



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Evaluación de tres niveles de fertilización foliar con Boro y Potasio en dos
distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en
la zona de Babahoyo”.

AUTORA:

Angélica Lisseth Martínez Díaz

TUTOR:

Ing. Agr. Marlon López Izurieta .MSc

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador

2017



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Evaluación de tres niveles de fertilización foliar con Boro y Potasio en dos
distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en
la zona de Babahoyo”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACION



Ing. Agr. Tito Bohórquez Barros, MBA

PRÉSIDENTE



Ing. Agr. Dayid Mayorga Arias, MSc.

PRIMER VOCAL



Ing. Agr. Cristina Maldonado Camposano, MBA

SEGUNDO VOCAL

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones en este Trabajo Experimental son de exclusividad del autor.

Angélica Martínez Díaz.
Angélica Lisseth Martínez Díaz

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la sabiduría e inteligencia necesaria para cumplir cada uno de mis objetivos en la vida.

A mis padres, hermanos y abuela por haberme dado las fuerzas necesarias para poder continuar con mi carrera.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo experimental realizado con mucho esfuerzo, quiero agradecer en primer lugar a Dios y a mi familia por darme el apoyo durante todos estos años de estudios.

A mi esposo por estar siempre presente en cada uno de mis pasos.

A mis grandes amigos de la Universidad que con sus risas y ocurrencias logramos llegar a nuestras metas.

Y como no a mis maestros por jamás desistir en enseñarme con paciencia para poder concluir mi carrera y en especial mi trabajo experimental.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
General	2
Específicos	2
II. MARCO TEORICO	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental	17
3.2. Material de siembra	17
3.3. Métodos	17
3.4. Factores estudiados	17
3.5. Tratamientos y subtratamientos	18
3.6. Diseño experimental	18
3.7. Análisis de varianza	18
3.8. Análisis funcional	19
3.9. Manejo del ensayo	19
3.9.1. Preparación del suelo	19
3.9.2. Siembra.....	19
3.9.3. Fertilización.....	19
3.9.4. Control de malezas	19
3.9.5. Riego	19
3.9.6. Control de plagas y enfermedades	20
3.10. Datos evaluados	20
Los datos evaluados fueron los siguientes:.....	20
3.10.1. Altura de planta	20
3.10.2. Número de vainas por plantas	20
3.10.3. Largo y ancho de la vaina	20
3.10.4. Número de granos por vaina	20
3.10.5. Rendimiento	20
3.10.6. Análisis económico	20
IV. RESULTADOS	22
4.1. Altura de planta.....	22
4.2. Número de vainas por plantas.....	24

4.3. Largo y ancho de la vaina	26
4.4. Número de granos por vaina	26
4.5. Rendimiento	29
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
VII. RESUMEN	34
VIII. SUMMARY	36
IX. LITERATURA CITADA	37
X. APÉNDICE	40
10.1. Cuadros de resultados y análisis de varianza	41
10.2. Fotografías	47

I. INTRODUCCIÓN

El Fréjol perteneciente a la familia Fabaceae y cuyo uso principal radica en el consumo directo del grano o semilla, se caracteriza por su alto contenido de proteína (20 a 46 % en grano seco), carbohidratos, minerales y fibra, lo que determina su valor e importancia en la alimentación humana. Adicionalmente, muchas de las leguminosas de grano comestible también tienen usos secundarios como abonos verdes y todas son plantas fijadoras de nitrógeno¹. (INIAP, 2017)

En el país existen 35 000 hectáreas sembradas de este grano, la sierra norte con 8 000 hectáreas es la zona de mayor producción del grano de esta leguminosa. En promedio se cultiva de 30 a 40 quintales por hectárea. Aunque existen 50 especies de fréjol, las variedades rojo moteado, canario, calima negro y blanco panamito son las más apetecidas². (El comercio, 2017)

Los distanciamientos de siembra óptimos para el fréjol son de 40 a 45 cm entre surcos. La población ideal del fréjol es de 195 000 plantas/ha y se debe tener en cuenta que la germinación del lote a sembrar depende del porcentaje de semilla. Posteriormente se debe manejar la mortalidad de plantas tomando en cuenta el daño causado por insectos y enfermedades, el cual es tolerable hasta un 10 %³.

El boro (B) es necesario aplicar en pequeñas cantidades en las plantas, para evitar problemas de bajo crecimiento y desarrollo por lo que es necesario administrar en niveles adecuados. Se diferencia de otros micronutrientes porque no hay clorosis asociada a su deficiencia, sin embargo, tiene síntomas de toxicidad similares a los de otros micronutrientes.

Mientras que el potasio se encuentra dentro de la solución de las células de la planta y se usa para mantener la presión de turgencia de la célula (lo que significa que evita que

¹ Manual de Frejol. Disponible en <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/MANUAL%20FREJOL%20Y%20LEGUMIN%202010.pdf>

² Diario El Comercio. Disponible en <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/variedades-de-frejol-se-consumen.html>.

³ Datos obtenidos de www.sag.gob.hn/dmsdocument/2956

la planta se marchite prematuramente). Además, el potasio cumple un rol en la formación correcta de estomas (células usualmente ubicadas en el envés de la hoja, que se abren y se cierran para permitir la salida de vapor de agua y de gases residuales) y actúa como un activador de enzimas⁴.

1.1. Objetivos

General

Evaluar tres niveles de fertilización foliar con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo.

Específicos

- Determinar el nivel de fertilización más adecuado de Boro y Potasio en la producción del frejol.
- Evaluar las distancias de siembra acorde a la fertilización foliar.
- Analizar económicamente los tratamientos.

⁴ Datos obtenidos de <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/>

II. MARCO TEÓRICO

Agropecuarios (2017), difunde que el cultivo de fréjol desempeña un papel importante en la alimentación de las personas, la planta presenta raíces ramificadas, tallo erguido, hojas compuestas de tres folíolos enteros, flores de color variable con pétalos desiguales reunidas en racimos sencillos insertados en las axilas de las hojas. El fruto es una legumbre de forma rayada recta o curva, con bordes redondos o comprimidos, contiene semillas generalmente arriñonadas, provistas de dos cotiledones.

Crystal-chemical (2017), informa que el cultivo de fréjol se adapta a la mayoría de las condiciones ecológicas del Litoral ecuatoriano. Requiere suelos franco arenoso-limoso o franco arcilloso, con buen drenaje y pH 6,50 a 7,50. Distancia entre surcos 0,50 cm y entre planta 7 a 9 cm.

Agropecuarios (2017), indica que el fréjol se adapta muy bien en este clima tropical necesita un suelo húmedo y rico en materia orgánica, no demasiado arcilloso ni duro, no le conviene la sequía. La siembra se realiza en forma manual, la distancia de siembra va de acuerdo a la variedad que se siembre, para las variedades trepadoras que se asocian con maíz se siembran a una distancia de 1,00 m a 0,60 m. entre surcos y de 40 entre planta de dos y cinco semillas por hueco. Las labores y cuidados del cultivo incluyendo el control de plagas y enfermedades son similares al caso de otros cultivos de ciclo corto.

Lardizabal, *et al* (2013), dice que la distancia de siembra óptima para frejol es de 40 a 45 cm entre surcos. La población ideal del frijol es de 195 000 plantas/ha a germinación y con el óptimo a cosecha de 175 500 plantas/Ha. Se debe de notar que se usa la germinación del lote a sembrar y se debe modificar la cantidad de semilla a usar para cada siembra dependiendo del porcentaje de germinación. Posteriormente se debe manejar la mortalidad de plantas tomado en cuenta el daño causado por insectos y enfermedades, el cual es tolerable hasta un 10 %.

García (2009), señala que para obtener una buena población la semilla como mínimo debe tener el 80 % de germinación. En la siembra del frejol a espeque se recomienda hacerla en surco para facilitar las labores culturales, la profundidad adecuada de siembra es de 3 cm.

Para Lardizabal, *et al* (2013), el frejol es un cultivo tradicional que forma parte de la dieta básica. En general es un cultivo manejado con baja tecnología, por lo que los rendimientos normalmente son bajos, entre 14 y 16 quintales por hectárea. En general es un cultivo que se puede sembrar todo el año si se tiene riego, evitando la cosecha durante los meses más lluviosos. Con el uso de prácticas básicas de producción, se pueden elevar los rendimientos a niveles entre 57 a 75 quintales por hectárea, haciendo de éste un cultivo rentable y no de subsistencia, como normalmente se considera.

García (2009), manifiesta que el nitrógeno es un elemento que hace que la planta aproveche mejor el fósforo, las aplicaciones de urea hacen que las plantas absorban mejor el fósforo disponible en el suelo, esto se puede constatar con algunas experiencias de productores al decir que aplicaciones de fertilizante completo al voleo a los ocho días después de germinado el frejol han dado mejores resultados que aplicarlo al fondo del golpe o encima del golpe.

Fundación Produce (2008), divulga que el frejol, además de la disponibilidad o suministro de nitrógeno (N) del suelo, debe de tomarse en cuenta la posible fijación de nitrógeno atmosférico por bacterias del género *Rhizobium*. La cantidad que puede aprovecharse por este proceso varía de 60 a 120 kg de nitrógeno por hectárea. Cuando el frijol se siembra después de sorgo o maíz, se sugiere aplicar en presiembra de 80 a 100 kg de nitrógeno por hectárea (N/ha). En cambio, en rotación con otra leguminosa u hortalizas se recomienda aplicar de 40 a 60 kg de N/ha.

De acuerdo a Carranza (2014), el fertilizante o abono es cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporte a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal. Los fertilizantes y abonos se encargan de entregar y devolver a la tierra los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento de plantas.

Roldán (2016), explica que la principal ventaja que tiene la utilización de fertilizantes está relacionada a la industria agrícola, ya que se obtiene altos rendimiento en un suelo para brindar una mayor calidad y cantidad de cultivos, lo que repercute posteriormente que los ingresos económicos sean mayores, con una inversión que en muchos casos es proporcionalmente ínfima.

Carranza (2014), expresa que la mayoría de abonos o fertilizantes químicos que se usan suelen incluir solo tres nutrientes: el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Las plantas necesitan más cantidad de éstos elementos que de ningún otro. Es conveniente asimismo aportar los demás elementos para prevenir carencias de magnesio, hierro, manganeso y boro.

Vadequímica (2017), menciona que dentro del ciclo vital natural, hojas, frutos y semillas caen al suelo devolviendo lo que la planta tomó de él, manteniendo el suelo rico de nutrientes para el crecimiento óptimo de otras plantas. A pesar de ello, hay muchos factores que pueden perjudicar o incluso romper el ciclo, produciendo así un empobrecimiento en los nutrientes del suelo y haciendo necesario el uso de fertilizantes químicos para recuperar el estado óptimo del suelo. Por lo tanto siempre es apropiado aportar un poco de nutrientes externos. Los tres elementos que deben aportarse indispensablemente son: el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K). Para ello son de gran importancia los fertilizantes (nutrientes asimilables por las plantas). Eso sí, deben aplicarse de manera racional, aportando las dosis necesarias y con la frecuencia adecuada.

Anffe (2017), aclara que los fertilizantes son necesarios y gracias en parte a ellos se obtienen grandes beneficios para la producción alimenticia y la obtención de energías renovables. Sin los fertilizantes se tendrían que cultivar millones de hectáreas adicionales a nivel mundial para poder alimentar a una población en constante crecimiento.

Sepúlveda (2017), sostiene que la fertilización es un proceso a través del cual se añaden a diversas sustancias a la tierra para hacerla más fértil y útil a la hora de sembrar algo. Las plantas para crecer necesitan de nutrientes en proporciones variables para completar su ciclo de vida y para su nutrición, para que un suelo produzca adecuadamente un cultivo debe abastecer a la planta de los nutrientes en cantidad necesaria.

Según Vadequímica (2017), el aporte de varios fertilizantes a las plantas:

- Urea (46 %N): Aporte de nitrógeno. Ayuda al crecimiento y desarrollo de todo tipo de plantas. Intensifica el color de las hojas.
- Sulfato de amonio (21 %N): Aporte de nitrógeno. De utilización especialmente recomendada en suelos alcalinos, mejorando las condiciones de desarrollo de la planta.
- Fosfato diamónico (DAP 18 % N – 46 % P₂O₅): Aporte de fósforo y nitrógeno. Es

altamente soluble y por lo tanto se disuelve rápidamente en el suelo para liberar fosfato y amonio disponible para las plantas. El equilibrio entre los nutrientes, nitrógeno y fósforo, lo hace adecuado para suelos muy ricos en potasio en los que no hace falta incorporar dicho elemento en el abonado y para cultivos como cereales de invierno, exigentes en fósforo. Muy adecuado para suelos neutros o básicos.

- Fosfato monoamónico (MAP 11 % N – 54 % P₂O₅): Aporte de fósforo y nitrógeno. Muy usado especialmente en regiones agrícolas donde predominan los suelos de origen calcáreos o suelos alcalinos.
- Nitrato potásico (13,5 % N – 45 % K₂O): Aporte de nitrógeno y potasio. Fuente ideal para una óptima nutrición. Mejora la tolerancia a la sequía y aumenta la resistencia de las plantas a las enfermedades. Además es mucho más útil que otros fertilizantes potásicos que aportan cloruros o sodio (perjudiciales para las plantas).

Cifa (s.f.), comenta que el Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO₃⁻) o de amonio (NH₄⁺). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes.

Anffe (2017), afirma que los fertilizantes contienen nutrientes de origen natural, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, que provienen de la propia naturaleza y por tanto no son obtenidos por el hombre. Estos nutrientes son exactamente los mismos que los incluidos en los abonos orgánicos, pero en formas que pueden ser asimiladas por las plantas, lo que sucedería también de forma natural pero en un periodo mayor de tiempo. El origen de los nutrientes que permiten a la planta producir alimentos de calidad es irrelevante, obteniendo las plantas los nutrientes siempre de la misma forma, independientemente del origen primario de los mismos.

Sepúlveda (2017), define que para poder incrementar la producción agrícola y abastecer al crecimiento de la población, existen dos factores posibles:

- Aumentar las superficies de cultivo.
- Proporcionar a los suelos fuentes de nutrientes adicionales en formas asimilables por las plantas, para incrementar los rendimientos de los cultivos.

Cifa (s.f.), reporta que el Fósforo (P), que suple del 1 % al 4 % por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o dónde la fijación limita su disponibilidad.

Sepúlveda (2017), expone que los beneficios de los fertilizantes son:

- Asegurar la productividad y calidad nutricional de los cultivos, ofreciendo una seguridad alimenticia e incrementando el contenido de nutrientes de las cosechas.
- Evitar la necesidad de incrementar la superficie agrícola mundial, ya que sin los fertilizantes habría que destinar millones de hectáreas adicionales a la agricultura.
- Conservar el suelo y evitar su degradación y, en definitiva, mejorar la calidad de vida del agricultor y de su entorno.
- Contribuir a la mayor producción de materia prima para la obtención de energías alternativas.

Cifa (s.f.), determina que los micronutrientes o microelementos son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. Son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo. El suministro en exceso de boro puede tener un efecto adverso en la cosecha subsiguiente.

Sepúlveda (2017), relata que en los ambientes naturales las plantas se adaptan a las condiciones de nutrientes y las diversas formaciones vegetales tienen que ver con la disponibilidad de los mismos. En cambio, en la agricultura moderna se deben emplear técnicas de aporte de nutrientes para garantizar buenas cosechas. Cada tipo de nutriente

ejerce una función en la planta y su deficiencia es detectable, a veces a simple vista. Es por ello que se necesita la fertilización en los cultivos y plantas, con la finalidad de que obtenga los nutrientes necesarios que no puede obtener del suelo solamente.

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

Noriega (2017), asegura que el potasio se encuentra en los suelos como componente de la roca madre en forma de silicatos, en el interior de las láminas de la arcilla, fijado al complejo arcillo-húmico y en la disolución del suelo. Únicamente el que está en la disolución de suelo, es el asimilable por las plantas. Su absorción es activa y rápida, en forma de catión potasio. El potasio participa en el antagonismo catiónico, proceso poco específico que depende de concentración, y en el que participan otros cationes como Ca^{2+} , Mg^{2+} y Na^+ . Si uno de los cationes se encuentra en menor concentración, el resto de los cationes tiende a compensar ese déficit, de forma que la suma total de cationes en el tejido vegetal tiende a permanecer constante.

Canna (2017), estima que el potasio se encuentra por toda la planta. Es necesario para todas las actividades que tienen que ver con el transporte de agua, entre otras cosas, y con la apertura y cierre de las estomas. El potasio se encarga de la fuerza y calidad de una planta, y controla innumerables procesos como el sistema de carbohidratos.

Chilan (2015), argumenta que el potasio es uno de los nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal y es indispensable en la agricultura moderna de altos rendimientos. Los cultivos absorben potasio en grandes cantidades igual o más que nitrógeno. El potasio es vital en los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas y no solo aumenta los rendimientos de los cultivos, sino que también beneficia muchos aspectos de la calidad del cultivo. Por lo tanto, la aplicación de potasio trae aparejados productos de alto valor y máximos rendimientos económicos para los agricultores.

Torres (s.f.), apunta que el potasio es uno de los macronutrientes esenciales más importantes que permiten el funcionamiento de sistemas agropecuarios. Cumple funciones vitales en la fisiología vegetal y por lo tanto su deficiencia origina importantes mermas en el rendimiento y/o calidad de los cultivos. Conocer las bases de su dinámica en sistemas agrícolas, es el primer paso para el diseño de estrategias de fertilización sustentables.

Chilan (2015), refiere entre los beneficios del potasio, conocido como el “elemento de la calidad” para la producción agrícola, es una producción potásica mejora muchos aspectos de la calidad de los cultivos; mayor porcentaje comercializable del rendimiento total, aumento en el porcentaje de las proteínas en el grano, mayor contenido de aceite y vitamina C, mejora en el color y sabor de las frutas, aumento del tamaño de fruto y tubérculo, menores pérdidas en el almacenamiento y transporte y vida más larga de las frutas y hortalizas en los anaqueles de los supermercados.

Torres (s.f.), describe que el potasio cumple funciones trascendentes en la fisiología de las plantas. Actúa a nivel del proceso de la fotosíntesis, en la traslocación de fotosintatos, síntesis de proteínas, activación de enzimas claves para varias funciones bioquímicas, mejora la nodulación de las leguminosas, etc. Asimismo, una buena nutrición potásica aumenta la resistencia a condiciones adversas como sequías o presencia de enfermedades.

Canna (2017), indica que la evaporación de agua se reduce si hay carencia de potasio. Como consecuencia, subirá la temperatura de las hojas y las células se quemarán. Esto sucede principalmente en los bordes de las hojas, donde, normalmente, la evaporación es máxima pero también los bordes de las hojas también pueden morir a causa de una falta de humedad o de un exceso de sales en la tierra. En consecuencia, es imposible reconocer una carencia de potasio simplemente basándose en estos síntomas. En general, se puede decir que cuando falta un diez por ciento de un elemento en los tejidos de la planta la carencia será visible, y puede reconocerse por un cambio de color y necrosis.

Noriega (2017), difunde los aspectos relevantes del potasio en la planta:

- Elemento muy móvil dada su solubilidad y baja afinidad por los ligandos orgánicos,

de los que fácilmente se intercambia.

- El potasio también actúa como activador en más de 50 sistemas enzimáticos, que requieren una concentración elevada de K^+ en el medio, de entre 100 a 150 mm, para alcanzar una actividad óptima.
- Además, el potasio interviene en distintos procesos metabólicos fundamentales como la respiración, la fotosíntesis, y la síntesis de clorofilas. Estimula la formación de flores y frutos.
- Aumenta la eficiencia del nitrógeno.
- Aumenta el peso de los granos y frutos, haciendo a éstos más azucarados y de mejor conservación
- Las plantas con un suministro adecuado de potasio presentan una mayor resistencia a la sequía y a las heladas, al mantener una concentración salina de las células y regular debidamente la apertura estomática y el contenido de agua de los tejidos.
- El contenido de potasio en los cultivos es de 2-5 % de materia seca.

Chilan (2015), señala la función del Potasio en las plantas:

- Las plantas absorben el potasio en su forma iónica, K^+ .
- En la fotosíntesis, el potasio regula la apertura y cierre de las estomas, y por lo tanto regula la absorción de CO_2 .
- En las plantas, el potasio desencadena la activación de enzimas y es esencial para la producción de adenosina trifosfato (ATP). El ATP es una fuente de energía importante para muchos procesos químicos que tienen lugar en las células de la planta. El potasio desempeña un rol importante en la regulación del agua en las plantas (osmoregulación). Tanto la absorción de agua a través de raíces de las plantas y su pérdida a través de los estomas, se ven afectados por el potasio.
- El potasio también mejora la tolerancia de la planta al estrés hídrico.
- La síntesis de proteínas y de almidón en las plantas requiere de potasio. El potasio es esencial en casi todos los pasos de la síntesis de proteínas. En la síntesis de almidón, la enzima responsable del proceso esta activada por el potasio.

Torres (s.f.), explica que las deficiencias de potasio no solo pueden determinar pérdidas de rendimiento, sino también pueden afectar la calidad de los productos

cosechados. En términos generales, para la mayoría de las especies cultivadas, los síntomas de deficiencia se presentan como clorosis (y en casos severos de carencia, necrosis) en los márgenes y puntas de las hojas. Debido a la movilidad de este nutriente dentro de la planta, es común que los síntomas se evidencien sobre todo en las hojas más viejas.

Promix (2017), expresa que el boro (B) no se necesita en grandes cantidades en las plantas, pero puede causar problemas de crecimiento graves si no se administra en niveles adecuados. El boro se diferencia de otros micronutrientes porque no hay clorosis asociada a su deficiencia, sin embargo, tiene síntomas de toxicidad similares a los de otros micronutrientes.

Smart (2017), manifiesta que el boro es uno de los siete micronutrientes esenciales para el crecimiento normal de las plantas. En la naturaleza, está presente en una concentración promedio de 10 ppm. Sin embargo, el rango de las concentraciones de boro en la solución del suelo, en cual las plantas sufren efectos tóxicos o deficiencias, es muy estrecha (0.3-1 ppm). Además es esencial para el crecimiento normal de las plantas, ya que promueve la división apropiada de las células, la elongación de células, la fuerza de la pared celular, la polinización, floración, producción de las semillas y la traslación de azúcar y también esencial para el sistema hormonal de las plantas.

Promix (2017), explica que el boro se usa con calcio en la síntesis de las paredes celulares y es esencial 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 micorrízicos.

Rodríguez (2017), expresa que el boro es un micronutriente que puede causar importantes pérdidas en cultivos de frutos carnosos. Aunque su esencialidad se conoce

desde 1925 sólo recientemente se han empezado a entender sus funciones en las plantas.

Smart (2017), reporta que la absorción del boro por las plantas es un proceso pasivo (no metabólico) que es controlada por su nivel del boro en la solución del suelo, más que por el contenido total en el suelo. Así mismo se mueve con el agua en los tejidos de la planta y se acumula en las hojas. Por lo tanto, la absorción y la acumulación de este elemento dependen directamente de la tasa de transpiración.

Promix (2017), considera que la deficiencia de boro se expresa en los puntos de crecimiento de las raíces y follaje, y también en estructuras de florecimiento y de fructificación. A menudo, las yemas terminales mueren y los entrenudos del follaje se acortan, lo que da lugar a un crecimiento nuevo, deforme y achatado que emerge de los nudos laterales, lo que provoca una apariencia “roseta” o “tupida”. Los tallos son quebradizos y las hojas nuevas pueden engrosarse. Las raíces son, por lo general, cortas, achatadas y hay muy pocos pelos radicales presentes. El florecimiento y la fructificación son reducidas y lo que se desarrolla es a menudo deforme.

Miranda (2017), determina que el boro es un micronutriente que si bien ha existido siempre, desde hace muy poco se le conoce y utiliza como un nutriente para las plantas. El Boro se encuentra en el suelo de pH medio y puede ir disminuyendo a medida que el pH va aumentando. La planta absorbe este nutriente como ácido bórico en un proceso que muchos expertos coinciden en llamar pasivo.

Smart (2017), menciona que los síntomas de la deficiencia de boro incluyen formación inhabitada de yemas florales, brotes secos, entrenudos cortos, deformaciones, baja viabilidad del polen y desarrollo inhabitado de semillas.

Sierra (2017), aclara que las funciones del boro en las plantas son:

- Promueve actividad meristematicos.
- Su carencia afecta el crecimiento de tallos y raíces.
- Carencia aguda produce muerte de los centros de crecimiento.
- Carencia moderada produce ruptura de los tejidos conductivos en los tallos.
- Pobre desarrollo radicular, de color café oscuro, no saludable.

- Es un elemento esencial que promueve división celular.
- Su carencia provoca la acumulación de azúcares y almidón en las hojas.
- Su deficiencia afecta la síntesis orgánica.

Rodríguez (2017), sostiene que la deficiencia de B afecta:

- Al crecimiento de las raíces, con una menor producción de raíces secundarias. También ocasiona la disminución del crecimiento y deformaciones en las zonas de crecimiento.
- Provoca una clorosis en las hojas más jóvenes, a la que le sigue la necrosis y la muerte de los meristemas. Provoca muerte del ápice caulinar.
- Las plantas no logran una buena formación de flores y se produce un aborto floral.
- Disminución de la superficie foliar, con hojas jóvenes deformes, gruesas, quebradizas y pequeñas.
- Grietas y hendiduras en tallos, peciolo y a veces en los frutos. Éstos presentan una formación irregular.
- También disminuye la resistencia a las infecciones.
- Disminución de la actividad de las enzimas redox (catalasa, peroxidasa y polifenoloxidasas).
- Un dato a tener en cuenta es que, en ocasiones, los insectos y virus pueden provocar síntomas parecidos a los de la deficiencia en boro. Los síntomas de deficiencia se agravan durante una sequía o después de ésta, pudiendo resultar difícil diferenciar los efectos producidos por una causa u otra.

Smart (2017), refiere que los síntomas de toxicidad de boro incluyen clorosis y necrosis de los puntos de crecimiento que progresa hacia el centro de las hojas, y más tarde hojas que se caen e incluso la muerte de la planta.

Miranda (2017), apunta que según algunos análisis, el 95 % del boro presente en una planta está localizado en las paredes celulares de las plantas lo que indica que posee un papel importante en la estructura de la planta. Esto muestra también la alta incidencia que el boro posee en el crecimiento y división de las células y en la germinación.

Rodríguez (2017), argumenta que en los síntomas por exceso de boro, los signos

visibles aparecen en las hojas adultas, surgiendo un amarilleamiento característico en las puntas. Esta clorosis se extiende con una coloración amarillo anaranjada a los bordes y entre los nervios. Posteriormente, los bordes se necrosan y, en casos agudos, se produce una fuerte defoliación e incluso la muerte de la planta

Sierra (2017), difunde que la relación potasio-boro, produce:

- Alta concentración de potasio incrementa el contenido total de boro absorbido, por menor absorción de Calcio
- Potasio aumentaría permeabilidad de las raíces.
- Al existir deficiencia de potasio y solucionar este problema, se puede promover deficiencia de boro.

Miranda (2017), menciona que otra de sus funciones está muy ligada a los azúcares ya que el boro es un gran transportador de estos, pues permite que los azúcares pasen a través de la membrana celular. Como podemos observar, el boro desempeña un papel importante en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Una deficiencia de este nutriente podría significar una interrupción en la maduración de las plantas.

Quiminet (2017), considera que la carencia del boro dificulta el desarrollo de los ápices meristemáticos, tanto radicales como epigeos (ramas y hojas), pues es indispensable para la síntesis de uracilo, una base nitrogenada presente en el Acido desoxirribonucleico (ADN) y el Ácido ribonucleico (ARN). Por tanto, la carencia de boro inhibe la síntesis de proteínas y la formación de células nuevas, la división celular no se completa satisfactoriamente y se forman tejidos irregulares y deformes que desorganizan los vasos. En las raíces, la inhibición meristemática puede determinar una reducción drástica de la absorción de fósforo y potasio por parte de la planta pues estos elementos se incorporan primordialmente por medio de los pelos radicales de nueva formación.

Para Miranda (2017), las consecuencias de la carencia de boro influyen para que las raíces de las plantas se vean afectadas ya que estas dejan de crecer produciendo deformaciones importantes en las plantas. Como segunda consecuencia podemos mencionar la falta de coloración de las plantas provocando la muerte de los llamados meristemas. En tercer lugar, las plantas dejan de producir flores, por lo que la planta termina paulatinamente muriendo. En cuarto lugar, se producen grietas, malformaciones

y pequeñas hendiduras en los tallos de las hojas y en ocasiones en los frutos de las mismas. La quinta consecuencia es la poca resistencia a las infecciones, bichos y plagas ya que la planta carece de inmunidad debido a la falta de este nutriente.

Quiminet (2017), determina que la carencia de boro determina además una fuerte acumulación de auxina por reducción de la actividad de la IAA-oxidasa; esto contribuye a la necrosis de los meristemas y causa muchos de los síntomas característicos de esta enfermedad.

Quicorp (2016), difunde que Promet B, es un fertilizante líquido orgánico. Activador del crecimiento - Transportador de azúcares - Corrector de carencias de boro Único boro móvil dentro de la planta. Las características son:

- PROMET® B es la única formulación orgánica a base de NHT-I de Boro, la cual contiene nitrógeno orgánico que facilita la asimilación y transporte de manera ascendente y descendente del Boro, en forma rápida y segura convirtiéndola en el único boro móvil de aplicación foliar. Esto permite usarlo a dosis más bajas que cualquier otro producto a base de Boro del mercado y obtener excelentes resultados.
- PROMET® B se absorbe rápidamente tanto por las hojas como por las raíces; es completamente soluble, fácil de medir y aplicar tanto por vía foliar como en sistemas de riego (goteo, aspersión, etc) y en drench al suelo.
- PROMET® B soluciona los problemas de carencia de Boro en las plantas que pueden presentarse por deficiencia o desequilibrios causados por: suelos alcalinos o calcáreos, suelos arenosos, suelos altos en nitrógeno, suelos altos en potasio, clima húmedo y frío. También se presenta deficiencia de Boro por factores que impidan la correcta transpiración de la planta, tales como: suelos encharcados, sequía prolongada, fuerte ataque de plagas y enfermedades.
- PROMET® B previene y corrige las carencias de Boro en los cultivos, mejorando: 1) la elongación del tubo polínico lo que mejora la fecundación de las flores, 2) el crecimiento de brotes y raíces, 3) el peso y tamaño del fruto debido a la mejora de la translocación de sólidos solubles, 4) el brix de los frutos, 5) reduce el contenido de azúcares reductores en los tubérculos junto con el Quimifol KK300.
- PROMET® B contiene vitamina B1 que es un cofactor enzimático que activa las enzimas dormantes (apoenzimas), que promueven una mejora de todos los procesos

fisiológicos internos, formando a su vez grupos reductores que reducen los agentes oxidantes que dañan los tejidos internos de la planta. La vitamina B1 activa también, el crecimiento y/o renovación del sistema radicular, lo que permite un mejor aprovechamiento del agua y de los nutrientes disponibles en el suelo, mejorando el crecimiento y desarrollo de sus cultivos.

- Promet B, la dosis del producto a utilizar es de 250 a 500 cc y su método de aplicación es la siguiente en plena floración hasta el engrose de las vainas cada 21 días 3 veces.

Atlantica (2017), divulga que Kelik Potasio es un formulado para el aporte de potasio como complemento al abonado normal, que no contiene nitrógeno, sulfato ni cloruro. Puede ser aplicado por vía foliar o disuelto en el agua de riego. Es compatible con los fertilizantes más usuales. No mezclar con productos de calcio, magnesio, hierro, manganeso y zinc, excepto si son quelatos. La dosis del producto a utilizar en leguminosas es de 150 a 250 cc/ha se lo aplica 2 veces durante todo el cultivo ya que aumenta el volumen de la cosecha y mejora la forma del fruto.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental

El presente trabajo experimental se lo realizó en los predios de la Finca “Los Ríos” perteneciente a la Señora Pilar Chang Doinauea en la Provincia de Los Ríos del cantón Babahoyo, ubicada en el km 4,0 de la vía Babahoyo-Guayaquil.

La zona posee las siguientes coordenadas geográficas: Lat -1.833396 Long -79.547576 DMS 1° 50` 0,23``S / 79° 32` 51.27`` UTM 661553.59E 9797288.40N Altura de 7 msnm, temperatura promedio de 25 °C, precipitación anual de 1845 mm, humedad relativa del 76 % y un promedio de 804,7 horas de heliofanía. El suelo es de topografía plana⁵.

3.2. Material de siembra

Como material de siembra se emplearon semillas de fréjol cuarentón, cuyas características agronómicas son las siguientes:

Ciclo vegetativo	: 40-50 días
Adaptación	: 900 a 1200 msnm
Color de la flor	: blanca o crema
Color de la semilla	: roja
Rendimiento	: 1100-1125 kg/ha

3.3. Métodos

Los métodos utilizados fueron inductivo – deductivo; deductivo – inductivo y experimental.

3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: rendimiento del cultivo de fréjol, variedad cuarentón.

Variable independiente: dosis de boro y potasio con dos distanciamientos de siembra.

⁵ Datos obtenidos en la Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. 2017

3.5. Tratamientos y subtratamientos

Los tratamientos y subtratamientos que se utilizaron en el presente trabajo experimental fueron los siguientes:

Cuadro 1. Tratamientos y subtratamientos estudiados, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización foliar con boro y potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos Boro y Potasio (L/ha)	Subtratamientos Distancias de siembra (cm)
1,5 + 0,4	
1,0 + 0,3	60 x 40
0,5 + 0,2	
1,5 + 0,4	
1,0 + 0,3	50 x 30
0,5 + 0,2	

3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental parcelas divididas, con tres tratamientos (dosis de boro y potasio), dos subtratamientos (distanciamientos de siembra) y cuatro repeticiones.

3.7. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

FV	GL
Repeticiones	3
Tratamientos	2
Error experimental	6
Total	11
Subtratamientos	1
Interacción	2
Error experimental	9
Total	23

3.8. Análisis funcional

La comparación de los promedios se realizó con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.9. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las prácticas requeridas en el cultivo para su normal desarrollo, tales como:

3.9.1. Preparación del suelo

Para la preparación del terreno se realizó dos pases de rastra en diferentes sentidos, con la finalidad de que el suelo quede suelto y mullido y la semilla tenga condiciones favorables para germinar.

3.9.2. Siembra

La siembra se efectuó por espeque, depositando dos semillas por golpe a una profundidad de 2,0 cm y luego taptarla. El distanciamiento de siembra se detalla en el cuadro de los tratamientos.

3.9.3. Fertilización

La fertilización base se realizó de acuerdo al requerimiento nutricional del cultivo con 104 y 92 kg/ha de N y P₂O₅ de aplicación⁶, utilizado como fuente Urea (46 % N) y Muriato de potasio (60 % K₂O). El nitrógeno se aplicó fraccionado a los 12 y 22 días después de la siembra.

Como fertilizantes complementarios se utilizó Promet Boro, aplicado a los 15 - 20 – 25 días después de la siembra (dds) y Kelik Potasio a los 20 – 25 – 30 dds, con las dosis propuestas en el cuadro de tratamientos.

3.9.4. Control de malezas

El control de maleza se realizó manualmente cada semana dependiendo de la cantidad de maleza que se presentaron en el cultivo.

3.9.5. Riego

⁶ Datos obtenidos:

<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/MANUAL%20FREJOL%20Y%20LEGUMIN%202010.pdf>

El riego se mantuvo en capacidad de campo, desde su siembra hasta los 25 dds, se efectuó diariamente y desde los 25 a 40 dds en intervalos cada 3 días.

3.9.6. Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas se aplicó de manera preventiva Extracto de Neen a los 5 dds se la preparo en una botella de 3 litros donde después de 3 días se la aplico con una bomba de mochila en 20 litros de agua directamente a la planta. Posteriormente existió la presencia de Mosca blanca, lo que se controló con Methomil en dosis de 125 cc/ha a los 20 días después de la siembra.

3.10. Datos evaluados

Los datos evaluados fueron los siguientes:

3.10.1. Altura de planta

Se tomaron ocho plantas al azar de cada parcela útil, donde se procedió a evaluar la altura de planta, midiendo desde la superficie del suelo hasta el ápice de la hoja más sobresaliente. Su resultado se expresó en cm.

3.10.2. Número de vainas por plantas

En las mismas plantas que se evaluó la variable anterior se contó cada una de las vainas por planta.

3.10.3. Largo y ancho de la vaina

En cinco vainas por parcelas se midió el largo y el ancho de la vaina; su resultado se expresó en cm.

3.10.4. Número de granos por vaina

En las ocho plantas tomadas al azar, se contó el número de granos por vaina.

3.10.5. Rendimiento

Del total del área útil se pesó la cantidad obtenida de frejol y se trasformó los resultados en kg/ha.

3.10.6. Análisis económico

El análisis económico se realizó en función del costo – beneficio de cada uno de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

En el Cuadro 2, se observan los promedios de altura de planta. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para tratamientos (Dosis de Boro y Potasio) e interacciones y no se reportaron diferencias significativas para los subtratamientos (distancias de siembra). El promedio general fue 35,2 cm y el coeficiente de variación 6,24 %.

En tratamientos, la aplicación de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio sobresalió con 39,7 cm de altura de planta, superior estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor valor fue para el uso de 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio con 29,7 cm. En subtratamientos, la distancia de siembra de 60 x 40 cm mostró 35,8 cm a diferencia de la distancia de 50 x 30 cm que registró 34,6 cm. En las interacciones, el empleo de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio, con distancia de siembra de 60 x 40 cm alcanzó 40,6 cm de altura de planta, estadísticamente igual a las interacciones de 1,5 L/ha + 0,4 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 60 x 40 cm; 1,5 L/ha + 0,4 L/ha y 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 50 x 30 cm y superiores estadísticamente a las demás interacciones, cuyo menor promedio fue para el uso de 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 50 x 30 cm con 29,1 cm.

Cuadro 2. Altura de planta, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización foliar con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos Boro y Potasio (L/ha)	Subtratamientos Distancias de siembra (cm)	Altura de planta (cm)
1,5 + 0,4		36,1 b
1,0 + 0,3		29,7 c
0,5 + 0,2		39,7 a
	60 x 40	35,8
	50 x 30	34,6
1,5 + 0,4	60 x 40	36,3 a
1,0 + 0,3	60 x 40	30,3 b
0,5 + 0,2	60 x 40	40,6 a
1,5 + 0,4	50 x 30	35,9 a
1,0 + 0,3	50 x 30	29,1 b
0,5 + 0,2	50 x 30	38,7 a
Promedio general		35,2
	Tratamientos	**
Significancia estadística	Subtratamientos	ns
	Interacción	**
Coeficiente de variación (%)		6,24
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.		
Ns= no significativo		
**= altamente significativo		

4.2. Número de vainas por plantas

Los valores de número de vainas por planta se encuentran en el Cuadro 3. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para tratamientos (Dosis de Boro y Potasio), subtratamientos (distancias de siembra) e interacciones. El promedio general fue 21,8 vainas por planta y el coeficiente de variación 16,64 %.

En tratamientos, la aplicación de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio alcanzó 25,8 vainas por planta, superior estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor promedio fue para el uso de 1,5 L/ha + 0,4 L/ha de Boro y Potasio con 18,8 vainas por planta. En subtratamientos, la distancia de siembra de 60 x 40 cm reportó 23,5 vainas por planta, estadísticamente superior a la distancia de siembra de 50 x 30 cm con 20,1 vainas por planta. En las interacciones, el empleo de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio, con distancia de siembra de 60 x 40 cm logró 29,7 vainas por planta, estadísticamente igual al uso de 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 60 x 40 cm; 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 50 x 30 cm y superiores estadísticamente a las demás interacciones, siendo el menor valor para el uso de 1,5 L/ha + 0,4 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 60 x 40 cm con 17,6 vainas por planta.

Cuadro 3. Número de vainas por planta, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización foliar con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos Boro y Potasio (L/ha)	Subtratamientos Distancias de siembra (cm)	Número de vainas por planta
1,5 + 0,4		18,8 b
1,0 + 0,3		20,9 b
0,5 + 0,2		25,8 a
	60 x 40	23,5 a
	50 x 30	20,1 b
1,5 + 0,4	60 x 40	17,6 b
1,0 + 0,3	60 x 40	23,4 ab
0,5 + 0,2	60 x 40	29,7 a
1,5 + 0,4	50 x 30	20,0 b
1,0 + 0,3	50 x 30	18,4 b
0,5 + 0,2	50 x 30	21,9 ab
Promedio general		21,8
	Tratamientos	**
Significancia estadística	Subtratamientos	**
	Interacción	**
Coeficiente de variación (%)		16,64
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey. **= altamente significativo		

4.3. Largo y ancho de la vaina

El análisis de varianza o reportó diferencias significativas en las variables largo y ancho de la vaina en tratamientos (Dosis de Boro y Potasio), subtratamientos (distancias de siembra) e interacciones. Los promedios generales fueron 8,5 y 1,2 cm y los coeficiente de variación 8,07 y 10,88 %, respectivamente (Cuadro 4).

En la variable largo de la vaina, para tratamientos; la aplicación de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio obtuvo 8,7 cm y el uso de 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio mostró 8,3 cm. En subtratamientos, la distancia de siembra de 60 x 40 cm consiguió 8,7 cm y la distancia de siembra de 50 x 30 cm detectó 8,3 cm. En las interacciones, el empleo de 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio, con distancia de siembra de 60 x 40 cm alcanzó 8,9 cm y el uso de 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 50 x 30 cm registró 7,8 cm.

En lo referente al ancho de la vaina, la aplicación de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio presentó 1,3 cm y el uso de 1,5 L/ha + 0,4 L/ha y 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio obtuvieron 1,2 cm. En subtratamientos, ambas distancias de siembra de 60 x 40 cm y 50 x 30 cm mostraron 1,2 cm. En las interacciones, el empleo de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio, con distancia de siembra de 60 x 40 cm; 1,5 L/ha + 0,4 L/ha y 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio, con distancia de siembra de 50 x 30 cm sobresalieron con 1,3 cm, mientras que las aplicaciones de 1,5 L/ha + 0,4 L/ha y 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio, con distancia de siembra de 60 x 40 cm registraron 1,1 cm.

4.4. Número de granos por vaina

En el Cuadro 5, se muestran los promedios de número de granos por vaina. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para tratamientos (Dosis de Boro y Potasio) e interacciones y no se reportaron diferencias significativas para los subtratamientos (distancias de siembra). El promedio general fue 5,6 granos por vaina y el coeficiente de variación 6,44 %.

En tratamientos, sobresalió la aplicación de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio (6,5 granos por vaina), superior estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor valor fue para el uso de 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio (5,1 granos por vaina). En subtratamientos, la distancia de siembra de 50 x 30 cm mostró mayor valor (5,7 granos

por vaina) a diferencia de la distancia de 60 x 40 cm que registró menor promedio (5,6 granos por vaina). En las interacciones, el empleo de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio, con distancia de siembra de 50 x 30 cm alcanzó mayor promedio (6,6 granos por vaina), estadísticamente igual a las interacciones de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 60 x 40 cm y superiores estadísticamente a las demás interacciones, cuyo menor promedio fue para el uso de 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 60 x 40 cm (5,0 granos por vaina).

Cuadro 4. Largo y ancho de la vaina, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización foliar con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos Boro y Potasio (L/ha)	Subtratamientos Distancias de siembra (cm)	Largo de la vaina (cm)	Ancho de la vaina (cm)
1,5 + 0,4		8,5	1,2
1,0 + 0,3		8,3	1,2
0,5 + 0,2		8,7	1,3
	60 x 40	8,7	1,2
	50 x 30	8,3	1,2
1,5 + 0,4	60 x 40	8,4	1,1
1,0 + 0,3	60 x 40	8,9	1,1
0,5 + 0,2	60 x 40	8,8	1,3
1,5 + 0,4	50 x 30	8,5	1,3
1,0 + 0,3	50 x 30	7,8	1,2
0,5 + 0,2	50 x 30	8,7	1,3
Promedio general		8,5	1,2
	Tratamientos	ns	ns
Significancia estadística	Subtratamientos	ns	ns
	Interacción	ns	ns
Coeficiente de variación (%)		8,07	10,88

Ns= no significativo

Cuadro 5. Número de granos por vaina, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización foliar

con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo". FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos Boro y Potasio (L/ha)	Subtratamientos Distancias de siembra (cm)	Número de granos por vaina
1,5 + 0,4		5,3 b
1,0 + 0,3		5,1 b
0,5 + 0,2		6,5 a
	60 x 40	5,6
	50 x 30	5,7
1,5 + 0,4	60 x 40	5,3 b
1,0 + 0,3	60 x 40	5,0 b
0,5 + 0,2	60 x 40	6,4 a
1,5 + 0,4	50 x 30	5,4 b
1,0 + 0,3	50 x 30	5,1 b
0,5 + 0,2	50 x 30	6,6 a
Promedio general		5,6
	Tratamientos	**
Significancia estadística	Subtratamientos	ns
	Interacción	**
Coeficiente de variación (%)		6,44

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.
 Ns= no significativo
 **= altamente significativo

4.5. Rendimiento

Los promedios de rendimiento, en kg/ha se reportan en el Cuadro 6. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para tratamientos (Dosis de Boro y Potasio) e interacciones y no se reportaron diferencias significativas para los subtratamientos (distancias de siembra), el promedio general fue 599,9 kg/ha y el coeficiente de variación 20,05 %.

En tratamientos, la aplicación de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio sobresalió con 1019,9 kg/ha, superior estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor valor fue para el uso de 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio con 315,3 kg/ha. En subtratamientos, la distancia de siembra de 50 x 30 cm mostró 607,0 kg/ha, en tanto que la distancia de siembra de 60 x 40 cm obtuvo 592,8 kg/ha. En las interacciones, el empleo de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio, con distancia de siembra de 50 x 30 cm alcanzó 1056,8 kg/ha, estadísticamente igual a las interacciones de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 60 x 40 cm y superiores estadísticamente a las demás interacciones, cuyo menor promedio fue para el uso de 1,0 L/ha + 0,3 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 50 x 30 cm con 289,8 kg/ha.

Cuadro 6. Rendimiento (kg/ha), en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización foliar con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos	Subtratamientos	Rendimiento
Boro y Potasio (L/ha)	Distancias de siembra (cm)	(kg/ha)
1,5 + 0,4		464,5 b
1,0 + 0,3		315,3 b
0,5 + 0,2		1019,9 a
	60 x 40	592,8
	50 x 30	607,0
1,5 + 0,4	60 x 40	454,5 b
1,0 + 0,3	60 x 40	340,9 b
0,5 + 0,2	60 x 40	983,0 a
1,5 + 0,4	50 x 30	474,4 b
1,0 + 0,3	50 x 30	289,8 b
0,5 + 0,2	50 x 30	1056,8 a
Promedio general		599,9
	Tratamientos	**
Significancia estadística	Subtratamientos	ns
	Interacción	**
Coeficiente de variación (%)		20,05
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.		
Ns= no significativo		
**= altamente significativo		

4.6. Análisis económico

En el análisis económico se observó que varios tratamientos y subtratamientos no registraron rentabilidad, destacándose la aplicación de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio, con distancia de siembra de 50 x 30 cm con beneficio neto de \$ 354,15.

Cuadro 7. Costos fijos/ha, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización foliar con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Características	Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Parcial \$	Valor Total \$
Terreno	Alquiler	1	ha	200,00	200,0
Preparación de suelo	Pases de rastra	2	u	25,00	50,0
	Urea	4,5	sacos	19,00	85,5
Fertilización	Muriato de potasio	4	sacos	22,50	90,0
	Mano de obra	6	jornales	12,00	72,0
Control de malezas	Manual	12	jornales	12,00	144,0
Control fitosanitario	Extracto de Neen	3	L	4,50	13,5
	Methomil	1	frasco	5,00	5,0
	Mano de obra	6	jornales	12,00	72,0
Riego	Aplicación	27	u	3,00	81,0
Sub Total					813,0
Administración (5 %)					40,7
Total Costo Fijo					853,7

Cuadro 8. Análisis económico/ha, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización foliar con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos			Rendimiento		Costo Variable					Costo	Costo	Beneficio	Beneficio
Nº	Productos	Dosis/ha	kg/ha	Sacos 200 lb/ha	Costo de semilla siembra	Costo de fertilizantes B y P	Mano de obra \$	Cosecha + Transporte \$	Total \$	Costo fijo \$	Costo Total \$	Beneficio Bruto \$	Beneficio Neto \$
T1	1,5 + 0,4		454,5	5,00	220,0	72,90	168,00	15,00	255,90	853,7	1109,60	625,00	-484,6
T2	1,0 + 0,3	60 x 40	340,9	3,75	220,0	49,80	168,00	11,25	229,05	853,7	1082,75	468,75	-614
T3	0,5 + 0,2		983,0	10,81	220,0	26,70	168,00	32,44	227,14	853,7	1080,84	1351,56	270,72
T4	1,5 + 0,4		474,4	5,22	165,0	72,90	168,00	15,66	256,56	853,7	1110,26	652,34	-457,92
T5	1,0 + 0,3	50 x 30	289,8	3,19	165,0	49,80	168,00	9,56	227,36	853,7	1081,06	398,44	-682,62
T6	0,5 + 0,2		1056,8	11,63	165,0	26,70	168,00	34,88	229,58	853,7	1083,28	1453,13	369,85
Fertilización					Semilla					Costos			
Promet Boro (L) = \$ 13,0					Frejol (50 kg) = 110,00					Jornal: \$ 12,00			
Kalil Potasio (L) = \$ 12,0										Cosecha + Transporte (Saco): \$ 3,00			
										Venta Saco (200 lb): \$ 125,00			

V. CONCLUSIONES

Por los resultados expuestos se concluye:

- Las aplicaciones de fertilizantes con Boro y Potasio, influyeron positivamente en el desarrollo y producción del cultivo de fréjol en la zona de Babahoyo.
- La mayor altura de planta y número de vainas por planta se observó con la aplicación de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 60 x 40 cm.
- En las variables largo y ancho de la vaina no se detectaron diferencias significativas en sus promedios.
- Utilizando 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 50 x 30 cm se presentó un elevado número de graos por vaina.
- El mayor rendimiento de grano, así como mayor beneficio neto se obtuvo con la aplicación de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 50 x 30 cm con \$ 354,15.

VI. RECOMENDACIONES

- Aplicar 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio con distanciamiento de siembra de 50 x 30 cm en el cultivo de fréjol, variedad cuarentón.
- Efectuar investigaciones sobre otros microelementos carentes en el cultivo de fréjol.
- Realizar el mismo ensayo bajo otras condiciones agroecológicas, con la finalidad de comparar los resultados obtenidos.
- Realizar un análisis de suelo.

VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se lo realizó en los predios de la Finca “Los Ríos” perteneciente a la Señora Pilar Chang Doinauea en la Provincia de Los Ríos del cantón Babahoyo, ubicada en el km 4,0 de la vía Babahoyo-Guayaquil. La zona posee las siguientes coordenadas geográficas: UTM 1.8334838, 79.5469193. Altura de 7 msnm, temperatura promedio de 25 °C, precipitación anual de 1845 mm, humedad relativa del 76% y un promedio de 804,7 horas de heliofanía. El suelo es de topografía plana. Como material de siembra se emplearon semillas de fréjol cuarentón. Los objetivos planteados fueron determinar el nivel de fertilización más adecuado de Boro y Potasio en la producción del fréjol; evaluar las distancias de siembra acorde a la fertilización y analizar económicamente los tratamientos. Los tratamientos estuvieron constituidos por dosis de Boro y Potasio de 1,5 + 0,4; 1,0 + 0,3; 0,5 + 0,2 L/ha y subtratamientos las distancias de siembra de 60 x 40 y 50 x 30 cm. Se utilizó el diseño experimental Parcelas Divididas, con tres tratamientos (dosis de Boro y Potasio), dos subtratamientos (distanciamientos de siembra) y cuatro repeticiones. La comparación de los promedios se realizó con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Se realizaron todas las prácticas requeridas en el cultivo para su normal desarrollo, tales como preparación del suelo, siembra, fertilización, control de malezas, riego, control de plagas y enfermedades y cosecha. Los datos evaluados fueron altura de planta, número de vainas por plantas, larga y ancha de la vaina, número de granos por vaina, rendimiento y análisis económico. Por los resultados expuestos se determinó que las aplicaciones de fertilizantes con Boro y Potasio, influyeron positivamente en el desarrollo y producción del cultivo de fréjol en la zona de Babahoyo; la mayor altura de planta y número de vainas por planta se observó con la aplicación de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 60 x 40 cm; en las variables largo y ancho de la vaina no se detectaron diferencias significativas en sus promedios; utilizando 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 50 x 30 cm se presentó un elevado número de graos por vaina y el mayor rendimiento de grano, así como mayor beneficio neto se obtuvo con la aplicación de 0,5 L/ha + 0,2 L/ha de Boro y Potasio con distancia de siembra de 50 x 30 cm con \$ 354,15.

VIII. SUMMARY

The present experimental work was carried out in the properties of the "Los Ríos" farm owned by Mrs. Pilar Chang Doinauea in the Province of Los Ríos of the Babahoyo canton, located at km 4.0 of the Babahoyo-Guayaquil highway. The area has the following geographic coordinates: UTM 1.8334838, 79.5469193. Height of 7 masl, average temperature of 25 °C, annual precipitation of 1845 mm, relative humidity of 76% and an average of 804.7 hours of heliophany. The ground is flat topography. Forty-year-old bean seeds were used as seed material. The objectives were to determine the most adequate level of fertilization of Boron and Potassium in the production of beans; evaluate the planting distances according to the fertilization and economically analyze the treatments. The treatments consisted of doses of Boron and Potassium of 1.5 + 0.4; 1.0 + 0.3; 0.5 + 0.2 L / ha and sub-treatments the planting distances of 60 x 40 and 50 x 30 cm. The experimental design divided plots was used, with three treatments (dose of boron and potassium), two sub-treatments (planting distances) and four repetitions. The comparison of the averages was carried out with the Tukey test at 95% probability. All the practices required in the crop for its normal development were carried out, such as soil preparation, sowing, fertilization, weed control, irrigation, pest and disease control and harvesting. The evaluated data were height of plant, number of pods by plants, length and width of the pod, number of grains per pod, yield and economic analysis. Based on the results, it was determined that the fertilizer applications with Boron and Potassium, had a positive influence on the development and production of the bean crop in the Babahoyo area; the highest plant height and number of pods per plant was observed with the application of 0.5 L / ha + 0.2 L / ha of Boron and Potassium with planting distance of 60 x 40 cm; in the long and broad pod variables no significant differences in their averages were detected; Using 0.5 L / ha + 0.2 L / ha of Boron and Potassium with planting distance of 50 x 30 cm, a high number of grades per pod was presented and the highest grain yield, as well as a higher net profit was obtained with the application of 0.5 L / ha + 0.2 L / ha of Boron and Potassium with planting distance of 50 x 30 cm with \$ 354.15.

IX. LITERATURA CITADA

Agropecuarios. 2017. Cultivo de fréjol. Disponible en <http://agropecuarios.net/cultivo-de-frejol.html>

Anffe. 2017. La importancia de los fertilizantes en una agricultura actual productiva y sostenible. Disponible en <http://www.anffe.com/noticias/2008/2008-06-02%20La%20importancia%20de%20los%20fertilizantes%20en%20una%20agricultura%20actual%20productiva%20y%20sostenible/LA%20IMPORTANCIA%20DE%20LOS%20FERTILIZANTES.pdf>

Atlántica. 2017. Producto Kelik potasio. Disponible en http://terramiacr.com/fichas_tecnicas/FICHA%20TECNICA%20KELIK%20POTASIO.pdf

Canna. 2017. Potasio guía deficiencia. Disponible en http://www.canna.es/info-courier_potassium

Carranza, M. 2014. La importancia de los fertilizantes. Disponible en <http://www.prensalibre.com/vida/fertilizantes-plantas-hojas-abono-0-1158484217>

Chilan, K. 2015. Importancia del potasio en la calidad del fruto. Disponible en <https://www.valoragrocultura.com/single-post/2015/02/16/Importancia-del-potasio-en-la-calidad-del-fruto>

Cifa. S.f. Los fertilizantes y su uso. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>

Crystal-chemical. 2017. Generalidades del cultivo de fréjol. Disponible en <http://www.crystal-chemical.com/frejol.htm>

Fundación Produce. 2008. Fertilización en fréjol. Disponible en <http://www.fps.org.mx/portal/index.php/notas/589-fertilizacion-en-frijol>

García, E. 2009. Guía Técnica para el cultivo de fréjol. Disponible en

<http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>

Lardizabal, R., Arias, S. y Segura, R. 2013. Manual de producción de frijol. Disponible en <file:///C:/Users/Ab%20Damian%20Carbo/Downloads/Manual-Frijol-ACCESO.pdf>

Noriega, H. 2017. Potasio. Disponible en <https://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/potasio.htm>

Miranda, A. 2017. Micronutrientes: propiedades y funciones del boro en las plantas. Disponible en <http://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantes-suelos/micronutrientes-propiedades-y-funciones-del-boro-en-las-plantas/>

Promix. 2017. Rol del boro en el cultivo de plantas. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-boro-en-el-cultivo-de-plantas/>

Quicorp. 2016. Producto Promet Boro. Disponible en http://www.plmlatina.com.pe/deaq/src/productos/6138_33.htm

Quiminet. 2017. Funciones del boro en las plantas. Disponible en <https://www.quiminet.com/articulos/funciones-del-boro-en-las-plantas-26668.htm>

Rodríguez, L. 2017. Boro. Disponible en <https://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Boro.htm>

Roldán, J. 2016. Importancia de los Fertilizantes. Disponible en <https://www.importancia.org/fertilizantes.php>

Sierra, C. 2017. El Boro en el suelo y las plantas. Disponible en <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2016/04/19/El-boro-en-el-suelo-y-las-plantas.aspx>

Sepúlveda, A. 2017. Importancia de la fertilización. Disponible en <http://parquesalegres.org/biblioteca/blog/importancia-de-la-fertilizacion/>

Smart. 2017. El boro en las plantas. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/boron>

Torres, M. s.f. Funcionamiento del K en el sistema suelo-planta. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Funcionamiento%20del%20K%20en%20el%20sistema%20suelo-planta.asp>

Vadequímica. 2017. La importancia de los fertilizantes químicos. Disponible en <https://www.vadequimica.com/blog/2015/06/la-importancia-de-los-fertilizantes-quimicos/>

X. APÉNDICE

10.1. Cuadros de resultados y análisis de varianza

Cuadro 9. Altura de planta, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos Boro y Potasio (L/ha)	Subtratamientos Distancias de siembra (cm)	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
1,5 + 0,4	60 x 40	38,0	35,0	37,4	35,0	36,3
1,0 + 0,3	60 x 40	34,5	27,6	31,4	27,9	30,3
0,5 + 0,2	60 x 40	41,9	39,8	39,6	41,3	40,6
1,5 + 0,4	50 x 30	36,3	36,1	37,4	33,9	35,9
1,0 + 0,3	50 x 30	27,3	31,3	30,8	27,1	29,1
0,5 + 0,2	50 x 30	36,0	38,8	39,6	40,5	38,7

Variable N R² R² Aj CV

Alt pl 24 0,91 0,78 6,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>(Error)</u>
Modelo.	450,01	14	32,14	6,67	0,0036	
Repeticiones	11,61	3	3,87	1,13	0,4075	(Tratamientos*Repeticiones..
Tratamientos	407,16	2	203,58	59,69	0,0001	(Tratamientos*Repeticiones..
Tratamientos*Repeticiones	20,46	6	3,41	0,71	0,6526	
Subtratamientos	8,61	1	8,61	1,79	0,2142	
Tratamientos*Subtratamient..	2,17	2	1,08	0,22	0,8032	
Error	43,39	9	4,82			
<u>Total</u>	<u>493,40</u>	<u>23</u>				

Cuadro 10. Número de vainas por planta, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos Boro y Potasio (L/ha)	Subtratamientos Distancias de siembra (cm)	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
1,5 + 0,4	60 x 40	17,9	17,9	17,8	16,9	17,6
1,0 + 0,3	60 x 40	20,1	24,9	20,3	28,3	23,4
0,5 + 0,2	60 x 40	27,1	29,4	32,6	29,5	29,7
1,5 + 0,4	50 x 30	22,4	21,1	16,5	20,0	20,0
1,0 + 0,3	50 x 30	21,8	15,8	18,6	17,6	18,4
0,5 + 0,2	50 x 30	24,5	23,8	19,9	19,5	21,9

Variable N R² R² Aj CV
Numero de vainas/pl 24 0,82 0,54 14,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>(Error)</u>
Modelo.	414,37	14	29,60	2,90	0,0565	
Repeticiones	6,68	3	2,23	0,61	0,6328	(Tratamientos*Repeticiones..
Tratamientos	205,32	2	102,66	28,12	0,0009	(Tratamientos*Repeticiones..
Tratamientos*Repeticiones	21,90	6	3,65	0,36	0,8882	
Subtratamientos	70,47	1	70,47	6,90	0,0275	
Tratamientos*Subtratamient..	109,99	2	55,00	5,39	0,0289	
Error	91,87	9	10,21			
<u>Total</u>	<u>506,24</u>	<u>23</u>				

Cuadro 11. Largo de la vaina, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos Boro y Potasio (L/ha)	Subtratamientos Distancias de siembra (cm)	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
1,5 + 0,4	60 x 40	8,4	8,0	8,0	9,2	8,4
1,0 + 0,3	60 x 40	8,1	9,7	7,8	9,9	8,9
0,5 + 0,2	60 x 40	9,0	7,9	9,3	9,0	8,8
1,5 + 0,4	50 x 30	8,2	8,7	8,7	8,5	8,5
1,0 + 0,3	50 x 30	8,8	7,5	7,4	7,5	7,8
0,5 + 0,2	50 x 30	8,4	8,2	9,3	9,0	8,7

Variable N R² R² Aj CV
Largo de vaina 24 0,61 0,01 8,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>(Error)</u>
Modelo.	6,75	14	0,48	1,02	0,5046	
Repeticiones	0,93	3	0,31	0,69	0,5890	(Tratamientos*Repeticiones..
Tratamientos	0,76	2	0,38	0,85	0,4734	(Tratamientos*Repeticiones..
Tratamientos*Repeticiones	2,70	6	0,45	0,95	0,5055	
Subtratamientos	0,70	1	0,70	1,48	0,2543	
Tratamientos*Subtratamient..	1,65	2	0,83	1,75	0,2280	
Error	4,25	9	0,47			
<u>Total</u>	<u>11,00</u>	<u>23</u>				

Cuadro 12. Ancho de la vaina, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos Boro y Potasio (L/ha)	Subtratamientos Distancias de siembra (cm)	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
1,5 + 0,4	60 x 40	1,2	1,1	1,0	1,1	1,1
1,0 + 0,3	60 x 40	1,1	1,0	1,2	1,3	1,1
0,5 + 0,2	60 x 40	1,1	1,2	1,8	1,2	1,3
1,5 + 0,4	50 x 30	1,3	1,2	1,4	1,3	1,3
1,0 + 0,3	50 x 30	1,2	1,1	1,2	1,3	1,2
0,5 + 0,2	50 x 30	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3

Variable N R² R² Aj CV
Ancho de vaina 24 0,73 0,30 10,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>(Error)</u>
Modelo.	0,42	14	0,03	1,70	0,2124	
Repeticiones	0,09	3	0,03	1,09	0,4238	(Tratamientos*Repeticiones..
Tratamientos	0,06	2	0,03	0,96	0,4342	(Tratamientos*Repeticiones..
Tratamientos*Repeticiones	0,17	6	0,03	1,65	0,2407	
Subtratamientos	0,02	1	0,02	1,16	0,3100	
Tratamientos*Subtratamient..	0,08	2	0,04	2,15	0,1725	
Error	0,16	9	0,02			
<u>Total</u>	<u>0,58</u>	<u>23</u>				

Cuadro 13. Número de granos por vaina, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos Boro y Potasio (L/ha)	Subtratamientos Distancias de siembra (cm)	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
1,5 + 0,4	60 x 40	5,8	5,8	5,0	4,6	5,3
1,0 + 0,3	60 x 40	4,8	4,9	5,3	5,3	5,0
0,5 + 0,2	60 x 40	6,4	6,8	6,4	6,0	6,4
1,5 + 0,4	50 x 30	5,5	5,4	5,0	5,8	5,4
1,0 + 0,3	50 x 30	4,9	5,0	5,1	5,4	5,1
0,5 + 0,2	50 x 30	7,0	6,3	6,6	6,4	6,6

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de granos/vaina	24	0,89	0,73	6,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	10,07	14	0,72	5,43	0,0075	
Repeticiones	0,12	3	0,04	0,24	0,8669	(Tratamientos*Repeticiones..
Tratamientos	8,80	2	4,40	25,23	0,0012	(Tratamientos*Repeticiones..
Tratamientos*Repeticiones	1,05	6	0,17	1,32	0,3404	
Subtratamientos	0,07	1	0,07	0,53	0,4843	
Tratamientos*Subtratamient..	0,02	2	0,01	0,09	0,9164	
Error	1,19	9	0,13			
Total	11,26	23				

Cuadro 14. Rendimiento kg/ha, en el ensayo: “Evaluación de tres niveles de fertilización con Boro y Potasio en dos distanciamientos de siembra en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Babahoyo”. FACIAG, UTB. 2017

Tratamientos Boro y Potasio (L/ha)	Subtratamientos Distancias de siembra (cm)	Repeticiones				X
		I	II	III	IV	
1,5 + 0,4	60 x 40	261,4	454,5	590,9	511,4	454,5
1,0 + 0,3	60 x 40	272,7	409,1	238,6	443,2	340,9
0,5 + 0,2	60 x 40	1113,6	886,4	1079,5	852,3	983,0
1,5 + 0,4	50 x 30	477,3	488,6	488,6	443,2	474,4
1,0 + 0,3	50 x 30	215,9	295,5	318,2	329,5	289,8
0,5 + 0,2	50 x 30	1079,5	1250,0	886,4	1011,4	1056,8

Variable N R² R² Aj CV

Rend 24 0,95 0,86 20,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>(Error)</u>
Modelo.	2312698,59	14	165192,76	11,42	0,0005	
Repeticiones	11038,91	3	3679,64	0,28	0,8389	
(Tratamientos*Repeticiones..						
Tratamientos	2205614,89	2	1102807,45	83,64	<0,0001	
(Tratamientos*Repeticiones..						
Tratamientos*Repeticiones	79112,19	6	13185,36	0,91	0,5276	
Subtratamientos	1211,26	1	1211,26	0,08	0,7789	
Tratamientos*Subtratamient..	15721,33	2	7860,67	0,54	0,5987	
Error	130195,10	9	14466,12			
<u>Total</u>	<u>2442893,69</u>	<u>23</u>				

10.2. Fotografías

Siembra



Germinación



Riego



Control de malezas



Aplicación de insecticida



Aplicación de fertilizante



Floración y envainamiento



Cosecha

