



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



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

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

“Efecto de la aplicación foliar de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el  
rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*)”.

**AUTORA:**

Shirley Lisbeth Carpio Cerna

**TUTOR:**

Ing. Guillermo Enrique García Vásquez, M.Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYC**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



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

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

“Efecto de la aplicación foliar de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el  
rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*)”.

**TRIBUNAL DE SUSTENTACION:**

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA.

PRESIDENTE

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, M.Sc.

VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, M.Sc.

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, M.Sc.

VOCAL PRINCIPAL

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en esta Tesis son de exclusividad del autor.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the author's name.

*Shirley Lisbeth Carpio Cerna*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico con mucho amor a mis padres que en todo momento han estado pendiente de mí y gracias a ellos estoy logrando una meta más que me propuse alcanzar.

Mi madre la que siempre ha estado a mi lado inculcándome principios y valores, ella quien siempre me da una palabra de aliento en los momentos difíciles, diciéndome que con paciencia y perseverancia se logra todos los objetivos.

Mi padre, él que cada día se levanta temprano para ir a su trabajo para que así no nos falte el pan de cada día y que a pesar de su mal genio ha sido un excelente padre.

Los amo demasiado y este triunfo es para ellos, los que me dieron la vida y yo sin ellos no sería nadie.

## AGRADECIMIENTO

Principalmente le agradezco a Dios por haberme permitido culminar mis estudios, por haberme dado salud y mucha paciencia a lo largo de todos mis años de estudio.

A la Sra. Abelina Cerna quien es la mejor abuela del mundo y quien nos ha apoyado siempre tanto a mi como a cada uno de los miembros de mi familia. La amo con todo mi corazón.

A mis padres que siempre me han apoyado en todo momento y que nunca me dejaron sola, quienes me han enseñado las cosas buenas de la vida y a valorar a las personas que tengo a mi alrededor.

A mis hermanos: Roddy, Cinthya y Victor que de una u otra manera han estado apoyándome ya sea con una palabra de aliento o acompañándome en mis desveladas, y quienes son los mejores hermanos del mundo

Agradezco a mi enamorado que en todo momento a estado conmigo desde el inicio de mi carrera y que a pesar de mi genio me ha soportado demasiado y quien forma parte de este logro obtenido, gracias por mucho amor.

A mis amigas: Lizzy, Lili, Jessica, Jerlyne y al mejor amigo que la vida me regalo Alex David, quienes han estado siempre en todo momento, cada una con una personalidad distinta pero aun así los adoro.

También estoy agradecida con los Ingenieros de la Universidad Técnica de Babahoyo en especial con la Ing. Viviana Sánchez quien me apoyo desde el primer día que la conocí y a quien aprecio demasiado, al Ing. Guillermo García quien aparte de ser mi tutor académico es un amigo y que, con ayuda del Ing. Eduardo Colina me han apoyado demasiado en este trabajo experimental. A todos los que forman parte de estas pequeñas palabras les agradezco todo lo que han hecho por mí.

## INDICE DE CONTENIDO

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 MÉTODOS .....	15
3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental. ....	15
3.2. Métodos.....	15
3.3. Variables en estudio .....	15
3.4. Material genético.....	15
3.5. Tratamientos.....	16
3.6. Diseño experimental.....	16
3.6.1 Análisis de varianza (Andeva).....	17
3.7 Manejo del ensayo.....	17
3.7.1 Preparación de terreno .....	17
3.7.2 Siembra.....	17
3.7.3 Control de malezas .....	17
3.7.4 Control Fitosanitario.....	18
3.7.5 Fertilización .....	18
3.7.6 Riego.....	19
3.7.7 Cosecha.....	19
3.8 Datos Evaluados .....	19
3.8.1 Altura de Planta a cosecha.....	19
3.8.2 Número de macollos por metro cuadrado.....	19
3.8.3 Número de panículas por metro cuadrado .....	19
3.8.4 Longitud de panícula .....	19
3.8.5 Número de granos llenos por panícula .....	19
3.8.6 Número de granos vanos por panícula.....	20
3.8.7 Peso de mil granos .....	20
3.8.8 Análisis foliar.....	20
3.8.9 Días a la floración.....	20
3.8.10 Días a maduración fisiológica de grano.....	20

3.8.11 Relación grano - paja .....	20
3.8.12 Rendimiento por Hectárea .....	20
3.8.13 Análisis Económico .....	21
IV. RESULTADOS .....	22
4.2 Número de macollos por metro cuadrado .....	23
4.3 Número de panículas por metro cuadrado .....	24
4.4 Longitud de panícula .....	25
4.5 Número de granos llenos por panícula .....	26
4.6 Número de granos vanos por panícula .....	27
4.7 Peso de mil granos .....	28
4.8 Análisis foliar .....	29
4.9 Días a la floración .....	30
4.10 Días a maduración fisiológica de grano .....	31
4.11 Relación grano - paja .....	32
4.12 Rendimiento por Hectárea .....	33
V. DISCUSIÓN .....	35
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	37
VII. RESUMEN .....	39
VIII. SUMMARY .....	40
IX. LITERATURA CITADA .....	41
ANEXOS .....	47

## INDICE DE TABLA

Tabla 1: Características de la variedad INDIA SFL - 11 .....	15
Tabla 2: Tratamientos en estudio.....	16
Tabla 3: ANDEVA .....	17
Tabla 4. Altura de planta .....	22
Tabla 5. Número de macollos.....	23
Tabla 6. Número de panículas .....	24
Tabla 7. Longitud de panícula. ....	25
Tabla 8. Número de granos llenos por panícula .....	26
Tabla 9. Número de granos vanos por panícula .....	27
Tabla 10. Peso de mil granos.....	28
Tabla 11. Análisis foliar. ....	29
Tabla 12. Días a la floración.....	30
Tabla 13. Días a maduración fisiológica de grano .....	31
Tabla 14. Relación grano - paja.....	32
Tabla 15. Rendimiento por Hectárea.....	33
Tabla 16. Análisis económico .....	34



## INDICE DE FIGURA

Figura 1. Preparación del terreno.....	61
Figura 2. Medición de parcelas .....	61
Figura 3. Control de malezas pre-emergentes.....	62
Figura 4. Realización de trasplante .....	62
Figura 5. Aplicación de los tratamientos .....	63
Figura 6. Toma de muestra foliar.....	63
Figura 7. Visita del Tutor.....	64
Figura 8. Revisión del Coordinador de la Unidad de Titulación .....	64
Figura 9. Toma de datos de altura de planta .....	65
Figura 10. Toma de datos de longitud de panícula .....	65
Figura 11. Conteo de los mil granos .....	66
Figura 12. Peso de mil granos .....	66

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa L.*) es uno de los cereales de mayor importancia a nivel mundial, ya que genera fuentes de empleo a muchas familias del área rural, además de adaptarse fácilmente a diferentes condiciones agroclimáticas, y por ser un alimento que aporta gran cantidad de carbohidratos, vitaminas y minerales al ser humano, es considerado un componente básico de la canasta familiar en todo mundo, especialmente en Asia, Oriente Medio, América latina y Europa.

En Ecuador se cosecharon aproximadamente 286 189 ha en el año 2017, con una producción de 1 440 865 toneladas y un rendimiento promedio de 5,03 t/ha, el cual se lo obtuvo por la intervención de las provincias en la producción nacional, en el cual Guayas aportó con un 68,46 %, Los Ríos 24,76 %, Manabí 3,37 %, Loja 2,32 % y El Oro 1,09 %. La provincia que obtuvo el promedio más alto de rendimiento fue Loja con 10,01 t/ha, mientras que Los Ríos alcanzó 4,32 t/ha<sup>1</sup>

Como todo cultivo, el arroz necesita de un manejo adecuado para obtener un rendimiento adecuado. Dentro de las prácticas de manejo una de las más importantes es la fertilización, tanto edáfica como foliar, de la cual dependerá gran parte del éxito de la producción. La aplicación de la fuente y cantidad de fertilizantes a aplicar dependerá del nivel de fertilidad del suelo.

La importancia que tiene la fertilización en el cultivo de arroz es la de aportar la cantidad necesaria y oportuna de macro y micronutrientes durante su ciclo vegetativo, los cuales permitirán el desarrollo óptimo del mismo. Los macronutrientes (N, P, K, Mg, Ca, S) son requeridos por el cultivo en grandes cantidades; a diferencia de los micronutrientes (Fe, Cu, B, Mn, Zn, Cl, Mo) cuya demanda por parte de las plantas es menor. Estos nutrientes pueden aplicados al cultivo vía edáfica y foliar. El nitrógeno es considerado el principal macronutriente para el desarrollo del cultivo de arroz, mientras que dentro de los

---

<sup>1</sup> / MAG. 2017. Ficha del cultivo de arroz. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/arroz>

micronutrientes más importantes tenemos el calcio y boro, los cuales cumplen funciones importantes dentro del metabolismo vegetal.

El Nitrógeno cumple diferentes funciones en la planta, entre estos el crecimiento de tallos y hojas, también ayuda a la formación de frutos y granos. Un exceso de este elemento provoca un alto crecimiento de hojas y poco desarrollo radicular, también genera un retraso en la formación de flores y frutos. El déficit del Nitrógeno causa clorosis en las hojas bajas, y en casos extremos provoca la caída de las mismas y la clorosis se expande por toda la planta.

El Calcio interviene en diferentes funciones en la planta, como la germinación de la semilla, estimulación del crecimiento de raíces y hojas, forma parte de las paredes celulares, es necesario para la división de las células y activador de enzimas. La deficiencia de este elemento se presenta en los tejidos nuevos, causando que los filos de las hojas y que los puntos de crecimiento sean gelatinosos, los cuales en deficiencias severas pueden secarse totalmente.

A diferencia del Calcio, el Boro tiene como función principal el transporte de azúcares en la planta, también participa en la fecundación, floración y cuajado de fruto. El déficit de este nutriente reduce el crecimiento de la planta, principalmente en lo que se refiere a tejidos apicales y las hojas más jóvenes; además de causar una mala formación de flores.

Por lo indicado anteriormente se plantea realizar el presente trabajo experimental, aplicando Nitrógeno, Calcio y Boro vía foliar en el cultivo de arroz, con el fin de aportar al normal crecimiento de la planta e incrementar el rendimiento.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de la aplicación foliar de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz a la aplicación foliar de Nitrógeno, Calcio y Boro.
- Identificar las dosis que más influyan sobre el rendimiento del cultivo de arroz.
- Analizar económicamente los tratamientos en función de los rendimientos.

## II. MARCO TEÓRICO

Basurto (2014) indica que el arroz (*Oryza sativa L.*), es originario de Asia siendo uno de los cereales que más se consume en la alimentación humana; por esta razón, varios organismos públicos y privados se enfocan en la investigación de este cultivo con el objetivo de incrementar los niveles de rendimiento, obtener nuevas variedades que posean un alto potencial productivo, así como en la consecución de mejores alternativas de producción desde el punto de vista técnico-agrícola.

Según Alvarado (2012), manifiesta que el cultivo de arroz es una actividad agrícola muy importante y conocida a nivel mundial; pero, por ser un cultivo semiacuático, presenta una particularidad en los sistemas de manejo, pues depende básicamente de la estación climática, zona de cultivo, disponibilidad de infraestructura de riego, ciclo vegetativo, tipo de suelo, niveles de explotación y grados de tecnificación. En el Ecuador el cultivo del arroz se realiza tanto en el invierno o período lluvioso denominado de secano, como en el verano o período seco dependiendo exclusivamente de agua de riego.

CIAT (2005) menciona que el arroz es una planta anual, presenta dos clases de raíces, las temporales que son poco ramificadas y sobreviven poco tiempo posteriormente de la germinación, y las permanentes que brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes; el tallo es cilíndrico y hueco compuesto por nudos y entrenudos, las hojas son lámina unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula; la semilla es un ovario maduro, seco e indehiscente, la cáscara está formada por la lemma y la palea con sus estructuras asociadas (lemmas estériles, la raquilla y la arista); el embrión, está situado en el lado ventral de la semilla cerca de la lemma, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación.

Según Vergara (2014), la fase vegetativa dura de 55 a 60 días y empieza desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento, hasta la diferenciación del primordio floral, fase en la que se determina el número de espigas por planta, debido al macollamiento, siendo uno de los componentes que determina el rendimiento de una plantación. La fase reproductiva dura de 35 a 40 días y se inicia desde la formación del primordio floral, embuchamiento, hasta la emergencia de la panícula y por último la fase de maduración que empieza desde la emergencia de la panícula, llenado y desarrollo de los

granos hasta la cosecha. En esta fase se determina el peso del grano a la madurez, siendo el otro componente principal en el rendimiento.

Manrique (2014) señala que para un mejor desarrollo del cultivo de arroz se consideran suelos de textura arcillosa, arcillo arenosa o arcillo limosa, de topografía muy plana, con un pH óptimo de 6,6, temperatura óptima de 30 y 35 °C. Para una mejor producción se recomienda climas húmedos tropicales, húmedos de los subtrópicos y climas templados, con altitud de 2 500 msnm; en la provincia de Guayas la precipitación varía entre 1 000 a 1 500 mm y en la de Los Ríos de 1 800 a 2 200 mm anuales. Un riego por inundación es beneficioso para un mejor crecimiento, desarrollo y rendimiento de grano, el promedio de requerimiento de agua varía entre 800 a 1 240 mm durante el ciclo.

Medina (2017) indica que una apropiada nutrición del cultivo de arroz ayuda a alcanzar buenos resultados en la producción, debido a que muchos suelos se presentan déficits de ciertos nutrientes, lo que provoca una disminución de los rendimientos y una baja calidad en las cosechas. La aplicación de tecnologías en el cultivo de arroz, tiene como objetivo aumentar el rendimiento, reducir los costos de producción, proteger el medio ambiente, y además de proporcionar productos de alta calidad para beneficio de los consumidores.

Pérez (2014) afirma que una buena disponibilidad de nutrientes es factor fundamental para asegurar un mejor rendimiento económico en la producción agrícola. La mayoría de los suelos en donde se desarrolla la agricultura no suele suplir con las demandas nutricionales que requiere una producción agrícola viable. Por este motivo los productores agrícolas, aplican fertilizantes como un insumo para asegurar la producción, lo que hace que este se convierta en un rubro importante dentro del costo de producción. A pesar de esto, existe desconocimiento del uso de fertilizantes por parte de los agricultores, así como de los técnicos responsables de la fertilidad de los cultivos.

Vasconez (2015) señala que una buena distribución de fertilizantes aumenta la eficiencia de los nutrientes y por ello que exista una menor probabilidad de pérdida de los mismos en el ambiente, ya sea por lixiviación o escorrentía superficial, también ayuda a reducir el potencial de erosión al producir un cultivo saludable y de crecimiento vigoroso que se cierra rápidamente cubriendo y protegiendo el suelo efectivamente. La fertilización

equilibrada afecta positivamente la eficiencia del uso del agua ayudando a obtener un mayor rendimiento con la misma cantidad de agua. Un cultivo bien nutrido produce un sistema radicular extenso y saludable capaz de extraer agua y nutrientes más eficientemente que un cultivo deficiente en nutrientes.

La Cooperación Suiza en América Central (2009) indica que la forma de aplicación de los fertilizantes es un componente básico de las buenas prácticas agrícolas. La absorción de los nutrientes dependerá de la variedad del cultivo, la fecha de siembra, la rotación de cultivos, las condiciones del suelo y del ambiente. En las prácticas agrícolas, el productor establece la dosificación y el momento adecuado para la fertilización, de forma que las plantas utilicen los nutrientes adecuadamente. Para un aprovechamiento óptimo del cultivo y un potencial bajo de contaminación ambiental, el agricultor debe suministrar los nutrientes en el momento que el cultivo los necesite; esto es importante para que los nutrientes móviles como el nitrógeno no sea lixiviado fácilmente del perfil del suelo, si no es absorbido por las raíces de las plantas.

Gavilanes (2015) muestra que la mayoría de los fertilizantes son aplicados directamente al suelo, en donde se someten a varias transformaciones y como resultado de esto cambia la solubilidad de las sustancias nutritivas contenidas en los fertilizantes, su capacidad de traslado en el suelo y la asimilación para las plantas. La fertilización edáfica se considera como el acto de agregar al suelo materiales externos para incrementar el contenido de nutrientes en el suelo. A causa de que las plantas extraen o absorben minerales del suelo para su nutrición y por ende para poder desarrollarse, el suelo sufre un agotamiento de estos nutrientes y necesitará reponer los minerales que han sido extraídos.

López (2012) señala que es posible alimentar las plantas por vía foliar, sobre todo cuando se trata de corregir deficiencias de elementos menores. En el caso de elementos mayores (N, P, K), se reconoce que la nutrición foliar solamente puede complementar y en ningún caso sustituir la fertilización al suelo. Las dosis de los microelementos que puede aplicarse por vía foliar son muy pequeñas, en relación a los demás elementos utilizados por los cultivos para alcanzar altos niveles de productividad.

Parreño (2017) indica que la fertilización foliar en términos generales, solamente puede complementar, pero en ningún caso reemplazar la fertilización edáfica, sobre todo

porque las dosis que se aplican vía foliar son mínimas. Es por eso que la fertilización foliar es una buena alternativa para la aplicación de micronutrientes. Además, sirve como complemento para el suministro de macronutrientes durante ciertos periodos definidos de crecimiento. La fertilización foliar nos brinda efectos adicionales como, el incremento en la eficiencia fotosintética, cambios en la fisiología de la planta, disminución de la senescencia y prolongación de la capacidad fotosintética de la hoja.

León (2017) señala que la fertilización foliar es la aplicación de nutrientes de forma directa sobre las hojas de las plantas, aportando nutrientes que de alguna manera no pueden ser proporcionados a través del suelo, ya sea porque existe deficiencia de los mismos o porque no puedan ser absorbidos de manera correcta por medio de las raíces, por esta razón algunos fertilizantes se aplican disueltos en agua y son absorbidos por el follaje de las plantas, para ello se debe tomar en cuenta que las condiciones del clima, así como la propia constitución de las hojas influye para su máximo aprovechamiento. Algunos piensan que la fertilización foliar es más beneficiosa que la aplicación de fertilizantes al suelo y la asocian con mayores rendimientos y mejor calidad de fruta. Bajo ciertas condiciones, la fertilización foliar tiene ventajas sobre la aplicación de fertilizantes al suelo, sin embargo, por ningún motivo la puede reemplazar.

Brito (2012) afirma que los cultivos para su nutrición requieren de 16 elementos esenciales. Estos se dividen en: macronutrientes (C, H, O, N, P, S, K, Mg, Ca) y micronutrientes (Zn, Fe, Cu, Mo, B, Mn, Cl), y deben estar presentes en cantidades óptimas y de formas asimilables para las plantas. En arroz los macronutrientes necesarios para su desarrollo son: N, P, K, Ca, Mg, S, y los micronutrientes, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B y Cl, en menores cantidades. Por lo general, los micronutrientes no se encuentran limitados en el suelo, estos otorgan a la planta resistencia al estrés abiótico, a plagas y a enfermedades. Un nivel adecuado de micronutrientes, induce la eficiente absorción del nitrógeno y fósforo.

Según De La Cruz (2012), señala que las plantas para llevar a cabo su ciclo de vida requieren de 17 elementos esenciales, de los cuales el carbono, hidrógeno y oxígeno se derivan del aire o agua, mientras que los demás se adquieren del suelo. Estos elementos se dividen en: macro y micronutrientes, siendo los macros requeridos en mayor cantidad, constituidos por nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y



azufre (S), y los micronutrientes en menor cantidad encontrando al hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), boro (B), zinc (Zn), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y níquel (Ni).

FAO (2002) dice que el Nitrógeno (N) es el que ayuda al crecimiento de la planta. Este es absorbido desde suelo en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). En la planta el N forma aminoácidos y proteínas con la combinación de componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos. El N es el constituyente esencial de las proteínas y está involucrado en todos los procesos importantes de desarrollo de las plantas y en el rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno en la planta es esencial ya que ayuda en la absorción de los otros nutrientes que son importantes para la planta.

Espinoza (2014) señala que la concentración del N está relacionada con la fotosíntesis en las hojas y la producción de la biomasa del cultivo. Cuando se aplica suficiente N al cultivo se aumenta la demanda de otros macronutrientes como el P y K. El N es necesario durante toda la etapa de crecimiento de la planta, pero se lo requiere en mayor cantidad al inicio y a mediados del macollamiento, y al inicio de la panoja. Un suplemento adecuado de N es fundamental en la etapa de maduración del grano para retrasar la senescencia de las hojas, mantener la fotosíntesis durante el llenado de grano y aumentar el contenido de proteína en el mismo.

Sánchez (2014) afirma que el nitrógeno juega un papel de suma importancia en la planta de arroz, pues es un componente básico de la clorofila, promueve la velocidad de crecimiento, beneficia al macollamiento, incrementa el tamaño de las hojas, el número y llenado de granos por panícula y aumenta el contenido de proteínas en el grano. La deficiencia de nitrógeno en arroz provoca un retraso del crecimiento, reducción del ahijamiento y ocasionalmente las hojas adquieren una tonalidad amarillenta. La mayor parte de N que absorbe la planta hasta la floración es acumulada en las hojas. Luego, el 50% del N se trasloca hacia la formación del grano. La otra mitad del nitrógeno acumulado en el grano se produce después de la floración.

Piedrahita (2012) indica que el calcio forma parte de la pared celular y es un cofactor de varias reacciones enzimáticas. El calcio, a diferencia de los demás elementos, es absorbido y transportado por un mecanismo pasivo. Por eso el proceso de transpiración de las plantas es importante en el transporte del Calcio. En la planta el Calcio se mueve rápido

hacia las hojas nuevas o frutos, a través de la transpiración. Como el movimiento de Calcio en la planta está relacionado con la transpiración, las condiciones ambientales que afectan la transpiración también afectan el movimiento del Calcio dentro de la planta.

Qishpe (2010) menciona que el calcio induce al desarrollo de las raíces y hojas, ayuda a disminuir los nitratos en los tejidos de las plantas, interviene en los rendimientos en forma indirecta al reducir la acidez de los suelos, beneficia los rendimientos de forma indirecta mejorando las condiciones de crecimiento de las raíces provocando actividad microbiana, la disponibilidad de molibdeno y la absorción de otros. Un déficit de Ca provoca un crecimiento radicular pobre en las plantas. En casos severos, los puntos de crecimiento mueren. Otro síntoma de deficiencia de Ca provoca que las raíces se tornen negras y se pudran.

Bejarano (2000) señala que en la planta de arroz el calcio forma parte de la pared celular dando resistencia al volcamiento. La planta absorbe calcio durante su crecimiento y de forma continua hasta llegar a la etapa de grano pastoso. En la etapa de iniciación de la panícula la planta ya ha absorbido el 14% del total de calcio, desde este periodo hasta la etapa de maduración consume el 86% restante. El contenido de calcio en las hojas y los tallos aumenta luego de la floración; el calcio tiene poca translocación de las hojas a la panícula. En los suelos ácidos existe deficiencia de calcio.

Promix (2018) señala que el calcio en la forma de pectato de calcio, ayuda a mantener unidas las paredes celulares de las plantas. Cuando existe deficiencia de calcio, los tejidos nuevos (las puntas de las raíces, las hojas jóvenes y las puntas de los brotes) a menudo muestran un crecimiento distorsionado por motivo de la mala formación de la pared celular. El calcio también se suele utilizar para activar ciertas enzimas y enviar señales que coordinan ciertas actividades celulares.

Dobermann y Fairhurst (2012) mencionan que el calcio en el cultivo de arroz es un elemento que forma parte de los pectatos de Ca, que son constituyentes vitales de la pared celular y que además intervienen el mantenimiento de la biomembrana. También es un activador enzimático y participa en la osmo – regulación y mantenimiento del balance de aniones y cationes en las células, además de brindar resistencia a enfermedades.

Los mismos autores afirman que la deficiencia de Ca puede presentarse por uno o más de los siguientes factores:

- Pequeñas cantidades de Ca disponible en el suelo (suelo degradado, ácido, arenoso).
- pH alcalino, con una amplia relación Na:Ca que resulta en una menor absorción de Ca del suelo. Uso de agua de irrigación que contenga altas cantidades de  $\text{NaHCO}_3$ .
- Relaciones Fe:Ca o Mg:Ca muy amplias, que resultan en una menor absorción de Ca. Cultivos de arroz irrigados por largo tiempo puede llegar a presentar relaciones Fe:Ca o Mg:Ca más amplias.
- Excesiva aplicación de nitrógeno (N) o K, lo que promueve una amplia relación  $\text{NH}_4$ :Ca o K:Ca que reduce la absorción de Ca.
- Aplicaciones excesivas de fertilizantes fosfatados que pueden deprimir la disponibilidad de Ca disponible (debido a la formación de fosfatos de Ca en suelos alcalinos).

Alarcón (2001) afirma que el boro tiene poca movilidad en el interior de las plantas y su contenido es mayor en las partes basales respecto a las partes más altas de las plantas. El ritmo de transpiración influye de forma decisiva sobre el transporte del boro hasta las partes altas de la planta, cuando hay deficiencia, los contenidos en los tejidos más jóvenes decrecen rápidamente. El boro se transporta mediante la vía del xilema, pero se vuelve a transportar con dificultad vía floema, con lo que no emigra desde las hojas hasta los nuevos puntos de crecimiento, donde existe la necesidad de un suministro regular de éste y de todos los nutrientes.

Acosta (2013) indica que el boro es un micronutriente esencial para la planta, ya que participa en la división, diferenciación y elongación de las células de los tejidos meristemáticos; también regula el transporte de azúcar, el metabolismo de los carbohidratos y las proteínas en las plantas, quienes necesitan un aporte continuo de este elemento en todos los puntos de crecimiento, siendo importante en la germinación del tubo polínico y también en el proceso de fertilización de flores, garantizando un apropiado número de semillas, lo que ayudará a obtener un alto rendimiento. El boro ayuda en la regulación de la permeabilidad de la membrana, síntesis de la pared celular, respiración, hormona del metabolismo y regulación estomática.

Rodríguez (2018) señala que el boro es un elemento fundamental para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, ya que desempeña una función principal en la fecundación y cuajado de los frutos, también ayuda en el aumento de la fertilidad y en el tamaño y germinación de los granos de polen y el crecimiento de los tubos polínicos. Otras de las funciones más importantes del boro es que actúa como regulador de la correlación potasio/calcio y la absorción de nitrógeno. El boro también participa en la sustentación del equilibrio de oxidación reducción en las células.

Rodríguez y Quiroga (2015) definen que el boro es un elemento importante el cual ayuda al desarrollo de las raíces, hojas y botones florales, también es esencial en el proceso de polinización y crecimiento de semillas y frutos. El Boro participa en el proceso de germinación de los granos de polen, en el crecimiento del tubo polínico, la formación de semillas y paredes celulares. Las plantas con deficiencia en B presentan paredes celulares menos resistentes que las que presentan boro, otro efecto de la deficiencia de Boro es que se detiene el crecimiento de la planta, dejando primero de crecer los tejidos apicales y las hojas más jóvenes. Esto indica que el Boro no se trasloca fácilmente en la planta.

Dobermann y Fairhurst (2012) mencionan que en el cultivo de arroz el boro tiene una importante función en la biosíntesis de la pared celular y en la integridad de la estructura de la membrana plasmática. Se lo requiere en el metabolismo de los hidratos de carbono, transporte de azúcares, lignificación, síntesis de nucleótidos y en la respiración, y favorece la viabilidad del polen. El boro no es constituyente de enzimas, es inmóvil en la planta de arroz, por lo que sus síntomas de deficiencia generalmente aparecen en las hojas jóvenes.

Los mismos autores manifiestan que la deficiencia de boro puede tratarse de la siguiente manera:

- Aplicar B en formas solubles (bórax) para el rápido tratamiento de la deficiencia (0,5 – 3,0 kg de B por ha), se debe aplicar al voleo y luego incorporar al suelo antes de la siembra. Hacer aplicaciones foliares durante el crecimiento vegetativo del arroz.
- El bórax y los boratos no deben mezclarse con fertilizantes portadores de amonio ya que promueven la volatilización de N como  $\text{NH}_3$ .

INIAP (2014) señala que la aplicación de nitrógeno debe ser fraccionada en 3 partes. Se aplica al voleo 2 sacos de urea por hectárea, a los dos días después de haber aplicado los herbicidas pre-emergentes (10 ddt), esta aplicación coincide con la etapa de “inicio de macollamiento”. A los 15 días después de la primera aplicación, se debe realizar la segunda fertilización nitrogenada: en época seca aplicar 2 sacos de sulfato de amonio por hectárea y en la época lluviosa aplicar 2 sacos de urea por hectárea. La tercera fracción de nitrógeno se deberá aplicar 15 días después de la segunda aplicación (coincide con la diferenciación del primordio floral), con 2 sacos de sulfato de amonio por hectárea, lo cual ayudará a aumentar el número de espiguillas y granos. En cuanto a elementos menores, si el análisis del suelo determina el déficit de microelementos como: Zn, B, Ca, Mg, S, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, y Si; se recomienda realizar aplicaciones vía foliar a los 20 o 35 ddt.

CANNA (2018) menciona que el Nitrógeno (N) en su forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) y en particular una baja relación  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ , interaccionan de forma negativa con la absorción de ciertos nutrientes como calcio, magnesio y potasio, de manera que un exceso de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) puede ocasionar un déficit de alguno de estos tres elementos.

Torres (2018) indica que generalmente los cationes de amonio y potasio son más hábiles que los de calcio y magnesio; sin embargo, el antagonismo más importante es el que el amonio ejerce sobre los cationes calcio, magnesio y potasio. Es por esto que el uso excesivo y desbalanceado de productos amoniacales, pueden perjudicar a los cultivos. En base a esto, antes de escoger un fertilizante se necesita conocer el papel que desempeña el ion presente en el producto que se va a aplicar y la concentración en que está presente. Debido a los antagonismos, se aconseja realizar una correcta selección del fertilizante, verificando que no posea amonio, de acuerdo a la situación, con la finalidad de prevenir las pérdidas de nutrientes.

Olivo (2017) indica que el Sett Calcio-Boro aporta calcio de una manera rápida por lo que puede ser usado como complemento de los programas de fertilización edáfica, así como corrector de deficiencias en momentos de especial demanda del elemento por parte de la planta.

Chango (2009) afirma que el Sett aumenta la firmeza de los tejidos, ya que el calcio fortalece las paredes celulares de los órganos de almacenamiento de azúcares, también

disminuye desórdenes fisiológicos de cultivos como: fisiopatías producidas por desbalances nutricionales y hormonales. El Sett también incrementa la resistencia a enfermedades, porque fortalecen todo el tejido vegetal, evitando así el ingreso de patógenos. Otra función del Sett es aumentar la resistencia al estrés que por diversas causas sufre la planta, controlando la producción de etileno en la misma. El Sett ocasiona una disminución del envejecimiento de los órganos vegetales prolongando la vida durante el almacenamiento, ayuda a obtener mejores respuestas a la aplicación de hormonas de crecimiento. La concentración es de 8 % de Calcio y 1 % de Boro.

Forcrop (2018) indica que el fertilizante Folcrop Ca-B es un producto líquido que sirve para la corrección de las carencias de calcio y boro en los cultivos, mejora las paredes celulares vegetales mediante la aportación de calcio, incrementa la calidad y vida post-cosecha debido a la sinergia calcio - boro. Con esta mezcla de calcio y boro se adquiere una buena disponibilidad de boro para la planta, rápida absorción de ambos nutrientes por la planta, mejor firmeza de frutos y duración post-cosecha, mejora de la floración y cuajado de los frutos. La concentración es de 8,0 % de Calcio y 0,4 % de Boro.

Ecuaquímica (2018) señala que el Newfol B es un bioestimulante de alta solubilidad en el desarrollo vegetativo y foliar en todos los cultivos, ya que interviene en la multiplicación celular y es el constituyente principal en los tejidos meristemáticos, en la textura de los pétalos de flores y en los frutos. Una de las principales funciones de este producto es intervenir en la absorción de Ca y N, regular la relación de Calcio y Potasio, también determina la germinación de los granos de polen y en el crecimiento del tubo polínico. Participa en la formación de paredes celulares e interviene en la formación de las proteínas. La concentración es de 6,0 % de Boro.

QSI (2017) indica que el Promet Ca, es un fertilizante foliar que ayuda a compensar los desequilibrios nutricionales, causados por el calcio; se caracteriza por poseer una buena movilidad y concentración, transportándose por vía floema hasta llegar a los órganos de la planta con mayor necesidad, genera consistencia en los tejidos vegetales, evita la caída de flores, prolonga la vida post-cosecha de las frutas y hortalizas y favorece un mejor desarrollo radicular, se recomienda aplicar 500 cc/ha – 1,0 L/ha. La concentración del Calcio es de 10,0 %

Quimifer (2018) indica que el nitrato de calcio es un fertilizante que se puede aplicar en cualquier cultivo ya sea de forma edáfica o foliar ya que es un fertilizante soluble que se puede aplicar a través de un sistema de fertirriego sin ningún inconveniente como podría ser el taponamiento de los sistemas de riego. Este producto ayuda a prevenir las malformaciones en fruto y hojas, también ayuda a mejorar la calidad y la vida en postcosecha de los frutos. La absorción constante de nitrógeno y calcio por los cultivos provoca el déficit de los mismos suelos y como consecuencia provocan desbalances y problemas de déficit de estos elementos. La concentración es de 15,0 % de Nitrógeno y 26,0 % de Calcio.

Fermagri (2018) señala que el nitrato de amonio es un fertilizante granulado que contiene 33,5 % de nitrógeno, presentándose en forma nítrica que es de disponibilidad inmediata y en forma amoniacal que es lenta debido a que se pegan en los coloides del suelo debido a la carga eléctrica positiva que presenta permitiendo así un suministro por un período más prolongado. La alta solubilidad de nitrato de amonio hace que sea muy adecuado para preparar soluciones para fertirrigación o aspersiones foliares. La concentración de Nitrogeno es de 33,0 %

Fertisa (2018) indica que el borax es un fertilizante soluble a base de Boro el cual se puede aplicar en fertirriego y vía foliar ya que se puede disolver rápidamente, su fórmula química es  $H_3BO_3$ . La concentración del Boro soluble en agua es de 17,0 %

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental.

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “Palmar”, que pertenece a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en Km. 10,5 de la vía Babahoyo - Montalvo, con coordenadas geográficas 672 797 UTM oeste y 9 797 208 UTM sur.

Esta zona experimental posee un clima tropical húmedo, con temperatura promedio anual de 26,19 °C, precipitación anual de 2 655,72 mm, humedad relativa de 76,41 % y altura de 8 m.s.n.m.<sup>2</sup>

#### 3.2. Métodos

Se estudiarán los métodos inductivos – deductivo; deductivo – inductivo y el experimental.

#### 3.3. Variables en estudio

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

Variable independiente: Dosis y productos foliares de Nitrógeno, Calcio y Boro.

#### 3.4. Material genético

Para la siembra se utilizó la semilla certificada de arroz INDIA SFL - 11, cuyas características se detallaran a continuación:<sup>3</sup>

**Tabla 1: Características de la variedad INDIA SFL - 11**

Descripción	Características
Rendimiento (t/ha)	6 a 8
Ciclo vegetativo (días)	127 – 131
Altura de planta (cm)	126
Peso de 1000 granos en cáscara	29
Ancho de grano (mm)	2,4

<sup>2</sup> Datos obtenidos de la estación experimental meteorológica UTB-FACIAG-INAHMI. 2017.

<sup>3</sup> Datos obtenidos de ficha técnica de INDIA-PRONACA



Longitud de grano (mm)	7,52
Macollamiento	Intermedio
Índice de pilado (%)	67
Desgrane	Intermedio
<i>Ustilagoidea virens</i>	Tolerante
<i>Tagosodes orizicolus</i>	Tolerante
<i>Pyricularia grisea</i>	Resistente
<i>Sarocladium oryzae</i>	Tolerante
<i>Rhizoctonia solani</i>	Tolerante
Acame de plantas	Resistente

### 3.5. Tratamientos

El presente trabajo experimental contó con 10 tratamientos y 3 repeticiones.

**Tabla 2: Tratamientos en estudio**

Tratamientos	Productos	Dosis/ha	Época de aplicación (d.d.t.)
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	20 – 40
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	20 – 40
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	20 – 40
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	20 – 40
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1,0 Kg	20 – 40
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	20 – 40
T7	Bórax	1,0 kg	20 – 40
T8	Promet Ca	1,0 L	20 – 40
T9	NewFol Boro	1,0 L	20 – 40
T10	Testigo sin aplicación		

d.d.t: Días después del trasplante.

### 3.6. Diseño experimental

En el presente trabajo se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con diez tratamientos y tres repeticiones.

Para realizar la evaluación de las medias de los tratamientos, se utilizó el análisis de varianza y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades.

### 3.6.1 Análisis de varianza (Andeva).

**Tabla 3: ANDEVA**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	9
Repeticiones	2
Error experimental	18
Total	29

### 3.7 Manejo del ensayo

Para llevar a cabo el trabajo experimental se ejecutaron todas las prácticas y labores agronómicas necesarias para el desarrollo del cultivo.

#### 3.7.1 Preparación de terreno

Para la realización de esta labor se procedió a efectuar un pase de romplow, después se inundó el terreno, para posteriormente realizar el fanguero con la respectiva nivelación, y así facilitar la siembra del cultivo.

#### 3.7.2 Siembra

Se realizó la labor de siembra por el método de trasplante, el cual se llevó a cabo después de los 24 días de haber realizado el semillero, con un distanciamiento de 0,25 m entre hilera y 0,25 m entre planta.

#### 3.7.3 Control de malezas

Se utilizó el herbicida Prowl (Pendimetalin) en dosis de 3,0 L/ha a los 2 días antes del trasplante, para prevenir la presencia de malezas, luego a los 10 días después del trasplante se procedió a aplicar 0,1 L/ha de Graminex (Bispiribac sodium) más Tordon (2,4 D – Picloram) en dosis de 0,5 L/ha. Para la aplicación de estos productos se utilizó una bomba de mochila de 20 L, con una presión de 40 a 60 lb y boquilla para cobertura de 2,0 m.

### 3.7.4 Control Fitosanitario

Se aplicó Caracolero (Niclosamida) con una dosis de 0,5 kg/ha para el control del caracol manzana (*Pomacea canaliculata*), cuya aplicación se hizo 2 días antes del trasplante. A los 18 días después del trasplante se procedió aplicar Connec Duo (Imidacloprid + Betacyfluthrin) en dosis de 0,2 L/ha para controlar sogata (*Tagosodes oryzicolus*) y mosca minadora (*Hidrellia sp.*). Para el control de novia del arroz (*Rupella albinela*) se utilizó Acefato a los 33 días después del trasplante con una dosis de 0,5 kg/ha. Para controlar la langosta (*Spodoptera frugiperda*) se realizó la aplicación de Profenofos en dosis de 0,5 L/ha a los 51 días después del trasplante. Posteriormente, existió la presencia del chinche de la espiga (*Oebalus ornatus*), para lo cual se volvió a aplicar Acefato en dosis de 0,5 kg/ha a los 76 días después del trasplante.

Para prevenir la incidencia de hongos fitopatógenos se aplicó Amistar top (Azoxistrobina + Difenconazole) en dosis de 0,35 L/ha a los 33 días después del trasplante. Para el control del manchado de grano se aplicó Rodazim (Carbendazim) en dosis de 0,5 L/ha más Clorothalonil en dosis de 0,5 L/ha a los 76 días después del trasplante.

### 3.7.5 Fertilización

En base a las recomendaciones del INIAP, se realizó la aplicación de las siguientes dosis de fertilizantes edáficos: 160 kg/ha de Nitrógeno (N), 50 kg/ha de Fósforo ( $P_2O_5$ ), 90 kg/ha de Potasio ( $K_2O$ ) y 25 kg/ha de Azufre ( $SO_4$ ).

El Nitrógeno (Urea 46 % N) y el Azufre (Sulfato de amonio 21 % N-24 % S) fueron fraccionado en partes iguales a los 15 y 35 días después del trasplante. El Fósforo (DAP 18 % N-46 %  $P_2O_5$ ) y el Potasio (Muriato de potasio 60 %  $K_2O$ ) se aplicaron en su totalidad a los 15 días después del trasplante.<sup>4</sup>

Las aplicaciones foliares de Nitrógeno, Calcio y Boro se realizaron como se explica en el cuadro de tratamientos. Adicional a esto, a todos los tratamientos se aplicó Zinc (Zn) en dosis 2 L/ha a los 33 días después del trasplante y Potasio (Potassium) en dosis de 2 L/ha a los 76 días después del trasplante.

---

<sup>4</sup> INIAP.2013. Manual integrado del cultivo de arroz en el sistema de secano. Boletín divulgativo # 419

### **3.7.6 Riego**

Se realizó riego por inundación con la ayuda de una bomba, sin embargo, para realizar las labores agrícolas el agua se drenaba.

### **3.7.7 Cosecha**

Cuando el cultivo llegó a su madurez fisiológica se realizó la cosecha, y esta se llevó cabo manualmente.

## **3.8 Datos Evaluados**

Para evaluar los resultados de los tratamientos, se tomó los siguientes datos dentro de la parcela experimental:

### **3.8.1 Altura de Planta a cosecha**

En cada unidad experimental se tomó un metro cuadrado donde se eligieron 10 plantas al azar y la lectura fue expresada en centímetros, desde el suelo hasta la panícula más sobresaliente.

### **3.8.2 Número de macollos por metro cuadrado**

En cada repetición se tomó un metro cuadrado y se contabilizó la cantidad de macollos presentes, esto se llevó a cabo en la etapa de la cosecha.

### **3.8.3 Número de panículas por metro cuadrado**

De la misma manera dentro del metro cuadrado donde se tomaron los datos de número de macollos, se contabilizó las panículas en la cosecha.

### **3.8.4 Longitud de panícula**

En cada unidad experimental se seleccionaron 10 panículas al azar para determinar la longitud de las mismas, entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula. Se expresó en centímetros.

### **3.8.5 Número de granos llenos por panícula**

Para determinar esta variable se tomaron 10 panículas al azar en cada parcela experimental, en las cuales se procedió a contabilizar los granos llenos.

### **3.8.6 Número de granos vanos por panícula**

En las mismas 10 panículas que se tomaron los datos de los granos llenos se procedió a contabilizar los granos vanos presentes.

### **3.8.7 Peso de mil granos**

En cada unidad experimental se escogieron 1000 granos en buen estado, los mismos que se pesaron en una balanza de precisión para expresar su promedio en gramos.

### **3.8.8 Análisis foliar**

Se procedió a realizar un análisis foliar con el fin de verificar los nutrientes presentes en las hojas, el análisis se lo llevó a cabo después de los 50 días del trasplante en cada tratamiento.

### **3.8.9 Días a la floración**

Se contabilizó los días desde la siembra, hasta cuando las plantas presentaron más del 50 % de panículas emergidas.

### **3.8.10 Días a maduración fisiológica de grano**

Semanalmente a partir de los 90 días, se procedió a contar los días hasta que los granos presentaron su madurez fisiológica (cosecha).

### **3.8.11 Relación grano - paja**

Se tomaron al azar en un metro cuadrado de cada unidad experimental, y consistió en el registro del rendimiento de dicha sección, el cual se dividió para el peso de la materia seca que se obtuvo.

### **3.8.12 Rendimiento por Hectárea**

Se obtuvo mediante el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, uniformizando al 14 % de humedad y transformado en kg/ha. Para uniformizar los pesos se emplearán la siguiente fórmula:<sup>5</sup>:

---

<sup>5</sup> Azcon-Bieto, J., Talon, M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

$$Pu = \frac{Pa (100 - ha)}{(100 - hd)}$$

Pu= peso uniformizado

Pa= peso actual

ha= humedad actual

hd= humedad deseada

### **3.8.13 Análisis Económico**

El análisis económico de rendimiento se realizó en función de grano en kg. /ha., respecto del costo económico de los tratamientos en relación al beneficio/costo<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Martínez, L. (2002). Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador. Abya Yala, Quito.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Altura de planta

En la Tabla 4 se registran los valores de altura de planta. En el tratamiento que se aplicó Nitrato de Calcio con dosis de 1,00 kg/ha se obtuvo el mayor valor (131,14 cm), mostrando ser estadísticamente igual al tratamiento con Nitrato de Amonio + Folcrop Ca-B con dosis de 1,00 kg/ha + 1,00 L/ha y al tratamiento con Borax con dosis de 1,00 kg/ha, siendo superiores a los demás. El menor valor fue del tratamiento con Nitrato de amonio + Folcrop Ca-B con dosis de 1,00 kg/ha + 1,5 L/ha (121,81 cm).

En el análisis de varianza muestra que existió alta significancia estadística, con un coeficiente de variación de 1,2 %.

Tabla 4. Altura de planta, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis/ha</b>	<b>Altura (cm)</b>
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	125,68 bc
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	125,41 bc
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	127,21 ab
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	121,81 c
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 kg + 1,0 kg	126,26 bc
T6	Nitrato de Calcio	1,0 kg	131,14 a
T7	Borax	1,0 kg	128,85 ab
T8	Promet Ca	1,0 L	126,23 bc
T9	NewFol Boro	1,0 L	125,51 bc
T10	Testigo sin aplicación	-	126,64 b
Promedio general			126,47
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			1,2

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. \*\*: altamente significativa

## 4.2 Número de macollos por metro cuadrado

Los datos de número de macollos se muestran en la Tabla 5. Se puede observar que se obtuvo alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 3,71 %.

El tratamiento Nitrato de Amonio + Folcrop Ca-B con una dosis de 1,00 kg/ha + 1,00 L/ha obtuvo un valor mayor (635 macollos), estadísticamente igual a la mayoría de los tratamientos, con excepción de Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro en dosis de 1,00 kg/ha + 1,00 L/ha (517 macollos) y NewFol Boro con dosis de 1,00 L/ha (529 macollos), los cuales fueron estadísticamente inferiores.

Tabla 5. Número de macollos, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis/ha</b>	<b>Macollos por m2</b>
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	517 b
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	602 a
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	635 a
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	623 a
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 kg + 1,0 kg	624 a
T6	Nitrato de Calcio	1,0 kg	621 a
T7	Borax	1,0 kg	612 a
T8	Promet Ca	1,0 L	606 a
T9	NewFol Boro	1,0 L	529 b
T10	Testigo sin aplicación	-	621 a
Promedio general			599
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			3,71

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. \*\*: altamente significativa



### 4.3 Número de panículas por metro cuadrado

En la Tabla 6 se registran los valores de número de panículas por metro cuadrado, donde el análisis de varianza registró alta significancia estadística, con un coeficiente de variación de 3,72 %.

El tratamiento Nitrato de Amonio + Folcrop Ca-B con una dosis de 1,00 kg/Ha + 1,00 L/ha mostró el mayor valor (566 panículas), estadísticamente igual a casi todos los tratamientos, a excepción de Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro con dosis de 1,00 kg/ha + 1,00 L/ha (460 panículas) y el tratamiento NewFol Boro con dosis de 1,00 L/ha (471 panículas), quienes fueron estadísticamente inferiores a los demás tratamientos.

Tabla 6. Número de panículas, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis/ha</b>	<b>Panículas por m2</b>
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	460 b
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	536 a
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	566 a
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	555 a
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 kg + 1,0 kg	555 a
T6	Nitrato de Calcio	1,0 kg	553 a
T7	Borax	1,0 kg	545 a
T8	Promet Ca	1,0 L	539 a
T9	NewFol Boro	1,0 L	471 b
T10	Testigo sin aplicación	-	553 a
Promedio general			533
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			3,72

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. \*\*: altamente significativa

#### 4.4 Longitud de panícula

No se observó significancia estadística en lo que se refiere a la longitud de panícula. El coeficiente de variación fue de 2,32 % (Tabla 7)

El tratamiento Borax con dosis de 1,00 kg/ha registró el mayor valor (28,08 cm) comparado con los demás tratamientos, donde el Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro con dosis de 1,00 kg/ha + 1,00 L/ha registró el dato más bajo (26,34 cm).

Tabla 7. Longitud de panícula, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis/ha</b>	<b>Longitud (cm)</b>
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	26,34
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	27,87
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	27,31
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	26,52
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 kg + 1,0 kg	28,01
T6	Nitrato de Calcio	1,0 kg	26,81
T7	Borax	1,0 kg	28,08
T8	Promet Ca	1,0 L	26,47
T9	NewFol Boro	1,0 L	26,59
T10	Testigo sin aplicación	-	27,05
Promedio general			27,11
Significancia estadística			Ns
Coeficiente de variación			2,32

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Ns: no significativo

#### 4.5 Número de granos llenos por panícula

En la Tabla 8 se puede observar que el tratamiento NewFol Boro con dosis de 1,00 L/ha presentó el mayor números de granos llenos por panícula (127 granos), estadísticamente igual a Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro 1,00 kg/ha + 1,00 L/ha (117 granos), Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro 1,00 kg/ha + 1,5 L/ha (113 granos), Nitrato de Calcio + Borax 1,00 kg/ha + 1,00 kg/ha (123 granos), Borax 1,00 kg/ha (124 granos) y testigo (120 granos), todos estos superiores estadísticamente a los demás tratamientos, donde el valor más bajo lo obtuvo Nitrato de Calcio 1,00 kg/ha (106 granos).

En el análisis de varianza se obtuvo alta significancia estadística, con un coeficiente de variación de 4,34 %.

Tabla 8. Número de granos vanos por panícula, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis/ha</b>	<b>Granos llenos</b>
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	117 abc
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	113 abc
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	107 c
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	108 c
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 kg + 1,0 kg	123 ab
T6	Nitrato de Calcio	1,0 kg	106 c
T7	Borax	1,0 kg	124 ab
T8	Promet Ca	1,0 L	112 bc
T9	NewFol Boro	1,0 L	127 a
T10	Testigo sin aplicación	-	120 abc
Promedio general			116
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			4,34

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. \*\*: altamente significativa

#### 4.6 Número de granos vanos por panícula

En lo que concierne al número de granos vanos por panícula, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística, con un coeficiente de variación es de 10,39 % (Tabla 9).

Se puede observar que el tratamiento Nitrato de Amonio + Folcrop Ca-B con una dosis de 1,00 kg/ha + 1,5 L/ha mostró el mayor valor (30 granos), estadísticamente igual a Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro 1,00 kg/ha + 1,00 L/ha (27 granos), Nitrato de Amonio + Folcrop Ca-B 1,00 kg/ha + 1,00 L/ha (25 granos), Nitrato de Calcio + Borax 1,00 kg/ha + 1,00 kg/ha (25 granos), Nitrato de Calcio 1,00 kg/ha (24 granos), Borax 1,00 kg/ha (23 granos), estadísticamente superiores a los demás tratamientos, en los cuales el menor número de granos vanos lo obtuvieron Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro con dosis de 1,00 kg/ha + 1,5 L/ha, Promet Ca 1,00 L/ha y el testigo (todos con 20 granos).

Tabla 9. Número de granos vanos por panícula, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis/ha</b>	<b>Granos vanos</b>
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	27 ab
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	20 b
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	25 ab
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	30 a
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 kg + 1,0 kg	25 ab
T6	Nitrato de Calcio	1,0 kg	24 ab
T7	Borax	1,0 kg	23 ab
T8	Promet Ca	1,0 L	20 b
T9	NewFol Boro	1,0 L	21 b
T10	Testigo sin aplicación	-	20 b
Promedio general			24
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			10,39

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. \*\*: altamente significativa

#### 4.7 Peso de mil granos

En la Tabla 10 se mencionan los valores promedios del peso de mil granos. Se registró alta significancia estadística entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 1,62 %.

El tratamiento Nitrato de Calcio con dosis de 1,00 kg/ha alcanzó el mayor peso (32,33 g), estadísticamente igual a la mayor parte de los tratamientos, a excepción de Nitrato de Amonio + Folcrop Ca-B 1,00 kg/ha + 1,5 L/ha (30,67 g), testigo (30,67 g) y NewFol Boro 1,00 L/ha que registro valor más bajo (30,33 g).

Tabla 10. Peso de mil granos, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

Tratamientos		Dosis/ha	Peso de 1000 granos (gr)
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	31 abc
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	32 ab
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	31,33 abc
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	30,67 bc
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 kg + 1,0 kg	31 abc
T6	Nitrato de Calcio	1,0 kg	32,33 a
T7	Borax	1,0 kg	32 ab
T8	Promet Ca	1,0 L	31,67 abc
T9	NewFol Boro	1,0 L	30,33 c
T10	Testigo sin aplicación	-	30,67 bc
Promedio general			31,30
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			1,62

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. \*\*: altamente significativa

#### 4.8 Análisis foliar

En la Tabla 11 se pueden observar los resultados del análisis foliar. En los tratamientos en los cuales se aplicó Nitrógeno (Nitrato de Amonio) junto con foliares de Calcio y Boro, existió la presencia excesiva de N y la deficiencia de Ca y B.

En todos los tratamientos se presentó la deficiencia de K, Ca, Mg, Cu y B; mientras que el P, Zn, Fe y Mn se presentaron de manera adecuada.

Tabla 11. Análisis foliar, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

Trat	Productos	Dosis. (L)	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			(%)						(ppm)			
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1 kg + 1 L	3,4E	0,28A	2,35D	0,58D	0,16D	26A	9D	181A	266A	0,11D
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1 kg + 1,5 L	3,5E	0,26A	2,21D	0,58D	0,16D	21A	9D	189A	285A	0,12D
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1 kg + 1L	3,6E	0,29A	2,04D	0,57D	0,18D	24A	8D	177A	284A	0,09D
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1 kg + 1,5 L	3,5E	0,29A	2,1D	0,63D	0,15D	33A	9D	187A	294A	0,09D
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1 kg + 1 kg	3,1A	0,27A	2,17D	0,67D	0,17D	36A	8D	197A	296A	0,11D
T6	Nitrato de Calcio	1 kg	3,3A	0,34E	2,22D	0,64D	0,14D	29A	7D	184A	281A	0,12D
T7	Borax	1 kg	3,2A	0,28A	2,24D	0,63D	0,14D	32A	7D	183A	294A	0,13D
T8	Promet Ca	1 L	2,9A	0,26A	2,09D	0,57D	0,16D	28A	8D	185A	288A	0,12D
T9	NewFol Boro	1 L	3,4E	0,28A	2,13D	0,58D	0,17D	28A	7D	187A	293A	0,13D
T10	Tratamiento Testigo	-	2,9A	0,27A	2,17D	0,62D	0,14D	25A	6D	94D	286A	0,08D

#### Interpretación

D = Nivel Deficiente

A = Nivel Adecuado

E = Nivel Excesivo

#### 4.9 Días a la floración

Se presentó alta significancia estadística en lo que se refiere a los días a la floración, con un coeficiente de variación de 1,33 %. (Tabla 12)

El testigo presentó una floración más tardía (100 días), estadísticamente superior los demás tratamientos, de los cuales el Nitrato de Amonio + Folcrop Ca-B 1,00 kg/ha + 1,00 L/ha, Nitrato de Calcio 1,00 kg/ha y Promet Ca 1,00 L/ha mostraron una floración más precoz (93días).

Tabla 12. Días a la floración, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis/ha</b>	<b>Dias de floracion</b>
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	94 b
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	94 b
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	93 b
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	96 b
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 kg + 1,0 kg	95 b
T6	Nitrato de Calcio	1,0 kg	93 b
T7	Borax	1,0 kg	94 b
T8	Promet Ca	1,0 L	93 b
T9	NewFol Boro	1,0 L	95 b
T10	Testigo sin aplicación	-	100 a
Promedio general			95
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			1,33

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. \*\*: altamente significativa

#### 4.10 Días a maduración fisiológica de grano

En lo que se refiere a los días a maduración, no existió significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 0,89 % (Tabla 13).

El Nitrato de Calcio + Borax 1,00 kg/ha + 1,00 kg/ha y el testigo presentaron una maduración más tardía (134 días), mientras que el NewFol Boro 1,00 L/ha demostró una maduración más rápida (131 días).

Tabla 13. Días a maduración fisiológica de grano, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis/ha</b>	<b>Días de maduración</b>
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	133
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	132
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	132
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	132
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 kg + 1,0 kg	134
T6	Nitrato de Calcio	1,0 kg	133
T7	Borax	1,0 kg	132
T8	Promet Ca	1,0 L	133
T9	NewFol Boro	1,0 L	131
T10	Testigo sin aplicación	-	134
Promedio general			133
Significancia estadística			Ns
Coeficiente de variación			0,89

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Ns: no significativo



#### 4.11 Relación grano - paja

En el Tabla 14 se mencionan los datos de relación grano – paja en cada uno de los tratamientos. No se obtuvo significancia estadística y el coeficiente de variación fue de 2,71 %.

El tratamiento NewFol Boro con dosis de 1,00 L/ha mostró el mayor valor (1,44), mientras que los tratamientos Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro con dosis de 1,00 kg/ha + 1,5 L/ha, Nitrato de Calcio con dosis de 1,00 kg/ha y Promet Ca con dosis de 1,00 L/ha registraron los valores más bajos (1,37).

Tabla 14. Relación grano - paja, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis/ha</b>	<b>Relación grano-paja</b>
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	1,40
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	1,37
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	1,41
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	1,38
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 kg + 1,0 kg	1,38
T6	Nitrato de Calcio	1,0 kg	1,37
T7	Borax	1,0 kg	1,41
T8	Promet Ca	1,0 L	1,37
T9	NewFol Boro	1,0 L	1,44
T10	Testigo sin aplicación	-	1,38
Promedio general			1,39
Significancia estadística			Ns
Coeficiente de variación			2,71

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Ns: no significativo

#### 4.12 Rendimiento por Hectárea

Los datos de rendimiento por hectárea se muestran en el Tabla 15. Se obtuvo alta significancia estadística entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 5,3 %.

El tratamiento Borax con dosis de 1,00 kg/ha alcanzó el mayor rendimiento (7 513,67 kg/ha), estadísticamente igual a la mayoría de los demás tratamientos, con excepción de Nitrato de Amonio + Folcrop Ca-B 1,00 kg/ha + 1,5 L/ha (6 395 kg/ha), NewFol Boro 1,00 L/ha (6 320,33 kg/ha) y Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro con dosis de 1,00 kg/ha + 1,00 L/ha que registró el rendimiento más bajo (5 815,33 kg/ha)

Tabla 15. Rendimiento por Hectárea, en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis/ha</b>	<b>Rendimiento kg/ha</b>
T1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,0 L	5815,33 d
T2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	6745,67 abcd
T3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,0 L	6594,67 abcd
T4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	6395 bcd
T5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 kg + 1,0 kg	7374,33 ab
T6	Nitrato de Calcio	1,0 kg	6575,67 abcd
T7	Borax	1,0 kg	7513,67 a
T8	Promet Ca	1,0 L	6629,67 abcd
T9	NewFol Boro	1,0 L	6320,33 cd
T10	Testigo sin aplicación	-	7078,67 abc
Promedio general			6704,30
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			5,3

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. \*\*: altamente significativa

### 4.13. Análisis económico

En la Tabla 16 se detallan los datos del análisis económico en cada uno de los tratamientos. La aplicación de Bórax en dosis de 1,00 kg/ha permitió obtener la mayor utilidad neta (\$ 1093,09), mientras que con la aplicación de Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro en dosis de 1,00 kg/ha + 1,00 L/ha se obtuvo el menor valor (\$ 540,49).

Tabla 16. Análisis económico en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.

Nº	Tratamientos	Dosis/ha	Rend. (Kg/ha)	Sacas 200 lb.	Ingreso (\$)	Costos fijos (\$)	Prod. (\$)	Cosec. + Transp.	Jorn. (\$)	Costo Total	Utilidad Neta	B/C
1	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 Kg + 1,0 L	5815,33	63,98	2047,20	1209,08	25,72	223,91	48,00	1506,71	<b>540,49</b>	<b>1,36</b>
2	Nitrato de Amonio + Sett Calcio Boro	1,0 Kg + 1,5 L	6745,67	74,21	2374,71	1209,08	38,22	259,73	48,00	1555,03	819,68	1,53
3	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 Kg + 1,0 L	6594,67	72,55	2321,56	1209,08	23,48	253,92	48,00	1534,48	787,08	1,51
4	Nitrato de Amonio + Folcrop Ca - B	1,0 Kg + 1,5 L	6395,00	70,35	2251,27	1209,08	34,86	246,23	48,00	1538,17	713,09	1,46
5	Nitrato de Calcio + Borax	1,0 Kg + 1,0 Kg	7374,33	81,13	2596,02	1209,08	7,40	283,94	48,00	1548,42	1047,60	1,68
6	Nitrato de Calcio	1,0 Kg	6575,67	72,34	2314,87	1209,08	1,80	253,19	48,00	1512,07	802,80	1,53
7	Borax	1,0 Kg	7513,67	82,66	2645,08	1209,08	5,60	289,31	48,00	1551,99	<b>1093,09</b>	<b>1,70</b>
8	Promet Ca	1,0 L	6629,67	72,93	2333,88	1209,08	40,00	255,27	48,00	1552,35	781,53	1,50
9	NewFol Boro	1,0 L	6320,33	69,53	2224,98	1209,08	22,40	243,36	48,00	1522,84	702,14	1,46
10	Testigo sin aplicación	-	7078,67	77,87	2491,94	1209,08	0,00	272,56	0,00	1481,64	1010,30	1,68

Jornal : \$ 12,00

Costo saca 200 lb: \$ 32,00

Cosecha + transporte: \$ 3,50

Nitrato de Amonio (kg): \$ 0,36

Nitrato de Calcio (kg): \$ 0,90

Bórax (kg): \$ 2,80

Sett Calcio Boro (L): \$ 12,50

Folcrop Ca - B (L): \$ 11,38

Promet Ca (L): \$ 20,00

NewFol Boro (L): \$ 11,50

## V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo experimental demuestran que el uso de aplicaciones foliares de Nitrógeno, Calcio y Boro, afectan en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

Las variables evaluadas fueron afectadas negativamente por las aplicaciones combinadas de Nitrógeno, Calcio y Boro, esto repercutió en la baja obtención de parámetros agronómicos adecuados para el nivel tecnológico aplicado al cultivo, probablemente debido a una baja asimilación del Ca y B producida por antagonismo con formas químicas no apropiadas de Nitrógeno. Esto concuerda con lo mencionado por CANNA (2018), quien menciona que el Nitrógeno en su forma amoniacal  $\text{NH}_4^+$  y en particular una baja relación  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ , interaccionan de forma negativa con la absorción de ciertos nutrientes como Calcio, Magnesio y Potasio, de manera que un exceso de  $\text{NH}_4^+$  puede ocasionar una deficiencia de alguno de estos tres elementos. De la misma manera, se relaciona por lo reportado por Dobermann y Fairhurst (2012), quienes afirman que una de las causas de la deficiencia de Ca y B es la excesiva aplicación de N, pues en el caso del Ca se promueve una amplia relación  $\text{NH}_4:\text{Ca}$  que reduce la absorción de Ca; mientras que con respecto al B, el Bórax y los Boratos no deben mezclarse con fertilizantes portadores de amonio ya que promueven la volatilización de N como  $\text{NH}_3$ , afectando así la asimilación del B.

Las aplicaciones combinadas de Nitrógeno, Calcio y Boro, no permitieron maximizar el rendimiento del cultivo, además los resultados del análisis foliar, determinaron niveles excesivos de Nitrógeno, lográndose una marcada deficiencia de Calcio y Boro, esto presente al antagonismo confirmado entre formulación química de estos elementos, lo que corrobora lo afirmado por Torres (2018), quien indica que generalmente los cationes de Amonio y Potasio son más hábiles que los de Calcio y Magnesio; sin embargo, el antagonismo más importante es el que el Amonio ejerce sobre los cationes Calcio, Magnesio y Potasio. Es por esto que el uso excesivo y desbalanceado de productos amoniacales, pueden perjudicar a los cultivos. En base a esto, antes de escoger un fertilizante se necesita conocer el papel que desempeña el ión presente en el producto que se va a aplicar y la concentración en que está presente. Debido a los antagonismos, se

aconseja realizar una correcta selección del fertilizante, verificando que no posea Amonio, de acuerdo a la situación, con la finalidad de prevenir las pérdidas de nutrientes.

Las aplicaciones foliares de Calcio y Boro sin la presencia de Nitrógeno (Nitrato de Amonio) permitieron obtener características agronómicas deseables (altura de planta, longitud de panícula, número de granos llenos por panícula, peso de mil granos, rendimiento por hectárea), lo que demuestra la importante función de los elementos Calcio y Boro en el cultivo de arroz, concordando con lo indicado por Dobermann y Fairhurst (2012), quienes mencionan que el Calcio en el cultivo de arroz es un elemento que forma parte de los pectatos de Ca, que son constituyentes vitales de la pared celular y que además intervienen el mantenimiento de la biomembrana, también es un activador enzimático y participa en la osmo – regulación y mantenimiento del balance de aniones y cationes en las células, además de brindar resistencia a enfermedades; mientras que en el caso del B, tiene una importante función en la biosíntesis de la pared celular y en la integridad de la estructura de la membrana plasmática, se lo requiere en el metabolismo de los hidratos de carbono, transporte de azúcares, lignificación, síntesis de nucleótidos y en la respiración, y favorece la viabilidad del polen.

El mayor rendimiento por hectárea (7513,67 kg/ha) y la mayor utilidad neta (\$1093,09) se obtuvieron con la aplicación de Bórax en dosis de 1 kg/ha a los 20 y 40 días después del trasplante, lo que demuestra lo manifestado por Acosta (2013), quien indica que el Boro es un micronutriente esencial para la planta, ya que participa en la división, diferenciación y elongación de las células de los tejidos meristemáticos; también regula el transporte de azúcar, el metabolismo de los carbohidratos y las proteínas en las plantas, quienes necesitan un aporte continuo de este elemento en todos los puntos de crecimiento, siendo importante en la germinación del tubo polínico y también en el proceso de fertilización de flores, garantizando un apropiado número de semillas, lo que ayudará a obtener un alto rendimiento.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente ensayo se concluye lo siguiente:

- La mayor altura de planta se obtuvo con la aplicación de Nitrato de Calcio en dosis de 1 kg/ha.
- La aplicación de Nitrato de Amonio + Folcrop Ca-B en dosis de 1 kg/ha + 1 L/ha permitió obtener el mayor número de macollos y panículas por metro cuadrado.
- El mayor número de grano llenos por panícula lo obtuvo la aplicación de Newfol Boro en dosis de 1 L/ha, quien fue estadísticamente igual a la aplicación de Bórax en dosis de 1 kg/ha.
- La aplicación de Nitrato de Calcio en dosis de 1 kg/ha permitió obtener el mayor peso de mil granos, estadísticamente igual a la aplicación de Bórax en dosis de 1 kg/ha.
- En cuanto al análisis foliar, en los tratamientos en los cuales se aplicó Nitrógeno (nitrato de amonio) junto con foliares de Calcio y Boro, existió la presencia excesiva de N y la deficiencia de Ca y B.
- Las variables longitud de panícula, días a maduración y relación grano – paja no alcanzaron significancia estadística.
- El mayor rendimiento (7513,67 kg/ha) y la mayor utilidad neta (\$ 1093,09) se alcanzaron con la aplicación de Bórax en dosis de 1 kg/ha.

De acuerdo a las conclusiones, se recomienda lo siguiente:

- Aplicar Bórax en el cultivo de arroz en dosis de 1 kg/ha a los 20 y 40 días después del trasplante, por permitir obtener el mayor rendimiento y utilidad neta.

- No realizar aplicaciones foliares de Nitrógeno junto con Calcio y Boro, pues debido al antagonismo de estos elementos, no permiten obtener buenos resultados en el cultivo de arroz.

- Realizar investigaciones similares con otras fuentes de Calcio y Boro, con distintos métodos de siembra, diferentes variedades y en otras zonas agroecológicas.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “Palmar”, que pertenece a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en Km. 10,5 de la vía Babahoyo – Montalvo. Su objetivo consistió en evaluar el efecto de la aplicación foliar de Nitrógeno, Calcio y Boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz.

Se cultivó la variedad de arroz SFL-11 en parcelas de 12 m<sup>2</sup>, donde se evaluaron 7 tipos de fertilizantes: Nitrato de amonio, Sett Calcio Boro, Folcrop Ca-B, Nitrato de calcio, Borax, Promet Ca y Newfol B, los mismos que fueron aplicados solos y en mezclas con distintas dosis, en diez tratamientos y tres repeticiones con el diseño experimental bloques completos al azar. La evaluación y comparación de medias se realizaron con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades.

Al culminar el ciclo del cultivo se evaluó: altura de planta, número de macollos por m<sup>2</sup>, número de panícula por m<sup>2</sup>, longitud de panícula, número de granos por panícula, días a floración, análisis foliar, días a maduración fisiológica, peso de mil granos, rendimiento por hectárea y análisis económico.

Los resultados determinaron en las variables evaluadas que altura de planta, granos llenos por panícula, granos vanos por panícula, macollos por m<sup>2</sup>, panículas por m<sup>2</sup>, peso de mil granos, días a la floración, y rendimiento por hectárea presentaron alta significancia estadística. No influyeron en las variables longitud de panícula, días de maduración y relación grano-paja

Mediante la aplicación de Borax con dosis de 1 kg/ha, se obtuvo el mayor rendimiento (7513,67 kg/ha), y la mayor utilidad económica (\$ 1093,09).

**Palabras clave:** arroz, foliar, nitrógeno, calcio, boro, rendimiento.



## VIII. SUMMARY

The present experimental work was carried out on the grounds of the Experimental Farm "Palmar", which belongs to the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at Km. 10.5 of the Babahoyo - Montalvo highway. Its objective was to evaluate the effect of foliar application of Nitrogen, Calcium and Boron on rice crop yield.

The SFL-11 rice variety was cultivated in plots of 12 m<sup>2</sup>, where 7 types of fertilizers were evaluated: Ammonium Nitrate, Sett Calcium Boron, Folcrop Ca-B, Calcium Nitrate, Borax, Promet Ca and Newfol B, the same that were applied alone and in mixtures with different doses, in ten treatments and three repetitions with the experimental design complete randomized blocks. The evaluation and comparison of means were performed with the Tukey test at 95% of probabilities.

At the end of the crop cycle, the following were evaluated: plant height, number of tillers per m<sup>2</sup>, panicle number per m<sup>2</sup>, panicle length, number of grains per panicle, days to flowering, foliar analysis, days to physiological maturity, weight of thousand grains, yield per hectare and economic analysis.

The results determined in the evaluated variables that height of plant, filled grains per panicle, empty grains per panicle, tillers per m<sup>2</sup>, panicles per m<sup>2</sup>, weight of a thousand grains, days to flowering, and yield per hectare presented high statistical significance. They did not influence the variables panicle length, ripening days and grain-straw ratio

By applying Borax with a dose of 1 kg / ha, the highest yield was obtained (7513.67 kg / ha), and the highest economic benefit (\$ 1093.09).

**Key words:** rice, foliar, nitrogen, calcium, boron, yield.

## IX. LITERATURA CITADA

Acosta, A. (2013). Aplicación foliar de tres dosis de Calcio y tres dosis de Boro en el cultivo de Fresa (*Fragaria Xananassa. Duch*) cultivar Oso grande, bajo cubierta. Trabajo de investigación de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Consultado: 10/08/2018. Archivo pdf (98 pág.)

Alarcón, A. (2001). El Boro como nutriente esencial. Consultado: 16/08/2018. Archivo pdf (11 pág.)

Barzola, J. (2012). Producción de Arroz bajo riego de la variedad F – 50 mediante el uso de briquetas compuestas de N.P.K en el Cantón Daule. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Ecuador. Consultado: 16/08/2018. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89903/D-79562.pdf>

Basurto, M. (2014). Comportamiento del cultivo de Arroz (*Oryza sativa L.*) a la aplicación de fertilizante de liberación controlada, en dos sistemas de siembra. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad de Guayaquil. Ecuador. Consultado: 16/08/2018. Archivo pdf (97 pág.)

Bejarano, M. (2000). Respuesta del cultivo de Arroz a la aplicación de Silicio en el departamento de Casanare. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Corporación Universitaria De Ciencias Aplicadas y Ambientales. Colombia. Consultado: 05/08/2018. Archivo pdf (89 pág.)

Brito, D. (2012). Estudio de los niveles de fertilidad y su influencia en la productividad del cultivo de Arroz (*Oryza sativa L.*) en el Recinto Las Maravillas del Cantón Daule. Tesis de Grado de Ingeniería Agrícola y Biológica. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador. Consultado: 05/08/2018. Archivo pdf (87 pág.)

CANNA. (2018). Interacciones entre nutrientes. Consultado: 26/09/2018. Disponible en: [http://www.canna.es/interacciones\\_entre\\_nutrientes](http://www.canna.es/interacciones_entre_nutrientes)

CIAT. (2005). Morfología de la planta de Arroz. Guía de estudio. Consultado: 28/08/2018. Archivo pdf (16 pág.)

Chango, X. (2009). Evaluación de tres productos a base de Calcio con aplicaciones foliares, en tres dosis en el cultivo de Rosas VAR. Forever Young. bajo invernadero. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. Archivo pdf (112 pág.)

Cooperación Suiza en América Central. (2009). Manual Fertilizantes y Enmiendas. Consultado: 03/08/2018. Archivo pdf (58 pág.)

De La Cruz, M. (2012). Fertilización foliar con Potasio, Calcio y Silicio en Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). Tesis de Grado de Maestro en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. México. Consultado: 10/08/2018. Archivo pdf (83 pág.)

Dobermann A. y Fairhurst, T. (2012). Arroz. Desórdenes Nutricionales y Manejo de Nutrientes. Deficiencia de Calcio y Boro. 213 pág.

Equaquímica. (2018). Newfol-Boro. Consultado: 2/09/2018. Archivo pdf (1 pág.)

Espinoza, P. (2014). Efecto de la aplicación de dosis altas y bajas de Nitrógeno en combinación con cuatro niveles de ácidos húmicos de degradación lenta en Arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad de Guayaquil. Ecuador. Consultado: 05/08/2018. Archivo pdf (93 pág.)

FAO. (2012). Los fertilizantes y su uso. Consultado: 23/07/2018. Archivo pdf (83 pág.)

Fermagri. (2018). Nitrato de Amonio. Ficha técnica. Consultado: 02/09/2018. Disponible en: <http://www.fermagri.com/nitrato-de-amonio.html>

Fertisa. (2018). Fertiboro Soluble. Ficha técnica. Consultado: 3/10/2018

Forcrop. (2018). Folcrop Ca-B. Ficha técnica. Consultado: 02/09/2018. Disponible en: [http://www.tacsamx/DEAQ/src/productos/847\\_28.htm](http://www.tacsamx/DEAQ/src/productos/847_28.htm)

Gavilanes, L. (2015). Efecto de la fertilización foliar y edáfica con Hierro y Zinc para la biofortificación agronómica del tubérculo de Papa (*Solanum tuberosum L.*). Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. Consultado: 28/08/18. Disponible en: Archivo pdf (141 pág.)

INIAP. (2014). Nutrición en Arroz. Consultado: 26/09/2018. Disponible en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/arroz/nutricion.pdf>

León, G. (2017). Efectos de fertilizantes foliares a base de extracto del alga *Ascophyllum nodosum*, sobre el rendimiento de variedades Arroz (*Oryza sativa L.*) bajo riego, en la zona de Babahoyo. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Consultado: 23/09/2018. Archivo pdf (67 pág.)

López, H. (2012). Evaluación del efecto de aplicación del activador fisiológico orgánico Florone en el cultivo de Cacao. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. Consultado: 23/09/2018. Archivo pdf (72 pág.)

Manrique, A. (2014). Determinación de las fases fenológicas y fenométricas e índice de balance hídrico en el cultivo de Arroz (*Oryza sativa*) en condiciones de secano, cantón Portoviejo, provincia de Manabí. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. Consultado: 28/08/2018. Archivo pdf (68 pág.)

Medina, M. (2017). Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de Arroz (*Oryza sativa L.*), en la zona de Babahoyo. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. Consultado: 28/08/2018. Archivo pdf (47 pág.)

Olivo, J. (2017). Efectos de programas de fertilización balanceada con la aplicación complementaria de Calcio y Boro foliar, en el rendimiento de cultivo de Pimiento. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. Consultado: 03/08/2018. Archivo pdf (65 pág.)

Parreño, J. (2017). Efecto de fertilizantes foliares a base de Boro, sobre el rendimiento de dos variedades de Arroz (*Oryza sativa L.*) bajo riego, en la zona de Babahoyo. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. Consultado: 23/09/2018. Archivo pdf (70 pág.)

Pérez, J. (2014). Uso de los fertilizantes y su impacto en la producción agrícola. Trabajo en Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Consultado: 14/08/2018. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/39459/1/71782231.2014.pdf>

Piedrahita, O. (2012). Calcio en las plantas. Consultado: 08/08/2018. Archivo pdf (10 pág.)

Promix. (2018). Rol del Calcio en el cultivo de las plantas. Consultado: 28/08/2018. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-calcio-en-el-cultivo-de-plantas/>

Qishpe, G. (2010). Determinación de la influencia de fertilización foliar como complemento a la fertilización edafológica en la producción de Fréjol arbustivo variedad INIAP-414 Yunguilla en el Cantón Paute. Tesis de grado de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. Consultado: 10/08/2018. Archivo pdf (118 pág.)

QSI. (2017). Promet Ca. Ficha técnica. Consultado: 03/10/2018. Disponible en: [http://www.agroplm.com/src/productos/10862\\_28\\_345.htm](http://www.agroplm.com/src/productos/10862_28_345.htm).

Quimifer. (2018). Nitrato de Calcio. Ficha técnica. Consultado: 02/09/2018. Archivo pdf (2 pág.)

Rodríguez, I. (2018). Aplicación de nutrientes foliares en los estados fenológicos del cultivo de Mora (*Rubus glaucus Benth*) en la granja experimental Píllaro. Proyecto de investigación de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Ambato. Consultado: 10/08/2018. Archivo pdf (72 pág.)

Sánchez, C. (2014). Estudio de tres épocas de aplicación de Nitrógeno en cuatro variedades de arroz (*Oryza sativa L.*) en el cantón Babahoyo, Provincia De Los Ríos. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. Consultado: 05/08/2018. Archivo pdf (70 pág.)

Siso, R. Veloza, L. (2015). Efecto de aplicaciones edáficas de Magnesio, Boro y Zinc sobre los componentes de rendimiento de las variedades de Arroz fedearroz 174, agrocom4 y semillano (victoria). Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad de Los Llanos. Consultado: 28/08/2018. Archivo pdf (147 pág.)

Torres, J. (2018). Ejecución de actividades de riego y fertilización para asegurar un óptimo desarrollo y producción de las plantas. Consultado: 26/09/2018. Disponible en: <https://es.slideshare.net/joguitopar/joguitopar-riego-y-fertilizacion-87270677>

Vasconez, O. (2015). Efecto de la fertilización foliar de un programa nutricional sobre el rendimiento de grano en el cultivo de soya. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. Consultado: 03/08/2018. Archivo pdf (77 pág.)

Vergara, C. (2014). Fisiología del arroz. Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas y Desarrollo Rural. España. Consultado en: 28/08/2018. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/256153163/Fisiologia-Del-Arroz>.

# **ANEXOS**



## Anexo 1. Altura de planta

	Tratamientos	Dosis/ha	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1 L	125,44	124,18	127,41	377,03	125,68
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	124,53	125,44	126,26	376,23	125,41
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1 L	126,43	128,42	126,77	381,62	127,21
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	120,17	120,82	124,44	365,43	121,81
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1 kg	123,27	129,39	126,11	378,77	126,26
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	132,85	130,14	130,43	393,42	131,14
T7	Bórax	1,0 kg	129,26	129,15	128,14	386,55	128,85
T8	Promet Ca	1,0 L	125,04	126,94	126,7	378,68	126,23
T9	NewFol Boro	1,0 L	123,92	126,04	126,56	376,52	125,51
T10	Testigo sin aplicación	-	126,58	126,41	126,93	379,92	126,64

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	165,88	11	15,08	6,53	0,0003
Trata	157,64	9	17,52	7,59	0,0001
Repeticiones	8,25	2	4,12	1,79	0,1961
Error	41,55	18	2,31		
Total	207,43	29			

Variable	N	R2	R2	Aj	CV
Altura	30	0,8	0	0,68	1,2

## Anexo 2. Número de macollos por metro cuadrado

	Tratamientos	Dosis/ha	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1 L	502	530	520	1552	517
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	615	588	604	1807	602
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1 L	655	629	622	1906	635
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	607	632	631	1870	623
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1 kg	619	605	648	1872	624
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	653	626	585	1863	621
T7	Bórax	1,0 kg	627	576	634	1838	612
T8	Promet Ca	1,0 L	644	571	604	1819	606
T9	NewFol Boro	1,0 L	517	534	537	1588	529
T10	Testigo sin aplicación	-	638	612	614	1863	621

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	47417,5	11	4310,68	8,73	<0,0001
Trata	45898,3	9	5099,81	10,32	<0,0001
Repeticiones	1519,2	2	759,6	1,54	0,2418
Error	8892,8	18	494,04		
Total	56310,3	29			

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Numero de macollos	30	0,84	0,75	3,71

### Anexo 3. Número de panículas por metro cuadrado

	Tratamientos	Dosis/ha	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1 L	446	472	463	1381	460
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	548	523	537	1608	536
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1 L	583	560	554	1696	566
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	540	563	561	1664	555
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1 kg	551	539	576	1666	555
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	581	557	520	1658	553
T7	Bórax	1,0 kg	558	513	564	1636	545
T8	Promet Ca	1,0 L	573	508	537	1619	539
T9	NewFol Boro	1,0 L	460	475	478	1413	471
T10	Testigo sin aplicación	-	567	545	546	1658	553

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	37534,07	11	3412,19	8,69	<0,0001
Trata	36377,2	9	4041,91	10,29	<0,0001
Repeticiones	1156,87	2	578,43	1,47	0,2557
Error	7069,8	18	392,77		
Total	44603,87	29			

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Numero de panículas	30	0,84	0,74	3,72

#### Anexo 4. Longitud de panícula

	Tratamientos	Dosis/ha	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1 L	25,92	25,95	27,15	79,02	26,34
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	27,71	28,11	27,78	83,60	27,87
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1 L	26,04	28,81	27,08	81,93	27,31
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	26,82	25,68	27,05	79,55	26,52
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1 kg	27	28,99	28,03	84,02	28,01
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	26,46	27,01	26,96	80,43	26,81
T7	Bórax	1,0 kg	27,54	28,34	28,35	84,23	28,08
T8	Promet Ca	1,0 L	25,66	26,82	26,92	79,40	26,47
T9	NewFol Boro	1,0 L	25,63	27,42	26,73	79,78	26,59
T10	Testigo sin aplicación	-	26,67	26,85	27,62	81,14	27,05

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	16,89	11	1,54	3,89	0,0053
Trata	12,21	9	1,36	3,44	0,0124
Repeticiones	4,68	2	2,34	5,93	0,0105
Error	7,11	18	0,39		
Total	24	29			

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Longitud de panícula	30	0,7	0,52	2,32

### Anexo 5. Número de granos llenos por panícula

	Tratamientos	Dosis/ha	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1 L	110	115	126	351	117
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	102	122	116	340	113
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1 L	97	116	108	321	107
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	100	111	112	324	108
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1 kg	114	130	126	369	123
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	100	112	105	317	106
T7	Bórax	1,0 kg	123	123	125	371	124
T8	Promet Ca	1,0 L	105	122	108	335	112
T9	NewFol Boro	1,0 L	126	128	127	381	127
T10	Testigo sin aplicación	-	118	117	125	360	120

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	2177,43	11	197,95	7,86	0,0001
Trata	1596,97	9	177,44	7,04	0,0002
Repeticiones	580,47	2	290,23	11,52	0,0006
Error	453,53	18	25,2		
Total	2630,97	29			

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Granos llenos por panícula	30	0,83	0,72	4,34

### Anexo 6. Número de granos vanos por panícula

	Tratamientos	Dosis/ha	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1 L	26	21	33	79	27
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	17	22	20	60	20
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1 L	27	26	22	75	25
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	30	29	31	89	30
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1 kg	26	24	25	74	25
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	25	22	26	74	24
T7	Bórax	1,0 kg	22	23	25	69	23
T8	Promet Ca	1,0 L	19	20	21	61	20
T9	NewFol Boro	1,0 L	20	21	21	61	21
T10	Testigo sin aplicación	-	20	21	20	61	20

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	320,1	11	29,1	4,88	0,0015
Trata	307,5	9	34,17	5,73	0,0008
Repeticiones	12,6	2	6,3	1,06	0,3685
Error	107,4	18	5,97		
Total	427,5	29			

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Granos vanos por panícula	30	0,75	0,6	10,39

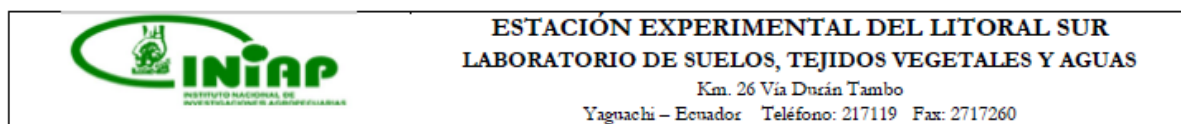
### Anexo 7. Peso de mil granos

	Tratamientos	Dosis/ha	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1 L	31	31	31	93	31
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	33	32	31	96	32
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1 L	31	31	32	94	31,33
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	31	30	31	92	30,67
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1 kg	31	31	31	93	31
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	32	32	33	97	32,33
T7	Bórax	1,0 kg	32	32	32	96	32
T8	Promet Ca	1,0 L	32	31	32	95	31,67
T9	NewFol Boro	1,0 L	30	30	31	91	30,33
T10	Testigo sin aplicación	-	31	30	31	92	30,67

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	13,7	11	1,25	4,87	0,0015
Trata	12,3	9	1,37	5,35	0,0012
Repeticiones	1,4	2	0,7	2,74	0,0915
Error	4,6	18	0,26		
Total	18,3	29			

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Peso de 1000 granos	30	0,75	0,6	1,62

## Anexo 8. Análisis Foliar

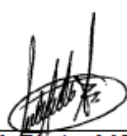


### REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA EL USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	SHIRLEY CARPIO CERNA	Nombre :	GRANJA PALMAR	Cultivo :	ARROZ
Dirección :	RCTO. PALMAR	Provincia :	LOS RIOS	N° de Reporte :	05295
Ciudad :	BABAHOYO - LOS RIOS	Cantón :	BABAHOYO	Fecha de Muestreo :	26/04/2018
Teléfono :	09995013010	Parroquia :	CLEMNETE BAQUERIZO	Fecha de Ingreso :	27/04/2018
Fax :	N/E	Ubicación :	VIA BABAHOYO - MONTALVO	Fecha de Salida :	29/05/2018

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		(%)								(ppm)						
	Identificación	Área	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na	
41218	TRATAMIENTO 1	400 m2	3,4 E	0,28 A	2,35 D	0,58 D	0,16 D			26 A	9 D	181 A	266 A	0,11 D			
41218	TRATAMIENTO 2	400 m2	3,5 E	0,26 A	2,21 D	0,58 D	0,16 D			21 A	9 D	189 A	285 A	0,12 D			
41218	TRATAMIENTO 3	400 m2	3,6 E	0,29 A	2,04 D	0,57 D	0,18 D			24 A	8 D	177 A	284 A	0,09 D			
41218	TRATAMIENTO 4	400 m2	3,5 E	0,29 A	2,10 D	0,63 D	0,15 D			33 A	9 D	187 A	294 A	0,09 D			
41218	TRATAMIENTO 5	400 m2	3,1 A	0,27 A	2,17 D	0,67 D	0,17 D			36 A	8 D	197 A	296 A	0,11 D			
41218	TRATAMIENTO 6	400 m2	3,3 A	0,34 E	2,22 D	0,64 D	0,14 D			29 A	7 D	184 A	281 A	0,12 D			
41218	TRATAMIENTO 7	400 m2	3,2 A	0,28 A	2,24 D	0,63 D	0,14 D			32 A	7 D	183 A	294 A	0,13 D			
41218	TRATAMIENTO 8	400 m2	2,9 A	0,26 A	2,09 D	0,57 D	0,16 D			28 A	8 D	185 A	288 A	0,12 D			
41218	TRATAMIENTO 9	400 m2	3,4 E	0,28 A	2,13 D	0,58 D	0,17 D			28 A	7 D	187 A	293 A	0,13 D			
41218	TRATAMIENTO 10	400 m2	2,9 A	0,27 A	2,17 D	0,62 D	0,14 D			25 A	6 D	94 D	286 A	0,08 D			

INTERPRETACIÓN
D = Deficiente
A = Deficiente
E = Deficiente

  
 Responsable Técnico del Laboratorio



## Anexo 9. Días a la floración

	Tratamientos	Dosis/ha	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1 L	93	95	93	281	94
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	93	95	93	281	94
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1 L	93	93	93	279	93
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	95	100	93	288	96
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1 kg	95	95	95	285	95
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	93	93	93	279	93
T7	Bórax	1,0 kg	93	93	95	281	94
T8	Promet Ca	1,0 L	93	93	93	279	93
T9	NewFol Boro	1,0 L	95	95	95	285	95
T10	Testigo sin aplicación	-	100	100	100	300	100

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	130,6	11	11,87	7,47	0,0001
Trata	125,2	9	13,91	8,76	0,0001
Repeticiones	5,4	2	2,7	1,7	0,2109
Error	28,6	18	1,59		
Total	159,2	29			

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Días a la floración	30	0,82	0,71	1,33

### Anexo 10. Días a maduración fisiológica de grano

	Tratamientos	Dosis/ha	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1 L	131	134	134	399	133
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	131	134	131	396	132
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1 L	131	134	131	396	132
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	131	134	131	396	132
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1 kg	134	134	134	402	134
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	131	134	134	399	133
T7	Bórax	1,0 kg	131	131	134	396	132
T8	Promet Ca	1,0 L	131	134	134	399	133
T9	NewFol Boro	1,0 L	131	131	131	393	131
T10	Testigo sin aplicación	-	134	134	134	402	134

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	42	11	3,82	2,73	0,0286
Trata	25,2	9	2,8	2	0,1007
Repeticiones	16,8	2	8,4	6	0,0101
Error	25,2	18	1,4		
Total	67,2	29			

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Días a maduración fisiológica	30	0,63	0,4	0,89

### Anexo 11. Relación grano – paja

	Tratamientos	Dosis/ha	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1 L	1,38	1,38	1,43	4,19	1,4
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	1,34	1,41	1,36	4,11	1,37
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1 L	1,38	1,47	1,39	4,24	1,41
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	1,40	1,34	1,40	4,14	1,38
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1 kg	1,42	1,38	1,33	4,13	1,38
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	1,40	1,39	1,33	4,13	1,37
T7	Bórax	1,0 kg	1,42	1,43	1,38	4,23	1,41
T8	Promet Ca	1,0 L	1,33	1,41	1,38	4,12	1,37
T9	NewFol Boro	1,0 L	1,48	1,43	1,42	4,33	1,44
T10	Testigo sin aplicación	-	1,38	1,35	1,41	4,14	1,38

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	11	1,5	1,07	0,437
Trata	0,02	9	1,7	1,2	0,3529
Repeticiones	1,3	2	6,5	0,46	0,6399
Error	0,03	18	1,4		
Total	0,04	29			

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Relación grano-paja	30	0,39	0,02	2,71

## Anexo 12. Rendimiento por Hectárea

	Tratamientos	Dosis/ha	R1	R2	R3	Suma	Media
T1	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1 L	5316	5846	6284	17446,14	5815,33
T2	Nitrato de amonio + Sett Calcio Boro	1,0 kg + 1,5 L	6415	7089	6733	20237,99	6745,67
T3	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1 L	6070	7036	6678	19783,97	6594,67
T4	Nitrato de amonio + Folcrop Ca - B	1,0 kg + 1,5 L	5832	6546	6807	19184,75	6395
T5	Nitrato de calcio + Bórax	1,0 kg + 1 kg	6749	7537	7837	22123,48	7374,33
T6	Nitrato de calcio	1,0 kg	6476	6957	6294	19726,24	6575,67
T7	Bórax	1,0 kg	7660	7043	7838	22541,18	7513,67
T8	Promet Ca	1,0 L	6692	6719	6478	19888,31	6629,67
T9	NewFol Boro	1,0 L	6075	6330	6556	18960,99	6320,33
T10	Testigo sin aplicación	-	7217	6676	7343	21235,70	7078,67

F.V	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	7965766,5	11	724160,59	5,73	0,0006
Trata	6940126,3	9	771125,14	6,1	0,0006
Repeticiones	1025640,3	2	512820,1	4,06	0,0351
Error	2274387,8	18	126354,88		
Total	10240154,3	29			

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Rendimiento por ha	30	0,78	0,64	5,3

**Anexo 13. Costos fijos en el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de nitrógeno, calcio y boro sobre el rendimiento del cultivo de arroz, Babahoyo, Los Ríos 2018.**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
<b>Terreno</b>				
Alquiler	Ha	1	200,00	200,00
<b>Siembra</b>				
Semilla INDIA SFL-11	Saco 50 kg	1	70,00	70,00
Siembra por trasplante	Jornales	4	12,00	48,00
<b>Preparación del suelo</b>				
Romplow y fanguero	u	3	25,00	75,00
<b>Riego</b>				
	u	4	20,00	80,00
<b>Control de malezas</b>				
Prowl (Pendimetalina)	L	3	10,00	30,00
Graminex (Bispiribac sodium)	100 cc	1	14,00	14,00
Tordon (2,4 D - Picloram)	L	0,5	16,00	8,00
Aplicación	Jornales	4	12,00	48,00
<b>Control fitosanitario</b>				
Caracolero (Niclosamida)	kg	0,5	76,00	38,00
Connec Duo (Imidacloprid + Beta - cyfluthrin)	200 cc	1	16,50	16,50
Acephate	kg	1	16,00	16,00
Courage (Profenofos)	L	0,5	16,00	8,00
Rodazim (Carbendazim)	L	0,5	15,20	7,60
Amistar top (Azoxistrobina + Difenconazole)	L	0,35	112,00	39,20
Clorothalonil	L	0,5	12,00	6,00
Aplicación	Jornales	10	12,00	120,00
<b>Fertilización</b>				
Urea	Saco 50 Kg	5,2	18,00	93,60
DAP	Saco 50 Kg	2,2	28,00	61,60
Muriato de Potasio	Saco 50 Kg	3	24,00	72,00
Sulfato de Amonio	Saco 50 Kg	2	16,00	32,00
Zinc	L	2	5,00	10,00
Potasium	L	2	5,00	10,00
Aplicación	Jornales	4	12,00	48,00
<b>SUBTOTAL</b>				1151,50
<b>Administración 5 %</b>				57,58
<b>TOTAL</b>				<b>1209,08</b>

## Imágenes del ensayo



**Figura 1.** Preparación del terreno.



**Figura 2.** Medición de parcelas



**Figura 3.** Control de malezas pre-emergentes



**Figura 4.** Realización de trasplante



**Figura 5.** Aplicación de los tratamientos



**Figura 6.** Toma de muestra foliar





**Figura 7.** Visita del Tutor, Ing. Guillermo García V.



**Figura 8.** Revisión del Coordinador de la Unidad de Titulación y Tutor académico.



**Figura 9.** Toma de datos de altura de planta



**Figura 10.** Toma de datos de longitud de panícula



**Figura 11.** Conteo de los mil granos



**Figura 12.** Peso de mil granos