonucleico, auxinas, fenoles y ascorbatos, respiración e integridad de la membrana plasmática. Entre las diversas funciones atribuidas al boro en las plantas dos están claramente definidas, estas son la síntesis de la pared celular y la integridad de la membrana plasmática. Se considera que el factor que gobierna la disponibilidad de boro en el suelo es la lixiviación. Sin embargo, la absorción por las plantas depende solamente de su actividad (concentración) en la solución del suelo.

Quiñonez (2015) señala que en un trabajo cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante Eco-Cacao en la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Esmeraldas, determinó que el tratamiento con mejores resultados en la primera cosecha fue con el tratamiento de 140 kg. Eco-cacao y el tratamiento de 160 kg. Eco-cacao ambos con 0,53 kg por mazorca, a diferencia del tratamiento testigo y el tratamiento de 180 kg Eco-cacao que fueron los tratamientos con valores minoritarios de 0,52 kg por mazorca. Referente a la segunda cosecha se observó que el tratamiento con 180 kg. Eco-cacao estableció 1,29 kg por mazorca mientras que el tratamiento testigo brindó resultados negativos de 0,54 kg por mazorca.

Uribe, Méndez y Mantilla (1998) afirman que en una investigación cuyo objetivo fue determinar la respuesta agronómica y económica del cultivo del cacao a plena exposición solar a la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, en la zona agroecológica de mayor importancia para el cacao en Colombia, encontró que el tratamiento 150-90-200 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, fue el mejor con una producción promedio de 1160 kg de grano seco/ha, rendimiento que superó al testigo con 597 kg/ha, lo que equivale a un 51 % de incremento. El segundo mejor tratamiento es el de 100-90-200 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O, con un rendimiento promedio de 1049 kg de grano seco, lo que equivale a un incremento del 46 % frente al testigo.

Sarango (2009) afirma que en un trabajo cuyo objetivo fue evaluar la rentabilidad de tres niveles de fertilización química en el cultivo de cacao, variedad ramilla CCN 51, en la parroquia San Jacinto del Búa – Cantón Santo Domingo, obtuvo que la mayor producción de cacao seco se identificó en el tratamiento 2 (Urea 268,9 g; DAP 145,8 g; Muriato de K 416,7 g; Sulfato de Mg 91,9 g y Bórax 12,0 g) con 189,55 kg, seguido de los tratamientos 1 (Urea 201,7 g; DAP 109,4 g; Muriato de K 312,5 g; Sulfato de Mg 68,9 g y Bórax 9,0 g), con 186,76 kg, el tratamiento 3 (Urea 336, 2 g; DAP 182,3 g; Muriato de K 520,8 g; Sulfato de Mg 114,8 g y Bórax 15,0 g), con 184.35 kg. y el testigo (To) con 176,37 kg de cacao seco.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y descripción del campo experimental

El trabajo experimental se realizó en los predios de la hacienda La Libertad. Ubicada en el km 4,5 en la vía Pueblo Viejo - Catarama, provincia de Los Ríos. Su ubicación geográfica es -1.352778 de latitud y -79.167500 longitud. Se encuentra a 40 msnm, presenta clima cálido y húmedo con temperatura de 24,9 °C, una precipitación de 1947 mm/año y 83 % de humedad relativa.

El suelo del cantón Pueblo Viejo posee una topografía donde la mayor parte del terreno es plana, las mayores elevaciones no superan los 500 metros sobre el nivel del mar, y presentan generalmente una textura franco limoso⁴.

3.2 Material de siembra

El material de siembra utilizado fue el clon “CCN-51” de 5 años de edad, y presenta las siguientes características:

- ✓ Alta productividad, supera los 50 quintales por hectárea⁵.
- ✓ Es un clon autocompatible, es decir no necesita de polinización cruzada como la mayoría de los clones.
- ✓ El CCN-51 se caracteriza por ser precoz, inicia su producción a los 24 meses de edad.
- ✓ Es tolerante a la “Escoba de Bruja”.
- ✓ Es una planta de crecimiento erecto pero de baja altura lo que facilita y abarata las labores agronómicas tales como poda y cosecha entre otras.
- ✓ Índice de Mazorca (IM) 8 mazorcas/libra de cacao seco.

⁴ Wikipedia.2017. Provincia de Los Ríos.https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Los_R%C3%Ados#Relieve

⁵ Febe Fajardo. 2016. El cacaotero. Disponible en: http://elcacaotero.com.ec/cacao_ccn51.html

- ✓ Índice de Semilla: 1,45 g/semilla seca y fermentada.
- ✓ Índice de Semillas por mazorca: 45.
- ✓ Adaptabilidad; Es un clon cosmopolita que se adapta a casi todas las zonas tropicales desde el nivel del mar hasta los 1000 sobre el nivel del mar.
- ✓ Porcentaje de manteca (54 %) lo que lo hace muy cotizado por la industria.

3.3 Métodos

En la presente investigación se emplearon los métodos siguientes: Deductivo - inductivo, inductivo – deductivo y experimental.

3.4 Factores estudiados

Variable Dependiente: dosis de fertilizante potasio y boro.

Variable Independiente: comportamiento agronómico del cultivo de cacao

3.5 Tratamientos en estudios

El presente trabajo experimental contó con 9 tratamientos y 3 repeticiones.

Cuadro 2. Tratamientos estudiados. Puebloviejo, 2017.

Tratamiento	Dosis g/planta	
	Potasio (K ₂ O)	Boro (B ₂ O ₃)
T1	180	80
T2	180	40
T3	180	0
T4	90	80
T5	90	40
T6	90	0
T7	0	80
T8	0	40
T9	Testigo Absoluto	

3.6. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental Bloques completos al azar, con nueve tratamientos, y tres repeticiones. Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.6.1 Andeva

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	8
Repeticiones	2
Error experimental	16
Total	26

3.6.2. Característica del Área Experimental

Área del ensayo (m ²):	2 700
Número de repeticiones:	3
Número de hileras por parcela experimental:	5
Longitud de las hileras (m):	90
Separación entre hileras (m):	2,5
Distancia entre plantas en cada hilera (m):	2,5
Número de plantas útiles a tratar:	4
Número de plantas útiles por parcela	9

3.7 Manejo del ensayo

Para un óptimo desarrollo productivo del cultivo se realizaron todas las labores agrícolas necesarias, tales como:

3.7.1 Riego

El presente trabajo experimental se realizó en un cultivo de cacao ya establecido

con una edad de siembra de 5 años, esta plantación tenía sistema de riego por aspersión, el cual se regaba una vez por semana.

3.7.2 Fertilización

En el programa de fertilización del cultivo se aplicaron los fertilizantes de acuerdo a los requerimientos nutricionales (90 kg de N, 12 kg de P y 195 kg de K/ha)⁶, y según los tratamientos en estudio. Se emplearon como fuentes de fertilizantes el Muriato de potasio (60 % K₂O) y Ácido bórico (17 % B₂O₅), estos compuestos se aplicaron en suelo húmedo a la salida de invierno en dosis única. La distribución de los fertilizantes fue en banda a 50 cm, alrededor de la planta.

3.7.3 Controles fitosanitarios

Durante el desarrollo del cultivo se realizó la aplicación de Acefato en dosis de 500 g/ha a los 30 y 45 días después de la implementación del ensayo, con la finalidad de controlar la incidencia del insecto plaga “chinche” y evitar la presencia de otros insectos. En el control de enfermedades se efectuó la aplicación de Kupper a los 30 y 45 días, para la prevención y evitar la proliferación de problemas de origen fúngico.

3.7.4 Control de malezas

El control de malezas del cultivo, se realizó de forma mecánica en 3 ocasiones durante el ensayo, empleando como herramienta una motoguaraña.

3.7.5 Cosecha

La cosecha del cultivo se realizó cuando las mazorcas alcanzaron la madurez fisiológica apropiada.

⁶ INIAP. 1992. Clima, suelos, nutrición y fertilización de cultivos en el litoral ecuatoriano. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec>

3.8 Datos evaluados

3.8.1 Diámetro de la mazorca

Para la evaluación de esta variable se procedió a la medición del diámetro de la mazorca, al momento de la cosecha para obtener un promedio, su resultado se expresó en centímetros.

3.8.2 Número de mazorcas por planta-Índice de planta

Para determinar el número de mazorcas por plantas, se procedió a la contabilización de cada una de ellas por planta, para obtener un promedio.

3.8.3 Longitud de la mazorca

En cuatro plantas tomadas al azar, se procedió a medir la longitud desde la inserción del pedúnculo de la mazorca, al ápice terminal de la misma; esta variable se evaluó en las semanas 2, 5, 10 y 17 del trabajo experimental, los promedios se expresaron en cm.

3.8.4 Peso promedio de la mazorca

Al momento de la cosecha, en cuatro plantas tomadas al azar, se procedió a pesar las mazorcas maduras y se dividió para el número de mazorcas obtenidas. Su peso promedio se expresó en gramos.

3.8.5 Número de semillas por mazorca-Índice de semilla

El número de semillas por mazorca se obtuvo de las cuatro plantas útiles de cada parcela experimental al momento de la cosecha, y su resultado se expresó en unidades.

3.8.6 Peso del grano

El peso del grano de cacao se determinó pesando el total de semillas por mazorca en estado de madurez fisiológica de cada tratamiento en estudio. Se tomó los datos en peso seco y peso húmedo, y se expresó en kg/ha.

3.8.7 Peso de 100 semillas

Se tomó el peso de cien semillas provenientes de las mazorcas de diferentes plantas cosechadas, acorde a los tratamientos, luego su resultado se expresará en gramos.

IV. RESULTADOS

4.1. Diámetro de mazorca

Los valores correspondientes al diámetro de la mazorca se registran en el cuadro 1. El análisis de la varianza determinó alta significancia estadística al 95 % de probabilidad, con un coeficiente de variación de 2,13 %.

El mayor diámetro de la mazorca se obtuvo en el tratamiento con la dosis de 90 g K₂O con un diámetro de mazorca de 9,20 cm, comportándose estadísticamente igual al resto de tratamientos, a excepción del tratamiento testigo que registró el menor promedio con 8,60 cm.

Cuadro 1.- Diámetro de mazorca bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Pueblo Viejo, 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/planta)		Diámetro de mazorca (cm)
	K	B	
T1	180	80	9,10 ab
T2	180	40	9,10 ab
T3	180	0	8,80 ab
T4	90	80	9,10 ab
T5	90	40	8,90 ab
T6	90	0	9,20 a
T7	0	80	8,80 ab
T8	0	40	9,10 ab
T9	0	0	8,60 b
Promedio			8,97
Significancia Estadística			**
Coeficiente de Variación C.V. %			2,13

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 5\%$

**= altamente significativo

Ns: no significativo

4.2 Número de mazorcas por planta

En el cuadro 2 se registran los valores promedios del número de mazorcas por planta, los cuales mediante el análisis de la varianza no presentaron significancia estadística al 95 % de probabilidad, con un coeficiente de variación de 19,48 %.

En la variable número de mazorcas por planta, el mayor promedio se registró en el tratamiento con la aplicación de 90 g K₂O + 40 g B₂O₃ con 4,17 mazorcas por planta, mientras que el menor promedio se obtuvo en el tratamiento con la dosis de 180 g K₂O + 40 g B₂O₃ con 2,83 mazorcas por planta.

Cuadro 2.- Número de mazorcas por planta bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Pueblo Viejo, 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/planta)		Número de mazorcas
	K	B	
T1	180	80	3,42
T2	180	40	2,83
T3	180	0	3,75
T4	90	80	3,25
T5	90	40	4,17
T6	90	0	3,42
T7	0	80	3,67
T8	0	40	3,50
T9	0	0	3,83
Promedio			3,54
Significancia Estadística			ns
Coefficiente de Variación C.V.%			19,48

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 5\%$

**= altamente significativo

Ns: no significativo

4.3 Longitud de la mazorca

En el cuadro 3 se registran los valores promedios de la longitud de mazorca, los cuales mediante el análisis de la varianza presentaron alta significancia estadística para esta variable en la semana 2, 10 y 17, no presentando diferencias significativas en la semana 5. Los promedios generales fueron 4,53, 8,42, 13,39 y 21,74, con los coeficientes de variación de 5,69 %, 3,72 %, 0,91 % y 2,31 % respectivamente.

El mayor promedio de la longitud de mazorca en la semana 2, se obtuvo en el tratamiento con la aplicación de 40 g de B_2O_3 (4,93 cm), siendo estadísticamente igual a los tratamientos 180 g K_2O + 40 g B_2O_3 (4,79 cm), 180 g K_2O + 80 g B_2O_3 (4,49 cm), 180 g K_2O (4,55 cm), 90 g K_2O + 80 g B_2O_3 (4,58 cm), 90 g K_2O + 40 g B_2O_3 (4,46 cm), 90 g K_2O (4,42 cm), 80 g B_2O_3 (4,58 cm), mientras que el menor valor se registró en el testigo absoluto (4,03 cm).

En la longitud de mazorca de la semana 5, el mayor valor se obtuvo en el tratamiento 90 g K_2O + 40 g B_2O_3 (8,65 cm), y la menor longitud de mazorca se obtuvo en el testigo absoluto (8,25 cm).

En lo que respecta a la longitud de mazorca en la semana 10, se registró la mayor longitud en el tratamiento 40 g B_2O_3 (13,61 cm), comportándose estadísticamente igual a las aplicaciones de 90 g K_2O + 40 g B_2O_3 (13,58 cm), 180 g K_2O + 40 g B_2O_3 (13,39 cm), 180 g K_2O (13,35 cm), 90 g K_2O + 80 g B_2O_3 (13,47 cm), 90 g K_2O y 80 g B_2O_3 (13,44 cm), el menor promedio se registró en el tratamiento 180 g K_2O + 80 g B_2O_3 (13,19 cm).

El mayor valor de la longitud de mazorca en la semana 17, se registra en el tratamiento con la aplicación de 40 g B_2O_3 (23,73 cm), siendo estadísticamente igual al

tratamiento 90 g K₂O + 80 g B₂O₃ (22,8 cm), y superior estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que el menor valor se obtuvo en el testigo absoluto (21,05 cm).

Cuadro 3.- Longitud de mazorca bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Pueblviejo, 2017.

Trat.	Dosis de potasio y Boro		Longitud de mazorca			
	(g/planta)		Semana 2 (cm)	Semana 5 (cm)	Semana 10 (cm)	Semana 17 (cm)
	K	B				
T1	180	80	4,49 ab	8,32	13,19 b	21,62 bc
T2	180	40	4,79 a	8,58	13,39 ab	21,67 bc
T3	180	0	4,55 ab	8,32	13,35 ab	21,95 bc
T4	90	80	4,58 ab	8,40	13,47 ab	22,80 ab
T5	90	40	4,46 ab	8,65	13,58 a	21,50 bc
T6	90	0	4,42 ab	8,36	13,40 ab	21,89 bc
T7	0	80	4,58 ab	8,37	13,44 ab	21,80 bc
T8	0	40	4,93 a	8,54	13,61 a	23,3 a
T9	0	0	4,03 b	8,25	13,12 b	21,05 c
Promedio			4,53	8,42	13,39	21,74
Significancia estadística			**	Ns	**	**
Coefficiente de variación C.V.%			5,69	3,72	0,91	2,31

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 5\%$

**= altamente significativo

Ns: no significativo

4.4 Peso promedio de la mazorca

En el cuadro 4, se observan los valores correspondientes al peso promedio de la mazorca. El análisis de la varianza determinó alta significancia estadística al 95% de probabilidad. El promedio general fue 660,15 g con un coeficiente de variación fue 4,38%.

El tratamiento con la aplicación de 40 g B₂O₃ permitió obtener el mayor peso promedio de mazorca (721,33 g), siendo estadísticamente igual a los tratamientos con las dosis 180 g K₂O + 80 g B₂O₃ (643,33 g), 180 g K₂O + 40 g B₂O₃ (654,33 g), 180 g K₂O (640,33 g), 90 g K₂O + 80 g B₂O₃ (661 g), 90 g K₂O + 40 g B₂O₃ (641,67 g), 90 g K₂O (683,33 g), 80 g B₂O₃ (674 g), y difiriendo del tratamiento testigo absoluto que obtuvo el menor promedio (622 g).

Cuadro 4.- Peso promedio de la mazorca bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Pueblo Viejo, 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/planta)		Peso promedio de la mazorca (g)
	K	B	
T1	180	80	643,33 ab
T2	180	40	654,33 ab
T3	180	0	640,33 ab
T4	90	80	661,00 ab
T5	90	40	641,67 ab
T6	90	0	683,33 ab
T7	0	80	674,00 ab
T8	0	40	721,33 a
T9	0	0	622,00 b
Promedio			660,15
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación C.V.%			4,38

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 5\%$

**= altamente significativo

Ns: no significativo

4.5 Número de semillas por mazorca

En el cuadro 5 se registran los valores promedios del número de semillas por mazorca, los cuales mediante el análisis de la varianza presentaron alta significancia estadística al 95% de probabilidad. El promedio general fue 42,33 y el coeficiente de variación fue 6,53%.

El mayor promedio se obtuvo en el tratamiento 40 g B₂O₃ (48 semillas/mazorca), siendo estadísticamente igual a los tratamientos con las dosis de 180 g K₂O + 80 g B₂O₃ (41 semillas/mazorca), 180 g K₂O + 40 g B₂O₃ (40 semillas/mazorca), 180 g K₂O (41 semillas/mazorca), 90 g K₂O + 80 g B₂O₃ (44 semillas/mazorca), 90 g K₂O + 40 g B₂O₃ (44 semillas/mazorca), 90 g K₂O (42 semillas/mazorca), 80 g B₂O₃ (43 semillas/mazorca), mientras que el menor promedio se registró en el testigo absoluto (38 semillas/mazorca).

Cuadro 5.- Número de semillas por mazorca bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Puebloviejo, 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/planta)		Número de semillas por mazorca
	K	B	
T1	180	80	41 ab
T2	180	40	40 ab
T3	180	0	41 ab
T4	90	80	44 ab
T5	90	40	44 ab
T6	90	0	42 ab
T7	0	80	43 ab
T8	0	40	48 a
T9	0	0	38 b
Promedio			42,33
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación C.V.%			6,53

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 5\%$

**= altamente significativo

Ns: no significativo

4.6 Peso del grano

En el cuadro 6 se registran los valores promedios correspondientes al peso húmedo y seco del grano, los cuales mediante el análisis de la varianza presentaron alta significancia estadística al 95% de probabilidad. Los promedios generales fueron 554,55 kg/ha y 198,58 kg/ha con un coeficiente de variación fue 7,75 % y 12,18 % respectivamente.

El mayor peso húmedo del grano (670 kg/ha), se registró en el tratamiento con la aplicación de 40g B_2O_3 , comportándose igual estadísticamente a los tratamientos con la aplicación de 80 g B_2O_3 (665 kg/ha) y 90 g K_2O + 40g B_2O_3 (596 kg/ha), superiores al resto de tratamientos. El menor peso húmedo se obtuvo en el tratamientos testigo absoluto (485 kg/ha). Respecto al peso seco, el mayor promedio se obtuvo en el tratamiento con la dosis de 40 g B_2O_3 (243.7 kg/ha), siendo igual estadísticamente a los tratamientos 80 g B_2O_3 (223.64 kg/ha), y 90 g K_2O + 40 g B_2O_3 (224.98 kg/ha), mientras que el menor promedio (149.85 kg/ha) se alcanzó en el tratamiento 180 g K_2O + 40g B_2O_3 .

Cuadro 6.- Peso húmedo y seco del grano bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Pueblo Viejo, 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/planta)		Peso húmedo del grano (kg/ha)	Peso seco del grano kg/ha
	K	B		
T1	180	80	531,67 b	184,81 ab
T2	180	40	488,33 b	149,85 b
T3	180	0	532,67 b	186,78 ab
T4	90	80	494,33 b	176,35 ab
T5	90	40	596,00 ab	224,98 a
T6	90	0	528,00 b	193,29 ab
T7	0	80	665,00 a	223,64 a
T8	0	40	670,00 a	243,37 a
T9	0	0	485,00 b	204,20 ab
Promedio			554,55	198,58
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación C.V.			7,75%	12,18%

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 5\%$

**= altamente significativo

Ns: no significativo

4.7 Peso de 100 semillas

En el cuadro 7 se observan los valores correspondientes al peso promedio de la mazorca. El análisis de la varianza determinó alta significancia estadística al 95% de probabilidad. El promedio general fue 70,67 g, y el coeficiente de variación fue 7,09 %.

El mayor peso de 100 semillas (81,48 g), se obtuvo con la aplicación de 40 g B₂O₃ siendo estadísticamente igual a los tratamientos con las dosis 180 g K₂O + 80 g B₂O₃ (68,1 g), 180 g K₂O (67,44 g), 90 g K₂O + 80 g B₂O₃ (71,39 g), 90 g K₂O + 40 g B₂O₃ (72,94 g), 90 g K₂O (74,86 g), 80 g B₂O₃ (68,39 g), mientras que el menor peso de 100 semillas se reportó en el testigo absoluto (65,02 g).

Cuadro 7.- Peso de 100 semillas bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Pueblo Viejo, 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/planta)		Peso de 100 semillas (g)
	K	B	
T1	180	80	68,10 ab
T2	180	40	66,49 b
T3	180	0	67,44 ab
T4	90	80	71,39 ab
T5	90	40	72,94 ab
T6	90	0	74,86 ab
T7	0	80	68,39 ab
T8	0	40	81,48 a
T9	0	0	65,02 b
Promedio			70,67
Significancia estadística			**
Coefficiente de variación C.V.			7,09%

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 5\%$

**= altamente significativo

Ns: no significativo

Cuadro 8.- Costo fijo de producción bajo los efectos de la aplicación edáfica de potasio y boro en cacao. Pueblo Viejo, 2017.

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Análisis de suelos	Muestra	2	27,0	54
Control de malezas				
Aplicación	Jornales	3	12,0	36
Control fitosanitario				
Acefato	kg	1	18,0	18
Sulfato de cobre Pentahidratado	250 cc	2	8,5	17
Aplicación	Jornales	2	12,0	24
Fertilización				
Green master	250 cc	2	5,5	11
Boroned	500 cc	2	3,5	7
SuperK-6	500 gr	2	3,0	6
Aplicación	Jornales	3	12,0	36
Subtotal				155
Administración (5%)				7,75
Total costo fijo				162,8

VI. DISCUSION

Los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental, determinaron que las incorporaciones de potasio y boro en diferentes dosis, influyen de forma directa en el alcance de una alta producción en el cultivo de cacao.

Una correcta fertilización en un cultivo de cacao, es en la época en que todas las labores culturales se han realizado de forma óptima y cuando las condiciones climáticas permiten un aprovechamiento eficaz de los fertilizantes, de esta manera se dispone a cada planta el medio adecuado para la asimilación efectiva de nutrientes, este factor influyó directamente en el incremento de varias características en las plantas tratadas, lo que concuerda a la manifestado por el ICA (2012), quien describe que el cultivo de cacao se debe fertilizar; en una época en la que, en lo posible, las lluvias sean poco intensas o al inicio de las mismas, pero que se disponga de buena humedad. Estas etapas son las de mayor absorción de nutrientes, por cuanto todos los procesos fisiológicos están activados. Los requerimientos nutricionales dependen fundamentalmente de: Fertilidad natural del suelo, edad y estado fisiológico de las plantas, el grado de sombreado del cultivo, prácticas de manejo y el tipo de cacao cultivado (genotipo y producción).

El potasio en el cultivo de cacao, incide en el incremento de varias características agronómicas principalmente relacionadas al fruto. Los tratamientos con la incorporación de potasio, presentaron un incremento en el diámetro, peso promedio de la mazorca y peso fresco del fruto, esto debido a que varias funciones de las plantas fueron reguladas por este nutriente lo que coincide a lo descrito por García *et al.* (2010) quien detalla que el potasio en la planta es muy móvil y juega un papel múltiple. Mejora la actividad fotosintética; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades; promueve la síntesis de lignina, favoreciendo la rigidez y estructura de las plantas; favorece la

formación de glúcidos en las hojas a la vez que participa en la formación de proteínas; aumenta el tamaño y peso de los frutos. La carencia de potasio provoca un retraso general en el crecimiento y un aumento de la vulnerabilidad de la planta a los posibles ataques de parásitos. Un correcto abonado potásico mejora la eficiencia y el aprovechamiento del abonado nitrogenado.

El micronutriente Boro en las plantas de cacao, es un elemento indispensable para la regulación de los procesos reproductivos en la etapa de formación de frutos, por su función específica en el periodo de floración, permitiendo una polinización completa de las flores, por lo que se obtuvo un buen número de granos por mazorca en las aplicaciones con diferentes dosis de boro, esto concuerda a lo mencionado por Zavala (2008), quien afirma que el Boro es esencial para que la floración sea normal, en el caso de plantas deficientes se presentan anomalías como floración profusa en el tallo principal y en las ramas y en ocasiones hinchamiento de los cojines florales, la deficiencia de boro afecta la viabilidad del polen y el crecimiento de los tubos polínicos, afectando de esta manera la formación de las semillas y como consecuencia aparecen frutos partenocárpicos o distorsionados que presentan puntos necróticos.

El cultivo de cacao presenta una buena respuesta ante la incorporación de Boro, influyendo en el mejoramiento del desarrollo de los frutos (mazorcas) por lo que sus frutos evidenciaron los mayores valores en la longitud y diámetro de las mismas, lo que coincide a lo descrito por ProMix (2017) quien manifiesta que el boro es indispensable para la división celular (creación de células de plantas nuevas). Los requisitos de boro son mucho más altos para el crecimiento reproductivo, por lo que ayuda con la polinización y el desarrollo de frutas y semillas. Otras funciones incluyen la traslocación de azúcares y carbohidratos, el metabolismo del nitrógeno, la formación de ciertas proteínas, la

regulación de niveles de hormonas y el transporte del potasio hacia los estomas (lo que ayuda a regular el equilibrio interno del agua).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. Las incorporaciones de diferentes dosis de Potasio y Boro en el cultivo, permitieron obtener incrementos significativos de estos nutrientes en el suelo.
2. La aplicación de 40 g B_2O_3 por planta, mostró los mejores resultados e influyó de forma directa para obtener los mayores valores en las variables peso promedio de la mazorca, número de semillas por mazorca, peso del grano, longitud de mazorca y peso de 100 semillas.
3. Las variables longitud de mazorca a la 5^{ta} semana y número de mazorca por planta, no presentaron diferencias significativas.
4. El tratamiento testigo, no registró incrementos significativos en relación a los otros tratamientos a base de potasio y boro, evidenciando los menores promedios para cada variable evaluada.

En base a las conclusiones se recomienda:

- Efectuar la aplicación de Boro en dosis de 40 g por planta en el cultivo de cacao, para el incremento de la producción.
- Evaluar la interacción de Boro en dosis de 40 g por planta, en combinación con otros nutrientes esenciales en el cultivo de cacao.
- Implementar este tipo de fertilización a base de potasio y boro en otros cultivos de ciclo perenne.

VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en los predios de la Hacienda la Libertad. Ubicada en el km 4,5 en la vía Pueblo Viejo - Catarama, provincia de Los Ríos. Su objetivo fue evaluar los efectos de las aplicaciones edáficas de potasio y boro en el desarrollo y rendimiento de la mazorca del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la zona de Pueblo Viejo, Los Ríos

El material de siembra utilizado fue el clon "CCN-51" de 5 años de siembra, se evaluó los nutrientes Potasio (K_2O) y Boro (B_2O_3), en diferentes dosis y mezclas entre ambos fertilizantes, distribuidos en nueve tratamientos y tres repeticiones, y se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar. Las comparaciones de las medias se realizaron con la prueba de Tukey al 5% de significancia.

Para un crecimiento óptimo del cultivo, se efectuaron las labores de campo necesarias, entre las que se encuentran el riego, fertilización, control fitosanitario, control de malezas y su cosecha. Además se evaluaron las variables diámetro de la mazorca, número de mazorcas por planta, longitud de mazorca, peso promedio de la mazorca, número de semillas por mazorca, peso del grano, peso de 100 semillas, rendimiento y análisis económico.

Los resultados obtenidos determinaron que las aplicaciones de diferentes dosis de Potasio y Boro, permiten obtener incrementos significativos de estos nutrientes en el suelo. La aplicación de 40 g B_2O_3 por planta, mostró los mejores resultados e influyó de forma directa para obtener los mayores valores en las variables peso promedio de la mazorca, número de semillas por mazorca, peso del grano, longitud de mazorca y peso de 100 semillas. Las variables longitud de mazorca a la semana 5 y número de mazorca por planta, no presentaron diferencias significativas. La incorporación de 40 g B_2O_3 permitió obtener el mayor rendimiento con 268 kg/ha y el beneficio neto más alto con \$302,54.

Palabra clave: cacao, fertilizante, potasio y boro

VII. SUMMARY

The present experimental work was carried out in the properties of Hacienda la Libertad. Located at km 4.5 on the road Puebloviejo - Catarama, province of Los Ríos. Its objective was to evaluate the effects of edaphic potassium and boron applications in the development and yield of the cocoa crop (*Theobroma cacao* L.), in the area of Puebloviejo, Los Ríos.

The sowing material used was the clone "CCN-51" of 5 years of planting, the nutrients Potassium (K_2O) and Boron (B_2O_3) were evaluated, in different doses and mixtures between both fertilizers, distributed in nine treatments and three repetitions, and the randomized complete blocks experimental design was used. The mean comparisons were made with the Tukey test at 5% significance.

For optimal growth of the crop, the necessary field work was carried out, among which are irrigation, fertilization, phytosanitary control, weed control and harvesting. In addition, the variables diameter of the ear, number of ears per plant, length of ear, average weight of the ear, number of seeds per ear, weight of the grain, weight of 100 seeds, yield and economic analysis were evaluated.

The results obtained determined that the applications of different doses of Potassium and Boron, allow to obtain significant increases of these nutrients in the soil. The application of 40 g B_2O_3 per plant, showed the best results and influenced directly to obtain the highest values in the variables average weight of the ear, number of seeds per ear, weight of the grain, length of ear and weight of 100 seeds. The variables length of ear to week 5 and number of ear per plant did not show significant differences. The incorporation of 40 g B_2O_3 allowed to obtain the highest yield with 268 kg / ha and the highest net profit with \$ 302.54.

Palabra clave: cacao, fertilizante, potasio y boro

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Alarcon, A. (2017). El boro como nutriente esencial. *Parte I: aspectos fisiologicos y dinamica en suelo. Universidad Politecnica de Cartagena. Cartagena, Colombia.*
- Batista, L. (2009). Guia Tecnica el Cultivo de Cacao en la Republica Dominicana. *CEDAF. Santo Domingo, Republica Dominicana.*
- Dostert, N., Cano, M., & Weigend, M. (2011). Hoja botanica: Cacao *Theobroma cacao* L. 1ra Ed. Lima, Peru.
- Enriquez, G. (2006). Fenologia y fisiologia del cultivo de cacao. *Seminario Taller Internacional. Universidad Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.*
- FAO. (2010). Calidad de los alimentos vinculados con el origen y las tradiciones en America Latina. *La cadena de valor del cacao en el Ecuador. Diagnostico actual.* Guayaquil, Ecuador.
- FEDECACAO. (2013). Guia ambiental para el cultivo de cacao. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2da. Ed. Bogota, Colombia.*
- Figuerola, L. (2012). Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de cacao. *UNALM. .* Tarapoto, Peru.

- García , P., Lucena, J., Ruano, S., & Nogales , M. (2010). Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. . *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*. Andalucía, España.
- ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Medidas para la temporada invernal*. Bogotá, Colombia.
- IMPOFOS. (2007). *Deficiencias nutricionales y fertilización del cacao*. Recuperado el 22 de 12 de 2017, de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cacao-fertilizacion-t27099.htm>
- INIAP. (2012). Guía del Manejo Integrado de Enfermedades del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonia. Orellana, Ecuador.
- INTA. (2010). Guía Tecnológica del Cacao (*Theobroma cacao* L.). *Ed. N° 4*. Managua, Nicaragua.
- Johnson, J., Bonilla, J., & Castillo, L. (2008). Manual de manejo y producción del cacaotero. Leon , Nicaragua.
- Lopez, O., Ramirez, S., Espinoza, S., Moreno, J., Ruiz, C., Villarreal, J., & Roja , J. (s.f.). Manejo agroecológico de la nutrición en el cultivo de cacao. *2da. Ed. Universidad Autónoma de Chiapas*. Chiapas, Mexico.
- Mendoza, C. (s.f.). El cultivo de cacao. *Opción rentable para la selva. 1ra Ed.* Lima, Peru.
- Mite, F., & Motato, N. (1999). Manual del cultivo de cacao. *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2da. Ed.* Los Rios, Ecuador.

- Navarro, M., & Mendoza, I. (2006). Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales. *ProDeSoc*. San Juan, Nicaragua.
- Paredes, M. (2003). Manual de cultivo del cacao. Programa para el desarrollo de la Amazonia Proamazonia. Peru.
- ProMix. (2017). *Rol del boro en el cultivo de plantas*. Recuperado el 18 de 12 de 2017, de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-boro-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Quiñonez, W. (2015). Efecto de la aplicación de tres niveles de fertilizante eco-cacao en la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Esmeraldas. Los Rios, Ecuador. Obtenido de (Tesis de Ingeniería Agropecuaria).
- Rojas, C. (2010). Estimación de las necesidades de fertilización en cultivos y praderas. *Centro Regional de Investigacion*. La Platina, Chile.
- Salas, R. (2003). Fertilizantes: características y manejo. *Nutricion mineral de plantas y el uso de fertilizantes*. Costa Rica.
- Sarango, C. (2009). Efecto de tres niveles de fertilización química en el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L., variedad ramilla CCN 51, parroquia San Jacinto del Búa – cantón Santo Domingo. (Tesis de Ingeniería en Administración y Producción Agropecuaria). Loja, Ecuador.
- Sinagap. (2016). *Boletin Situacional Cacao*. Recuperado el 05 de 11 de 2017, de Ministerio de Agricultura y Ganaderia: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php>

Uribe, A., Mendez, H., & Mantilla, J. (1998). Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de cacao en suelo del Departamento de Santander. *Revisat Suelos Ecuatoriales*, 28: 31 - 36.

Yamada, T. (2000). Boro: será que estamos aplicando a dosis suficientes para un adecuado desenvolvimiento de las plantas. *POTAFOS. Informaciones Agronomicas* 90: 1-5.

Zavala, J. (2008). *Nutricion Mineral del Cacao*. Recuperado el 05 de 11 de 2017, de <http://diplomado2007unas.blogspot.com/2008/01/nutricion-mineral-del-cacao.html>

IX. ANEXOS

Anexo 1. ANDEVA Diámetro de la mazorca a cosecha. UTB, FACIAG. 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/plantas)	Diámetro de la mazorca a cosecha			X
		Repetición			
		I	II	III	
T1	180g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	9,00	9,18	8,98	9,10
T2	180g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	9,37	8,82	9,06	9,10
T3	180g K ₂ O	8,97	8,83	8,74	8,80
T4	90g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	9,18	9,01	9,04	9,10
T5	90g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	8,80	8,99	8,82	8,90
T6	90g K ₂ O	9,43	9,07	9,10	9,20
T7	80g B ₂ O ₃	8,55	8,81	9,13	8,80
T8	40g B ₂ O ₃	9,41	9,18	8,84	9,10
T9	Testigo Absoluto	8,71	8,62	8,54	8,60

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,92	10	0,09	2,52	0,0482
Tratamiento	0,84	8	0,1	2,86	0,035
Repetición	0,08	2	0,04	1,15	0,3424
Error	0,59	16	0,04		
Total	1,51	26			

Anexo 2. ANDEVA Numero de mazorcas por planta. UTB, FACIAG. 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/plantas)	Numero de mazorcas por planta			X
		Repetición			
		I	II	III	
T1	180g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	3,00	4,25	3,00	3,42
T2	180g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	2,75	2,25	3,50	2,83
T3	180g K ₂ O	3,50	4,50	3,25	3,75
T4	90g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	3,75	2,50	3,50	3,25
T5	90g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	4,25	5,00	3,25	4,17
T6	90g K ₂ O	3,00	3,50	3,75	3,42
T7	80g B ₂ O ₃	3,00	3,50	4,50	3,67
T8	40g B ₂ O ₃	2,75	3,25	4,50	3,50
T9	Testigo Absoluto	3,50	4,25	3,75	3,83

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	4,37	10	0,44	0,92	0,5386
Tratamiento	3,46	8	0,43	0,91	0,5308
Repetición	0,91	2	0,45	0,96	0,4053
Error	7,59	16	0,47		
Total	11,96	26			

Anexo 3. ANDEVA Longitud de mazorca semana 2. UTB, FACIAG. 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/plantas)	Longitud de mazorca (semana 2)			X
		Repetición			
		I	II	III	
T1	180g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	4,66	4,54	4,26	4,49
T2	180g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	5,20	4,51	4,67	4,79
T3	180g K ₂ O	4,95	4,42	4,27	4,55
T4	90g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	4,57	4,58	4,59	4,58
T5	90g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	4,26	4,62	4,50	4,46
T6	90g K ₂ O	4,48	4,59	4,19	4,42
T7	80g B ₂ O ₃	4,56	4,57	4,62	4,58
T8	40g B ₂ O ₃	4,98	4,97	4,84	4,93
T9	Testigo Absoluto	4,00	3,59	4,50	4,03

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	1,63	10	0,16	2,44	0,0544
Tratamiento	1,51	8	0,19	2,83	0,0365
Repetición	0,11	2	0,06	0,86	0,4414
Error	1,07	16	0,07		
Total	2,69	26			

Anexo 4. ANDEVA Longitud de mazorca semana 5. UTB, FACIAG. 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/plantas)	Longitud de mazorca (semana 5)			X
		Repetición			
		I	II	III	
T1	180g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	8,34	8,34	8,28	8,32
T2	180g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	8,80	8,19	8,75	8,58
T3	180g K ₂ O	7,91	8,74	8,32	8,32
T4	90g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	7,98	8,70	8,53	8,40
T5	90g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	8,00	8,71	9,23	8,65
T6	90g K ₂ O	7,99	8,92	8,18	8,36
T7	80g B ₂ O ₃	8,27	8,33	8,50	8,37
T8	40g B ₂ O ₃	8,51	8,58	8,54	8,54
T9	Testigo Absoluto	8,04	8,43	8,28	8,25

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	1,08	10	0,11	1,11	0,4138
Tratamiento	0,44	8	0,06	0,56	0,7942
Repetición	0,64	2	0,32	3,28	0,0638
Error	1,57	16	0,10		
Total	2,65	26			

Anexo 5. ANDEVA Longitud de mazorca semana 10. UTB, FACIAG. 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/plantas)	Longitud de mazorca (semana 10)			X
		Repetición			
		I	II	III	
T1	180g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	13,3	13,07	13,19	13,19
T2	180g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	13,4	13,33	13,43	13,39
T3	180g K ₂ O	13,11	13,59	13,35	13,35
T4	90g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	13,31	13,56	13,54	13,47
T5	90g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	13,45	13,63	13,66	13,58
T6	90g K ₂ O	13,27	13,53	13,39	13,40
T7	80g B ₂ O ₃	13,55	13,35	13,42	13,44
T8	40g B ₂ O ₃	13,59	13,68	13,56	13,61
T9	Testigo Absoluto	13,08	13,11	13,16	13,12

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,67	10	0,07	4,52	0,0038
Tratamiento	0,63	8	0,08	5,33	0,0022
Repetición	0,04	2	0,02	1,32	0,2956
Error	0,24	16	0,01		
Total	0,91	26			

Anexo 6. ANDEVA Longitud de mazorca semana 17. UTB, FACIAG. 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/plantas)	Longitud de mazorca (semana 17)			X
		Repetición			
		I	II	III	
T1	180g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	22,85	21,29	20,72	21,62
T2	180g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	22,05	21,25	21,72	21,67
T3	180g K ₂ O	22,09	21,86	21,90	21,95
T4	90g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	23,05	22,22	23,12	22,80
T5	90g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	21,55	21,51	21,45	21,50
T6	90g K ₂ O	21,48	22,02	22,17	21,89
T7	80g B ₂ O ₃	22,00	21,92	21,48	21,80
T8	40g B ₂ O ₃	23,5	23,15	24,54	23,73
T9	Testigo Absoluto	21,1	21,05	21,00	21,05

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	15,89	10	1,59	6,17	0,0007
Tratamiento	15,25	8	1,91	7,4	0,0004
Repetición	0,64	2	0,32	1,25	0,3131
Error	4,12	16	0,26		
Total	20,01	26			

Anexo 7. ANDEVA Peso promedio de la mazorca. UTB, FACIAG. 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/plantas)	Peso promedio de la mazorca (g)			X
		Repetición			
		I	II	III	
T1	180g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	601,00	671,00	658,00	643,33
T2	180g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	650,00	659,00	654,00	654,33
T3	180g K ₂ O	634,00	638,00	649,00	640,33
T4	90g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	665,00	669,00	649,00	661,00
T5	90g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	638,00	647,00	640,00	641,67
T6	90g K ₂ O	689,00	708,00	653,00	683,33
T7	80g B ₂ O ₃	703,00	689,00	630,00	674,00
T8	40g B ₂ O ₃	786,00	708,00	670,00	721,33
T9	Testigo Absoluto	633,00	603,00	630,00	622,00

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	22898,15	10	2289,81	2,74	0,0349
Tratamiento	20939,41	8	2617,43	3,14	0,0246
Repetición	1958,74	2	979,37	1,17	0,3344
Error	13347,26	16	834,2		
Total	36245,41	26			

Anexo 8. ANDEVA Numero de granos por mazorcas. UTB, FACIAG. 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/plantas)	Numero de grano por mazorcas			X
		Repetición			
		I	II	III	
T1	180g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	39,50	39,41	44,54	41,00
T2	180g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	43,30	37,16	39,00	40,00
T3	180g K ₂ O	36,50	41,00	45,60	41,00
T4	90g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	40,60	45,89	44,90	44,00
T5	90g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	41,41	45,00	44,80	44,00
T6	90g K ₂ O	40,82	42,09	41,67	42,00
T7	80g B ₂ O ₃	40,40	42,31	45,24	43,00
T8	40g B ₂ O ₃	49,78	49,53	44,14	48,00
T9	Testigo Absoluto	38,90	38,46	37,58	38,00

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	195,9	10	19,59	2,58	0,0442
Tratamiento	181,04	8	22,63	2,98	0,0301
Repetición	14,86	2	7,43	0,98	0,3975
Error	121,54	16	7,6		
Total	317,44	26			

Anexo 9. ANDEVA Peso húmedo del grano. UTB, FACIAG. 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/plantas)	Peso húmedo del grano kg/ha			X
		Repetición			
		I	II	III	
T1	180g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	520,00	545,00	530,00	531,67
T2	180g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	450,00	460,00	555,00	488,33
T3	180g K ₂ O	543,00	530,00	525,00	532,67
T4	90g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	493,00	480,00	510,00	494,33
T5	90g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	590,00	598,00	600,00	596,00
T6	90g K ₂ O	528,00	521,00	535,00	528,00
T7	80g B ₂ O ₃	660,00	650,00	685,00	665,00
T8	40g B ₂ O ₃	530,00	735,00	745,00	670,00
T9	Testigo Absoluto	475,00	480,00	500,00	485,00

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	134126,67	10	13412,67	7,26	0,003
Tratamiento	125404	8	15675,5	8,49	0,002
Repetición	8722,67	2	4361,33	2,36	0,1262
Error	29540	16	1846,25		
Total	163666,67	26			

Anexo 10. ANDEVA Peso seco del grano. UTB, FACIAG. 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/plantas)	Peso seco del grano kg/ha			X
		Repetición			
		I	II	III	
T1	180g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	188,00	190,50	175,93	184,81
T2	180g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	137,02	155,55	156,98	149,85
T3	180g K ₂ O	185,65	192,23	182,45	186,78
T4	90g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	163,85	174,35	190,85	176,35
T5	90g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	215,10	236,2	223,65	224,98
T6	90g K ₂ O	200,75	187,38	191,73	193,29
T7	80g B ₂ O ₃	205,85	224,45	240,63	223,64
T8	40g B ₂ O ₃	188,80	267,35	273,95	243,37
T9	Testigo Absoluto	135,45	258,13	219,03	204,20

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	24455,75	10	2445,58	4,18	0,0056
Tratamiento	19765,53	8	2470,69	4,22	0,0069
Repetición	4690,22	2	2345,11	4,01	0,0389
Error	9366,43	16	585,4		
Total	33822,19	26			

Anexo 11. ANDEVA Peso de 100 semillas. UTB, FACIAG. 2017.

Tratamiento	Dosis de potasio y Boro (g/plantas)	Peso de 100 semillas (g)			X
		Repetición			
		I	II	III	
T1	180g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	62,00	68,50	73,79	68,10
T2	180g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	70,20	58,37	70,9	66,49
T3	180g K ₂ O	62,30	62,63	77,38	67,44
T4	90g K ₂ O + 80g B ₂ O ₃	65,54	73,04	75,58	71,39
T5	90g K ₂ O + 40g B ₂ O ₃	71,70	73,65	73,46	72,94
T6	90g K ₂ O	81,00	68,14	75,43	74,86
T7	80g B ₂ O ₃	65,54	69,06	70,58	68,39
T8	40g B ₂ O ₃	83,91	82,26	78,27	81,48
T9	Testigo Absoluto	65,69	65,83	63,55	65,02

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	724,18	10	72,42	2,89	0,0287
Tratamiento	634,96	8	79,37	3,16	0,0238
Repetición	89,22	2	44,61	1,78	0,2008
Error	401,48	16	25,09		
Total	1125,65	26			

Imágenes del ensayo



Figura 1.- Medición de variable “Longitud de mazorca” en etapa inicial



Figura 2.- Identificación de cada tratamiento



Figura 3.- Dosificación de fertilizantes para cada tratamiento



Figura 4.- Aplicación de cada tratamiento



Figura 5.- Preparación de productos para control fitosanitario



Figura 6.- Control fitosanitario realizado en el cultivo



Figura 7.- Sitio experimental en etapa de desarrollo



Figura 8.- Evaluación de variable “Longitud de mazorca”



Figura 9.- Visita del tutor al trabajo experimental en el área del ensayo



Figura 10.- Determinación de variable “diámetro de la mazorca”



Figura 11.- Evaluación del peso promedio de la mazorca



Figura 12.- Peso fresco del grano



Figura 13.- Realización del secado natural del grano



Figura 14.- Determinación de variable “Peso seco del grano” al 7% de humedad