

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

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

Ingeniero Agrónomo

**TEMA:**

“Evaluación de fertilizantes foliares en el rendimiento del grano de arroz (*Oryza sativa L.*), cultivado bajo riego en la zona de Babahoyo”

**AUTOR:**

WLADIMIR SEBASTIAN VALLEJO DELGADO

**DIRECTOR:**

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MBA

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2018



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

**PRESENTADO AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO REQUISITO**  
**PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Evaluación de fertilizantes foliares en el rendimiento del grano de arroz (*Oryza sativa L.*), cultivado bajo riego en la zona de Babahoyo”

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. Agr. Guillermo García V, M. Sc.  
**PRESIDENTE**

Ing. Agro Marlon López I, MSc  
**VOCAL PRINCIPAL**

Ing. Agr Emma Lombeida G , MBA  
**VOCAL PRINCIPAL**

*La responsabilidad de los resultados, conclusiones y recomendaciones expuestas en esta tesis, corresponden única y exclusivamente al autor.*

***Wladimir Vallejo Delgado***

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación, realizado con mucho empeño y dedicación está dedicado:

- A Dios, principalmente por que sin el nada hubiera sido posible, por brindarme la fortaleza para seguir adelante y cumplir cada una de mis metas.
- Especialmente a mi madre abuela María Elisa Guaman Uchubanda quien siempre quiso que sea un profesional.
- A mis padres Gladys Delgado y Freddy Vallejo que los amo.

## **AGRADECIMIENTOS**

- Mis más sinceros agradecimientos al personal docente y administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, en especial a los docentes que me acompañaron en mi formación universitaria, con el Ing. Eduardo Colina, el Ing. Guillermo García.
- A mis padres quienes siempre me apoyaron en mi vida estudiantil.
- A mis tios Dolores Vallejo y Mauricio Pendolema.
- A mi novia Karla Jácome.
- A todas y cada una de las personas e instituciones que colaboraron de una u otra manera en la presente investigación.

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>1.1 OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>6-17</b>
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>18-23</b>
<b>4 RESULTADOS</b>	<b>24-30</b>
<b>5 DISCUSIÓN</b>	<b>31-32</b>
<b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>33-34</b>
<b>7 RESUMEN</b>	<b>35</b>
<b>8 SUMMARY</b>	<b>36</b>
<b>9 LITERATURA CITADA</b>	<b>37-39</b>
<b>10 ANEXOS</b>	<b>40-44</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Altura de planta.....	24
Cuadro 2. Número de macollos y panículas .....	25
Cuadro 3. Longitud de panícula y número de granos.....	26
Cuadro 4. Días a floración y Cosecha .....	27
Cuadro 5. Peso de grano y rendimiento.....	28
Cuadro 6. Analisis foliar .....	29
Cuadro 7 . Análisis Económico .....	30

## ÍNDICE DE IMAGENES

Fig 1. Aplicación de tratamientos.....	41
Fig 2. Siembra del cultivo.....	41
Fig 3. Ubicación de tratamientos .....	42
Fig 4. Efectos de tratamientos .....	42
Fig 5. Visita de revisión.....	43
Fig 6. Peso de granos .....	43
Fig 7. Toma de datos .....	44
Fig 8. Medicion de panicula .....	44

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L), es uno de los cultivos más importantes en la alimentación de las personas a nivel mundial. El alto consumo de este cereal lo ubican como el principal cultivo por hectáreas, convirtiendo al sector arrocerero en uno de los mayores contribuyentes al Producto Interno Bruto (PIB) agrícola, con el 9,1 % de participación<sup>1</sup>.

La producción en el Ecuador de esta gramínea ocupa el puesto 26 a nivel mundial con una producción de 411 459 hectáreas sembradas y con 1'565 535 toneladas métricas producidas, con un rendimiento de 4,22 toneladas por hectárea, mayormente sembradas en las provincias del Guayas y Los Ríos representando el 83 % del total nacional. En Los Ríos se tiene una producción de 444 330 toneladas métricas correspondiente al 28,38 % de la producción nacional, con un rendimiento de 4,04 toneladas por hectárea<sup>2</sup>.

El arroz al igual que otros cultivos necesita cubrir sus requerimientos nutricionales para un buen desarrollo, todos los nutrientes son importantes, la deficiencia de cualquiera limita el rendimiento del cultivo. La nutrición apropiada del cultivo de este cereal permite la obtención de mejores resultados en la producción, ya que muchos suelos presentan deficiencias de ciertos minerales, lo que incide en la disminución de los rendimientos y una baja calidad de las cosechas.

En el Ecuador, entre los principales problemas del arroz encontramos la mala aplicación de programas de nutrición foliar complementaria a la edáfica y el desconocimiento sobre los productos que intervienen en dichos programas, estos son factores que están mermando los rendimientos en el cultivo y no permiten aumentar la productividad promedio del país.

La fertilización constituye uno de los apoyos fundamentales de la producción agrícola. Se obtiene mayor beneficio agrícola con una apropiada fertilización que permita obtener del suelo toda la capacidad productiva dentro de las limitaciones que imponen las

---

<sup>1</sup> Fuente: Anuario 2016. Banco Central del Ecuador. Disponible en [www.bce.gob.ec](http://www.bce.gob.ec).

<sup>2</sup> Fuente: MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2014. Zonificación agroecológica-económica del cultivo de arroz en el Ecuador. [www.magapo.gob.ec](http://www.magapo.gob.ec). SINAGAP.



condiciones climatológicas. De esto la fertilización foliar es un método confiable cuando la nutrición proveniente del suelo es ineficiente. Se ha considerado tradicionalmente que la forma de nutrición para las plantas es a través del suelo, donde se supone que las raíces de la planta absorberán el agua y los nutrientes necesarios. Sin embargo, en los últimos años, se ha desarrollado la fertilización foliar para proporcionar a las plantas sus reales necesidades nutricionales.

Un cambio en el paradigma agrario mundial es necesario, con estrategias de carácter internacional que posibiliten un uso más racional de los recursos naturales y una mayor diversificación de la producción, con técnicas armónicas con la naturaleza, y a la vez, encontrar mecanismos de mejoramiento del manejo de cultivos que impulsen un desarrollo en la productividad del arroz.

Unas de las alternativas para lograr, mejorar, incrementar y proteger los agroecosistemas, es la utilización de bioestimulantes y fertilizantes foliares, los cuales han demostrado un papel importante en el crecimiento de diversos cultivos, así como en la microflora del suelo. Esta nueva agricultura surge, por diferencia del manejo especializado y la intensificación de los ecosistemas agrícolas, apoyándose en el desarrollo vertiginoso de nuevas tecnologías nutricionales agrícolas.

El uso de fertilizantes foliares, tiene la capacidad de incentivar a la planta en la formación de enzimas y compuestos fenólicos que maximizan la eficiencia de la planta. Los fertilizantes foliares o también llamados abonos foliares son productos que activan al crecimiento y desarrollo de las plantas aportando compuestos directamente utilizables; la asimilación de estos compuestos favorece o potencia la actividad normal de la planta. Los fertilizantes foliares son compuestos que estimulan el crecimiento vegetal y la producción de flores y frutos

Debido a esto, es importante el desarrollo de investigaciones que garanticen un adecuado manejo, logrando el incremento de la producción y la sostenibilidad del sistema productivo del arroz.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto de fertilizantes foliares en el rendimiento de grano en arroz, cultivado bajo riego en la zona de Babahoyo.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Estimar el comportamiento del arroz a las aplicaciones de los diferentes fertilizantes foliares.
- ❖ Determinar el programa nutricional más adecuado sobre el incremento de rendimiento en el cultivo de arroz.
- ❖ Realizar el análisis económico de los tratamientos aplicados.

## **1.5 Hipótesis**

Ho: Ninguno de los fertilizantes foliares evaluados superan el testigo.

Hi: Al menos un fertilizante foliar evaluado supera el testigo.

## II. MARCO TEORICO

Las plantas necesitan 16 elementos para un desarrollo vegetativo y reproductivo normal. Estos elementos son esenciales porque: 1) las plantas no pueden completar su ciclo de vida sin ellos, 2) los síntomas de deficiencia aparecen cuando el elemento no está presente y desaparecen con la aplicación del mismo y 3) cada elemento tiene por lo menos un rol metabólico en la planta. Los elementos esenciales pueden ser agrupados en 3 categorías, macronutrientes no minerales, macronutrientes minerales y micronutrientes. Los macronutrientes son aquellos elementos que las plantas necesitan en cantidades relativamente grandes (1 % a 6 % del peso seco; 1 % = 1 g / 100 g de peso seco). Los micronutrientes, aunque requeridos en menores cantidades (1 a 200 ppm; 1ppm = 1 mg / kg de peso seco) son igualmente importantes que los macronutrientes. Los elementos no minerales (carbono [C], hidrógeno [H] y oxígeno [O]) provienen del agua y el aire, mientras que la mayoría de los elementos minerales, son obtenidos por las plantas mediante la absorción de nutrientes en la solución del suelo (Sierra, Simonne y Treadwell, 2007).

A partir de estudios realizados por Muller y Elienberg (2004), se ha manifestado que en la actualidad muchos de los procesos agrícolas han hecho a la agricultura insostenible. Mucho de esto se debe a sistemas de producción extensivos caducos y de sobre explotación de la selva caducifolia. Los principales problemas encontrados en el sector tropical son: a) Degradación física de suelos ocasionada por la erosión hídrica; b) Degradación biológica, incluida la deforestación y sobrepastoreo. Las causas son: la falta de conocimiento, poco acceso a insumos, falta de conciencia y la falta de tecnología apropiadas para cada zona.

En ciertas zonas especialmente aquellas que presentan altos contenido de materia orgánica que son desconocidos por los agricultores, es donde se aplica una exagerada cantidad de fertilizantes foliares, los cuales en lugar de elevar los rendimientos estos disminuyen en gran medida. Es notorio observar cultivos con gran altura que, sin embargo, no poseen grandes rendimientos (Pérez, 2008).

## **2.1. Importancia del cultivo del arroz**

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10 000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo. El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales (Infoagro, 2014).

La producción de arroz tiene sus inicios en nuestro país en el siglo XVIII, pero se fortaleció su consumo y comercialización en el siglo XIX, este cultivo se desarrolló en un principio en las provincias del Guayas, Manabí, y Esmeraldas, con el tiempo este logró extenderse y comercializarse en la región Sierra. Su fase de industrialización (1895) se asentó en Daule, Naranjito y Milagro (Guayas). La producción de arroz en el Ecuador ocupa el puesto N° 26 a nivel mundial (2010), además de considerarnos uno de los países más consumidores de arroz dentro la Comunidad Andina, agregando que en nuestro país para el año 2010, el consumo de arroz fue de 48 kg por persona. El arroz se encuentra entre los principales productos de cultivos transitorios, por ocupar más de la tercera parte de la superficie en sus cultivos (FAO, 2013).

Según el INIAP (2017), la variedad FL-01 se cultiva en la cuenca baja y alta del río Guayas. Tiene un ciclo vegetativo de 116 a 122 días en siembra directa, 118 a 141

días en siembra de trasplante, altura de planta de 94-115 cm, grano extra largo, arroz entero al pilar 68 %, latencia de la semilla 7-8 semanas, desgrane intermedio y resistente al acame. La densidad de siembra en siembra directa (sembradora) es de 90 kg/ha de semilla certificada, siembra directa (voleo) 100 kg/ha de semilla y siembra por trasplante 45 kg/ha de semilla. Además, en semillero utilizar 150-200 g de semilla/m<sup>2</sup>. Es tolerante a *Pyricularia grisea*, Hoja blanca y tolerante a manchado del grano (*Sarocladium oryza*). Según las condiciones alcance rendimientos de 6300-8000 kg/ha en secano riego (arroz en cáscara al 14 % de humedad) y 7000-9000 kg/ha en riego.

## **2.2. Nutrición en arroz**

En la actualidad la ciencia y tecnología está generando información sobre nutrición, de forma tal que día con día surgen nuevos productos y tecnologías para el mejor manejo de estos aspectos en pastos, ya que es en este tipo de cultivos donde más se han empleado diversas prácticas culturales como productos que mejoran su manejo y productividad. El uso de fertilizantes y su dosificación han sido uno de los mayores problemas en la producción de cultivos en Ecuador, es por eso que existe la necesidad de realizar trabajos de investigaciones que ayuden a obtener un balance nutricional entre los macro y micronutrientes necesarios para incrementar los niveles de productividad por unidad de superficie (Colina, 2016).

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades deben ser aplicados si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. En contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o micro elementos son requeridos sólo en cantidades ínfimas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo. Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio (FAO, 2002).

La necesidad de lograr altos rendimientos sin un incremento desmedido en los costos de producción ha obligado a mantener activa la investigación en las prácticas culturales del cultivo de arroz, entre las cuales la fertilización es una de las más

importantes. Existe muy poca información sobre la respuesta del arroz a la aplicación de micronutrientes foliares. La deficiencia de Zn es muy común en los suelos arroceros del país. Los problemas de Zn están asociados con suelos de pH neutro, como los vertisoles, molisoles y algunos inceptisoles. En Ecuador se ha encontrado respuesta al Zn en arroz cuando el suelo tiene menos de 3 mg/L extraíble para el método Olsen modificado, las recomendaciones para corregir la deficiencia varían entre 5 y 10 kg/ha de Zn como sulfato. Sin embargo, la aplicación foliar ha demostrado ser muy efectiva, siendo los quelatos de Zn superiores a las sales y las aplicaciones foliares han dado buenos resultados en Brasil. El Mn es otro elemento importante en arroz y su disponibilidad se reduce conforme el pH se acerca a la neutralidad. La deficiencia de Fe se ha manifestado con frecuencia en arroz, tanto en secano como bajo riego y es muy común en suelos contaminados con Cu. La fertilización foliar en arroz se muestra promisoriosa y principalmente el uso de quelatos, constituye una alternativa eficaz (Molina y Cabalceta, 1992).

Fernández, Sotiropoulos y Brown (2015) indican que la fertilización foliar es una estrategia de nutrición de cultivos ampliamente utilizada y de creciente importancia a nivel mundial. Utilizándolos de manera adecuada, los fertilizantes foliares pueden ser más amigables con el medio ambiente y eficaces, aunque a veces la respuesta de las plantas a estos tratamientos puede ser variable y muchos de los factores implicados en la eficacia de fertilización foliar se desconocen hasta el día de hoy. Existen bases científicas relacionadas con las respuestas de las plantas a la fertilización foliar, haciendo énfasis en los principales factores ambientales, fisiológicos y físico-químicos subyacentes.

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo. El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del

desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica (Trinidad y Aguilar, 2000).

La fertilización foliar es una aproximación "by-pass" que complementa a las aplicaciones convencionales de fertilizantes edáficos, cuando éstas no se desarrollan suficientemente bien. Mediante la aplicación foliar se superan las limitaciones de la fertilización del suelo tales como la lixiviación, la precipitación de fertilizantes insolubles, el antagonismo entre determinados nutrientes, los suelos heterogéneos que son inadecuados para dosificaciones bajas, y las reacciones de fijación/absorción como en el caso del fósforo y el potasio. Se ha considerado tradicionalmente que la forma de nutrición para las plantas es a través del suelo, donde se supone que las raíces de la planta absorberán el agua y los nutrientes necesarios. Sin embargo, en los últimos años, se ha desarrollado la fertilización foliar para proporcionar a las plantas sus reales necesidades nutricionales (Ronen, 2016).

Según López (2008) cualquier esquema de fertilización se encuentra insertado en un complejo de relaciones que son comunes a todos los cultivos y el arroz no es la excepción. Esas relaciones se establecen entre las características genéticas de la planta, el clima del invernadero y el suelo. En las plantaciones realizadas bajo cobertura plástica, tiene también gran importancia la calidad del agua de riego. Todos estos factores interactúan e influyen en el crecimiento y desarrollo del cultivo.

La fertilización foliar es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura para corregir las deficiencias nutricionales en diferentes sistemas de cultivo. Esta práctica resultante de la aplicación de los nutrientes en las partes aéreas de las plantas, está diseñada para complementar y/o suplementar y mantener el equilibrio nutricional de las plantas, especialmente durante los períodos de máxima demanda, favoreciendo así la provisión adecuada para mejorar los caracteres genéticos de la producción. Los nutrientes se pueden aplicar en forma soluble en agua y por medio de equipo en la planta. Lógicamente, esta práctica no sustituye la fertilización a través de la raíz, sino que la complementa. Para ser absorbido y realizar sus respectivas funciones, el nutriente debe entrar en la célula vegetal. Para eso, hay que superar dos barreras: la primera es la cutícula/epidermis; y la segunda son las membranas plasmalema y tonoplasto; que comprenden por lo tanto una fase pasiva (penetración cuticular) y una activa (captación

celular). Las plantas cultivadas en sus diversos sistemas de cultivo, excepto en un ambiente controlado, son susceptibles a diversos factores que pueden afectar la absorción y asimilación de nutrientes, debido a cambios de temperatura, falta de disponibilidad o desequilibrio iónico en el sistema radicular y otros. Por lo tanto, la complementación o suplementación nutricional foliar ha ayudado a mejorar el desarrollo o minimizando los daños fisiológicos de las plantas en estas situaciones (Alltech Crop Science, 2014).

Las aplicaciones foliares de soluciones de nutrientes se deben utilizar cuando: la toma de nutrientes del suelo se encuentra limitada por factores como ph extremos, bajo contenido total de nutrientes, bajo nivel y poca calidad de materia orgánica, escasa actividad de micro organismos benéficos y bloqueo de nutrientes. La demanda metabólica de los nutrientes, excede temporalmente la capacidad de absorción de las raíces y la posterior translocación de los nutrientes de la hoja a frutos o granos (El Productor, 2018).

En investigaciones realizadas en arroz de invierno y verano, cultivados en suelos pesados y arenosos, se realizó aspersiones foliares, en varios estados de desarrollo (macollamiento, formación de panícula y/o fin de floración), con el fin de ver el efecto en rendimiento y en los ingresos del productor. El mayor incremento promedio en rendimiento (+15%, +840 kg/ha) y en ingresos al productor (+13%, +150 US//ha) fue obtenido con 3 aplicaciones foliares en los estados de macollamiento, formación de panícula y fin de floración más una fertilización estándar al suelo, comparado con las prácticas tradicionales del productor. Curiosamente, la reducción de 50 % del fertilizante edáfico, en combinación con 3 aplicaciones foliares en los estados de macollamiento, formación de panícula y fin de floración, resultaron en un rendimiento 10 % mayor e ingresos 12 % superiores a las prácticas tradicionales del productor (PNA- Potassium Nitrate Association, 2017).

Las aplicaciones de fertilizantes al suelo requieren de grandes cantidades con efectos contaminantes para el ambiente. Por otra parte, las aplicaciones de fertilizantes foliares han resultado muy eficaces en la corrección de microelementos, dada las cantidades menores exigidas por los cultivos. Cuando se aplica el o los nutrientes adecuados, otro efecto altamente deseable de las aplicaciones foliares con aminoácidos se produce, un aumento rápido de la resistencia a las condiciones ambientales desfavorables como estrés hídrico, así como la regeneración de tejidos por daños de



viento, plagas y enfermedades. Y finalmente el aspecto más relevante de las aplicaciones foliares es el incremento rápido y eficaz de las concentraciones de nutrientes en las hojas que (correctamente diagnosticadas las deficiencias y aplicados los nutrientes adecuados en cantidades apropiadas), se traducen en aumentos de rendimientos, calidad y rentabilidad de los cultivos, particularmente el arroz (El Productor, 2017).

Los fertilizantes foliares presentan forma ureica líquida y estable para obtener una respuesta rápida en el cultivo, y el resto se encuentra en forma de polimetileno-urea tamponada, que engloba una gama de Nitrógeno orgánico de síntesis con estructura química más compleja que la urea ordinaria, 60 % del Nitrógeno está en forma de polímeros de urea formaldehído, lo que le permite liberar el Nitrógeno más lentamente en la planta, garantizando una alta eficacia del Nitrógeno aportado. Entre las ventajas de los fertilizantes es que no tienen ningún efecto de fitotoxicidad en la planta, ya que tiene un efecto mojante no secándose sobre la superficie de la hoja, no se cristalizan, se consigue una rápida penetración en la planta y una lenta liberación dentro de ella. Presentan una respuesta rápida y prolongada aún en condiciones de sequía y estrés, potencia la formación de clorofila dando una coloración verde intensa, mejorando la eficacia de fungicidas y herbicidas (JISA, 2018).

Martínez Rojas (2015), al comparar la eficiencia de la fertilización foliar y la fertilización edáfica en el cultivo del arroz instaló un experimento. El tratamiento T2 resultó ser el mejor en cuanto a números de granos llenos por panícula, número de panículas por metro cuadrado, blanco total, rendimiento de grano entero, menor % de grano yesoso y de panza blanca y el primero en rendimiento. Fue el arroz de mejor calidad (tipo 1) lo cual representó el mejor precio en la receptoría y el mayor retorno de capital. El tratamiento T3 fue cuarto en granos llenos por panícula y número de panículas por metro cuadrado; tercero en blanco total y rendimiento de grano entero; sin embargo, fue el mejor en peso de 1 000 granos lo cual la permitió alcanzar el segundo mejor rendimiento. Fue segundo en calidad del arroz (tipo 2), lo cual representó el segundo mejor precio y el segundo mejor retorno de capital. Fue el tratamiento que produjo la mayor cantidad de arroz por cada kilogramo de nutrientes añadido, casi diez (10) veces más que T2.

Los fertilizantes foliares inciden directamente no solo sobre la producción del arroz, sino también sobre la calidad del mismo, consiguiendo con su aplicación un aumento de la superficie foliar, un aumento del peso específico del grano, mayor porcentaje de espiguillas rellenas, y en consecuencia un incremento del peso de la espiga, consiguiendo un aumento de peso en báscula, dando un grano de arroz de mayor calidad. A todo ello hay que añadir otras ventajas como son: la reducción del estrés en las plantas producido por los tratamientos contra malas hierbas y enfermedades; mayor resistencia plagas y enfermedades; asimilación progresiva asegurando un efecto prolongado; potencia la actividad fotosintética induciendo un aumento de función clorofílica; fuente de Nitrógeno, en aquellos momentos donde no podamos entrar a abonar en campo, o por salinización encontramos problemas por competencia de cationes, o por bajo contenido en oxígeno; al mismo tiempo complemento del abonado nitrogenado de fondo, aportando Nitrógeno en los momentos de mayor necesidad del cultivo, garantizando su asimilación por el mismo y prevención de la aparición de deficiencia nutricional antes de la aparición de los primeros síntomas (JISA, 2018).

La fertilización foliar tiene limitaciones específicas de tipo fisiológico debido a la limitada movilidad de los nutrientes en el floema y a la alta dependencia en la época de aplicación. Existe una gran cantidad de ejemplos que demuestran que no existe superioridad de la fertilización foliar sobre la aplicación al suelo en términos de eficiencia total cuando la provisión de nutrientes es adecuada (cantidad, época y balance). Es necesario conocer bien la fenología y la marcha de absorción de nutrientes de los cultivos para que la utilización de fertilizantes foliares sea realmente efectiva. Se debe tener en cuenta que la fertilización foliar es específica en términos de cultivo, época de aplicación durante el ciclo de crecimiento y sitio de la aplicación en la planta. En muy pocos casos se puede generalizar, y aun en estas condiciones las técnicas de aplicación pueden variar (Romheld y El-Fouly, 1999).

En la mayoría de los cultivos, la demanda de nutrientes tiene su pico durante la fase máxima de desarrollo vegetativo en los cultivos anuales y durante el desarrollo de los frutos y semillas en los arbóreos. Durante estas fases tanto como el 40 % de la acumulación total anual de nutrientes puede ser adquirida en un período de 10 días. En muchos cultivos perennes de alto valor, los fertilizantes foliares deberían aplicarse durante los periodos de mayor demanda de nutrientes considerando que el suministro desde el suelo y que la

absorción de las raíces podría ser inadecuada para satisfacer la demanda aún con suficiente fertilizante aplicado al suelo. Hay evidencia de estos fenómenos para varias especies (Jones *et al.*, 2009).

El estado nutricional de una planta puede tener un significativo efecto en la respuesta a las aplicaciones foliares de fertilizantes. Éstas pueden variar con la especie vegetal, el elemento nutriente y la duración de la condición deficiente de dicho nutriente. Una deficiencia nutricional persistente puede reducir la absorción foliar al alterar la composición física y química de la hoja; al reducir el tamaño de la canopia; o al alterar la fenología del cultivo. Deficiencias de corto plazo también pueden resultar en una mejor absorción a través del aumento en la actividad de los mecanismos de respuesta a la deficiencia (‘activadores’ de absorción) o como consecuencia de la abundancia relativa de sitios de unión sin saturar por los nutrientes deficientes (Fernández, Sotiropoulos y Brown, 2015).

Las pulverizaciones de nutrientes foliares con frecuencia se aplican mezclándolos en el tanque del pulverizador con adyuvantes y/o agroquímicos compatibles según las recomendaciones y especificaciones de fabricantes de productos relevantes. El comportamiento de los fertilizantes foliares en combinación con algunos adyuvantes y/o productos fitosanitarios puede diferir cuando los nutrientes se aplican pulverizados solos. Actualmente, no hay forma de predecir teóricamente la eficacia relativa de las mezclas de nutrientes/adyuvante/agroquímicos de aplicación foliar. Las propiedades físico-químicas de la formulación de pulverización también pueden influir en el proceso de aplicación y en el riesgo de deriva (De Schamphelre *et al.*, 2008).

El uso de fertilizantes foliares para superar limitantes físicas y químicas del suelo, o de accesibilidad, se conoce y hay muchos ejemplos de su aplicación. Sin embargo, ha recibido poca atención el uso de fertilizantes foliares para apuntar a demandas específicas para prevenir o evitar las deficiencias que se producen como resultado de desajustes fenológico dependientes entre la demanda de la planta y la oferta de minerales del suelo, lo que se conoce como ‘deficiencia transitoria’. En general es verdad que los fertilizantes foliares son más caros por unidad de nutriente en comparación con cantidades equivalentes de fertilizantes aplicados al suelo, ya que los nutrientes de aplicación foliar proporcionan

una respuesta de calidad, especificidad y rapidez que no puede ser equivalente a la que se obtiene con aplicaciones al suelo (Fernández, Sotiropoulos y Brown, 2015).

Los fertilizantes foliares son ampliamente usados para mejorar tanto la productividad como la calidad. En muchos cultivos de alto valor un porcentaje significativo del costo de los fertilizantes totales se gastan en fertilizantes foliares. La demanda localizada de nutrientes puede exceder la capacidad de absorción y transporte aun en suelos bien fertilizados. La fuerza que mueve los nutrientes entre de la hoja es el gradiente de concentración entre la superficie y el espacio interno de la hoja (Brown, 2014).

### **2.3. Productos**

Según YARA (2018), Yara vita Biotrac es un bioactivador que estimula la recuperación de los cultivos en momentos de estrés o posterior a este: sequía, heladas, granizo, estrés térmico, estrés por agroquímicos, poda, ataque de insectos, otros. Yara vita Biotrac es una mezcla con una formulación única de nutrientes, que incluye *Ascophyllum nodosum*, una fuente rica en citoquininas, auxinas y giberelinas.

Siapton es un concentrado de aminoácidos obtenido por la hidrólisis enzimática de proteínas. Su composición facilita su acción bioestimulante como quelante, facilitando a la planta la asimilación de cantidades adicionales de nutrientes, cuando están siendo expuestas a condiciones externas desfavorables como bajas temperaturas, vientos fríos, suelos empobrecidos, intoxicaciones por agroquímicos, entre otros (Interoc, 2018).

Quimifol 510, es un fertilizante foliar totalmente soluble con alto contenido de nitrógeno y zinc, ideal para ser usado en las etapas de activo crecimiento del cultivo. El elevado contenido de zinc favorece la formación de hormonas de crecimiento. La vitamina B1, es un cofactor enzimático, activador de enzimas dormantes, que promueven un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas. Debido a su alto contenido de nitrógeno, se recomienda usar durante los primeros estadios de crecimiento vegetativo o estadios prevegetativos. Además tiene gran impacto cuando la planta sufre estrés debido a heladas o efectos negativos de herbicidas (QSI, 2018).

Enziprom, es un bioactivador fisiológico natural que contiene AATC y Ácido Fólico, enriquecido con un alto contenido de aminoácidos y vitamina B1, que estimulan la actividad fisiológica y reservas bioquímicas de las plantas. Puede ser utilizado en cualquier estado de la planta, especialmente en períodos de gran costo de energía (activo crecimiento) y estrés (altas temperaturas, deficiencia de agua, ataques de plagas, virosis, heladas, fototoxicidad, granizo, asfixia radicular). Contiene 16 aminoácidos de origen natural (activadores de enzimas) y vitamina B1 (promotor enzimático) permitiendo a la planta incrementar y mejorar todos los procesos fisiológicos como fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas, carbohidratos, ácidos nucleicos, lípidos, etc. (QSI, 2018).

Newfol Plus, aumenta la resistencia natural de la planta y corrige síntomas causados por las condiciones adversas. Es una formulación especialmente diseñada para uso foliar y radicular compuesto por elementos nutritivos. Proviene del hidrólisis enzimática de órganos y tejidos animales que tienen como base principal los aminoácidos (todos ellos de tipo L), nucleótidos, péptidos y polinucleótidos de bajo peso molecular y principios inmediatos. Los aminoácidos que forman newfol plus SL presentan una acción de tipo bioestimulante o biocatalizadora en los procesos fisiológicos de los vegetales (Ecuaquímica, 2018).

Cytokin es una hormona natural reguladora del crecimiento vegetal que facilita la nutrición de las plantas, promueve el brote y desarrollo de las yemas, espigas y flores, mejora el amarre de las flores y el desarrollo de los frutos, crecimiento de la raíz y sobre todo el vigor de la productividad de la planta. cytokin aplicado al suelo sirve para transportar nutrientes a la parte aérea de las plantas y contribuir a su turgencia; además ayuda a combatir el envejecimiento de las células (Ecuaquímica, 2018).

Los fertilizantes foliares Metalosato multimineral de Albion Plant Nutrition son una exclusiva y patentada serie de minerales quelados designados específicamente para uso foliar en plantas. Estos son únicos, debido a que los minerales son quelados con una serie de aminoácidos altamente bioactivos. Los aminoácidos son los componentes básicos de la proteína y son moléculas naturales de rápida asimilación por la planta. Los aminoácidos son fácilmente absorbidos por la planta intracelularmente. El mineral queda

entonces disponible para ser utilizado por la planta en un tiempo reducido de horas después de aplicado (Agripac, 2018).

Fertiestim Complejo orgánico mineral y Bioestimulante natural. Su rápida absorción evita el lavado en época lluviosa. Mejora el metabolismo y estimula el sistema de autodefensa de la planta. En su fabricación se usa un proceso novedoso que combina alta tecnología de fermentación de extractos de algas marinas con quelatación-complejación de minerales. El resultado es un producto con efectos múltiples: provisión de minerales, estimulante de procesos metabólicos, Elicitor - activador de defensas naturales contra enfermedades y previene el estrés ambiental por su capacidad antioxidante (Fertisa, 2018).

La línea FertiQuel Plus comprende varios fertilizantes foliares, en su fabricación se usa un proceso novedoso que combina alta tecnología de fermentación de extractos de algas marinas con quelatación - complejación de minerales. Quelatos orgánicos naturales, cuya ventaja es la inmediata absorción vía foliar. FertiQuel Plus provee minerales y agentes quelatantes que estimulan procesos metabólicos. Además, aportan compuestos elicitors y antioxidantes, provenientes de algas marinas, para ayudar a la planta a contrarrestar los daños causados por el estrés ambiental y mejorar los rendimientos (Fertisa, 2018).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

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

La investigación se realizó en los terrenos de en la granja experimental “Palmar” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Kilómetro 12,5 de la Vía Babahoyo-Montalvo.

La zona presenta un clima tropical, según la clasificación de Koppen es Bosque húmedo tropical, con temperatura anual de 25, 7° C, precipitación 1845 mm/año, humedad relativa de 76 % y 804,7 horas de heliofanía anual. Coordenadas geográficas de longitud Oeste 79° 32', latitud sur 01°49', altitud 9 msnm<sup>3</sup>. El suelo es topografía plana, textura franco arcillosa y drenaje regular<sup>4</sup>.

#### 3.2. Métodos

Para el trabajo de campo se utilizó los métodos: deductivo, inductivo y experimental.

#### 3.3. Factores estudiados

Variable dependiente: Comportamiento del cultivo del arroz.

Variable independiente: Dosis de tratamientos de fertilización foliar.

#### 3.4. Material de siembra

Se utilizará como material de siembra la variedad de arroz INIAP-FL-01, que presenta las siguientes características<sup>5</sup>:

Características	FL-01
Ciclo vegetativo (Días)	120 - 140
Altura de planta(cm)	94 – 115
Numero de panícula / planta	18 – 22
Longitud de grano (mm)	8
Resistencia a enfermedades	Tolerante
Rendimiento de grano	6 - 10 t/ha

<sup>3</sup> Datos tomados de la estación experimental meteorológica UTB- INAHMI. 2015

<sup>4</sup> Fuente: Mapa de suelos FACIAG. Departamento de Suelos y Agua. 2016.

<sup>5</sup> Fuente: INIAP-FL-01: Nueva variedad de arroz. Plegable N° 392. 2015.

### 3.5. Tratamientos

Se emplearán cinco programas de fertilización foliar, basados en recomendaciones técnicas aplicadas al cultivo.

Tratamiento	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s)
T1	Biotrac + Siapton	1,0 + 1,0	20-30-45-60
T2	Quimifol 510 + Enziprom	1,0 + 0,3	20-30-45-60
T3	NewFol Plus + Cytokin	0,5 + 0,5	20-30-45-60
T4	Metalosato Multimineral+ Ergostim	0,5 + 0,5	20-30-45-60
T5	FertiEstim + FertiQuel plus	0,75 + 0,75	20-30-45-60
Testigo Agricultor	N.A.	N.A.	N.A.
Control	N.A.	N.A.	N.A.

(\* N.A: No aplica.

(\* Días después de la siembra.

(\* Testigo agricultor según trabajos de la zona.

(\* Control sin aplicaciones.

El programa de fertilización de macronutrientes fue realizado en dosis iguales para todos los tratamientos, con excepción del testigo agricultor y control, con la siguiente recomendación: 135 kg N, 23 kg P, 90 kg K y 12 kg S.

### 3.6. Diseño Experimental

Este trabajo de investigación empleó el diseño experimental bloques completos con siete tratamientos y tres repeticiones.

#### 3.6.1 Andeva

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	6
Bloques	2
Error Experimental	12
Total	20



### **3.7. Análisis funcional**

Se realizó el análisis de varianza con el fin de encontrar significancia estadística en cada uno de los tratamientos. Los promedios de las variables se compararon entre sí con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

### **3.8. Manejo del ensayo.**

Con el fin de tener un adecuado manejo del cultivo se hicieron las siguientes prácticas de campo.

#### **3.8.1 Preparación de terreno**

El suelo se preparó con dos pases de Rome-plow en sentido cruzado, para luego proceder al fanguero del mismo, con esto se logró una adecuada cama de siembra.

#### **3.8.2 Análisis de suelo**

Precio a la siembra y durante la preparación del terreno, se tomó una muestra del suelo del lote experimental uniformizada, con esto se hizo el análisis químico y físico, para determinar elementos deficientes.

#### **3.8.3 Siembra**

Para la siembra se utilizó el sistema de trasplante, para el efecto se estableció el semillero con semillas certificada de la variedad FL-01, luego se trasplantó a los 24 días de edad, estableciendo una distancia de 0,30 m entre hileras por 0,25 m entre plantas.

#### **3.8.4 Control de malezas**

Posterior al fanguero para el control en preemergencia se aplicó los herbicidas Pendimentalin y Butaclor, en dosis de 2,0 y 4,0 L/ha. A los 15 días después del trasplante se utilizó Bispiribac sodium en dosis de 250 cc/ha y Metsulfuron en dosis de 15 g/ha. Por la presencia de malezas posterior a la siembra se realizaron dos deshieras manuales a los 55 y 80 días después del trasplante. Las aplicaciones se hicieron con un aspersor de mochila CP-3 a presión de 40 a 60 lb con boquilla para cobertura de 2 m.

#### **3.8.5 Fertilización**

La aplicación de los fertilizantes se hizo a los 10, 25 y 45 días después del trasplante. El nitrógeno se aplicó como Urea en partes iguales (250 kg/ha), la aplicación de azufre se

realizó utilizando Sulfato de amonio (50 kg/ha) fraccionando la aplicación en dos partes. Para la aplicación del potasio se utilizó muriato de potasio (150 kg/ha) y fósforo DAP (50 kg/ha), los cuales se colocaron en partes iguales al trasplante y posteriormente a los 10 días después de esta (potasio), siendo las aplicaciones al voleo.

La aplicación de fertilizantes foliares se realizó a las épocas y dosis indicadas en el cuadro de tratamientos, para el efecto se empleó una bomba de mochila calibrada a un gasto de 250 L/ha con boquilla de abanico.

### **3.8.6 Riego**

El cultivo se mantuvo con una lámina constante de agua de 10 cm, con el fin de cubrir los requerimientos hídricos. Los complementos de agua se hicieron en cuatro riegos de tres horas, en el ciclo.

### **3.8.7 Control de plagas**

Para el control de insectos se utilizó Engeo en dosis de 250 cc/ha para controlar la presencia de insectos masticadores y chupadores a los 10, 35 y 55 días después del trasplante.

### **3.8.8 Control de enfermedades**

Las enfermedades se controlaron con las aplicaciones Carbendazim en dosis de 500 cc/ha y Tega en dosis de 300 cc/ha a los 25 y 50 días después de la siembra, respectivamente.

### **3.8.9 Cosecha**

Este proceso se realizó en cada unidad experimental, en el momento que los granos lograron madurez fisiológica.

## **3.9. Datos Evaluados**

### **3.9.1 Altura de planta**

Fue tomado al azar en un metro cuadrado, siendo la altura comprendida desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente, siendo evaluada en diez plantas de cada unidad experimental, registrando el valor en centímetros a la cosecha.

### **3.9.2 Número de macollos por metro cuadrado.**

En cada unidad experimental se tomó al azar un m<sup>2</sup> y se contó los macollos efectivos a la cosecha. Esto se hizo con un marco de madera que tuvo 1 m<sup>2</sup> y se lo lanzó sobre el cultivo al azar.

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

En el mismo metro cuadrado en que se contabilizó el total de macollos, de la misma manera se procedió al registro de las panículas, esto a la cosecha del cultivo.

### **3.9.4. Longitud de panícula**

Para el efecto se tomó 10 panículas escogidas al azar en cada unidad experimental, a estas se les midió el largo desde el nudo ciliar hasta la punta apical. Se utilizó una regla y se expresó en cm.

### **3.9.5 Número de granos por panícula**

Se contabilizó en 10 panículas de cada parcela experimental seleccionadas al azar el número de granos sin defectos y llenos.

### **3.9.6 Peso de mil granos**

Se procedió a pesar en cada unidad experimental 1000 granos colectados al azar, expresando en gramos el registro.

### **3.9.7 Días a la floración.**

Fue tomado desde la siembra, hasta cuando las plantas presentaron el 50 % de panículas emergidas.

### **3.9.8 Días a la cosecha**

Se procedió a contar el número de días desde el inicio de siembra hasta la cosecha total por tratamiento.

### **3.9.9 Rendimiento por hectárea.**

Esta variable fue tomada, por el peso de los granos del área útil en cada una de las unidades experimentales. Los pesos se uniformizaron al 14 % de humedad, llevando el registro a kg/ha. Para el efecto se empleó la siguiente ecuación<sup>6</sup>:

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

Donde:

Pu= Peso uniformizado.

Pa= Peso actual.

ha= Humedad actual.

hd= Humedad deseada.

### **3.9.10 Análisis económico**

El análisis económico se realizó en función de la producción de grano en kg/ha con diferencial del costo económico de los tratamientos, también se calculó el beneficio/costo.

### **3.8.11. Análisis foliar**

Con el fin de determinar el efecto de los fertilizantes en el follaje, se tomó en campo en cada unidad experimental a los 60 días del trasplante, 200 g de hojas efectivas, siempre debajo de la hoja bandera. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio de la Estación Experimental Litoral Sur del INIAP.

---

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

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

La variable altura de planta se reporta en el Cuadro 1. El análisis de varianza logró diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación fue 2,05 %.

El Tratamiento 1 (141,13 cm) y Tratamiento 3 (137,43 cm) fueron estadísticamente iguales entre sí, además con el Tratamiento 2 (135,87 cm) y Tratamiento 5 (135,13 cm), pero superiores al resto de tratamientos. El testigo sin aplicación tuvo el menor registro con 118,67 cm.

Cuadro 1. Altura de planta en la evaluación de fertilizantes foliares en el rendimiento del grano de arroz. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Tratamientos	Productos	Altura (cm)
T 1	Biotrac + Siapton	141,13 a
T 2	Quimifol 510 + Enziprom	135,87 ab
T 3	NewFol Plus + Cytokin	137,43 a
T 4	Metalosato Multimineral + Ergostim	134,93 d
T 5	FertiEstim + FertiQuel Plus	135,13 ab
Testigo Agricultor	N.A.	126,77e
Control	N.A.	118,67 e
Promedio general		132,85
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		2,05

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $P \leq 0,05$ .

\*\* : Altamente significativo

#### 4.2. Número de macollos

Se reportó altas diferencias significativas en el número de macollos/m<sup>2</sup> con los tratamientos. El coeficiente de variación fue 3,89 % (Cuadro 2).

El uso del tratamiento 2 con 712,67 macollos fue estadísticamente igual al tratamiento 5 (664,00 macollos), y superiores a los demás tratamientos. El Control (303,67 macollos/m<sup>2</sup>) obtuvo el menor número.

#### 4.3. Número de panículas

El Cuadro 2 presenta los valores del número de panículas, en el mismo se registraron altas diferencias significativas con los tratamientos aplicados. El coeficiente de variación fue 4,27 %.

La aplicación del tratamiento 2 (599 panículas) fue estadísticamente igual al tratamiento 5 (585 panículas) y tratamiento 1 (563 panículas) y superiores a los demás tratamientos. El Control (270 panículas/m<sup>2</sup>) obtuvo el menor valor.

Cuadro 2. Número de macollos y panículas por metro cuadrado en la evaluación de fertilizantes foliares en el rendimiento del grano de arroz. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Tratamientos	Productos	Macollos (m <sup>2</sup> )	Panículas (m <sup>2</sup> )
T 1	Biotrac + Siapton	610,00 b	563 ab
T 2	Quimifol 510 + Enziprom	712,67 a	599 a
T 3	NewFol Plus + Cytokin	520,00 c	464 c
T 4	Metalosato Multimineral + Ergostim	530,67 c	444 c
Programa 5	FertiEstim + FertiQuel Plus	664,00 ab	585 a
Testigo Agricultor	N.A.	490,33 cd	432 cd
Control	N.A.	303,67 e	270 e
Promedio general		547,33	479,57
Significancia estadística		**	**
Coeficiente de variación (%)		3,89	4,27

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey P≤0,05.

\*\* : Altamente significativa

#### 4.4. Longitud de panículas

En el Cuadro 3, se presentan los datos de la variable longitud de panícula, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas en la evaluación. El coeficiente de variación fue 4,72 %.

La aplicación del tratamiento 1 (34,0 cm) y estadísticamente igual al tratamiento 2 (30,67 cm) y tratamiento 4 (32,67 cm), superiores a los demás tratamientos. El Control (23,0 cm) presentó el menor registro.

#### 4.5. Número de granos por panícula

En número de granos, se detectó altas diferencias significativas en los registros evaluados, siendo el coeficiente de variación 3,5 % (Cuadro 3).

El tratamiento 2 (162,8 granos) y tratamiento 4 (156,07 granos), fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamiento realizados, obteniendo menos registro las plantas del Control (96,93 granos).

Cuadro 3. Longitud de panículas y número de granos por panícula, en la evaluación de fertilizantes foliares en el rendimiento del grano de arroz. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Tratamientos	Productos	Longitud (cm)	Granos /Panículas
T 1	Biotrac + Siapton	34,00 a	131,37 bc
T 2	Quimifol 510 + Enziprom	30,67 abc	162,8 a
T 3	NewFol Plus + Cytokin	29,33 bc	123,2 cd
T 4	Metalosato Multimineral + Ergostim	32,67 ab	156,07 a
T 5	FertiEstim + FertiQuel Plus	28,67 cd	142,03 b
Testigo Agricultor	N.A.	28,33 cd	133,83 bc
Control	N.A.	23,00 e	96,93 e
Promedio general		26,74	135,18
Significancia estadística		**	**
Coeficiente de variación (%)		4,72	3,5

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $P \leq 0,05$ .

\*\* : Altamente significante

#### 4.6. Días a floración

Esta variable presento alta significancia estadística, logrando un coeficiente de variación 1,15 % (Cuadro 4).

Los días a floración en las plantas tratadas con el tratamiento 5 fue más tardía (83,3 días), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. El Control fue más precoz en su floración con 70,0 días.

#### 4.7. Días a cosecha

El Cuadro 4 muestra los registros del número de días a la cosecha, en este se encontraron altas diferencias significativas, con coeficiente de variación 1,50 %.

La cosecha en las plantas tratadas con el tratamiento 5 fue más tardía (124,67 días) siendo estadísticamente igual al Tratamiento 1 (120,67 días) y Testigo Agricultor (120,67 días), pero superior al resto de tratamientos. El control presento una maduración más precoz (109,67 días).

Cuadro 4. Días a floración y cosecha, en la evaluación de fertilizantes foliares en el rendimiento del grano de arroz. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Tratamientos	Productos	Días	Días
		Floración	Cosecha
T 1	Biotrac + Siapton	74,67 bc	120,67 a
T 2	Quimifol 510 + Enziprom	76,33 b	120,33 ab
T 3	NewFol Plus + Cytokin	72,33 cd	113,00 c
T 4	Metalosato Multimineral + Ergostim	70,67 d	114,67 c
T 5	FertiEstim + FertiQuel Plus	83,33 a	124,67 a
Testigo Agricultor	N.A.	74,33 bc	120,67 ab
Control	N.A.	70,00 d	109,67 c
Promedio general		74,52	117,67
Significancia estadística		**	**
Coeficiente de variación (%)		1,15	1,50

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $P \leq 0,05$ .

\*\* : Altamente significativa



#### 4.8. Peso de 1000 granos

El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas en la evaluación realizada; con un coeficiente de variación 1,02 %.

La aplicación del tratamiento 5 (34,37 g) fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. El menor registro estuvo presente en el tratamiento 3 con 30,3 g (Cuadro 5).

#### 4.9. Rendimiento por hectárea

Los promedios del rendimiento de grano, se detallan en el Cuadro 5. Se reportó altas diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 6,01 %.

La aplicación del tratamiento 1 (7351,41 kg/ha) fue estadísticamente superior a los demás tratamientos, la menor producción se presentó en el Control con 3275,0 kg/ha.

Cuadro 5. Peso de grano y rendimiento por hectárea, en la evaluación de fertilizantes foliares en el rendimiento del grano de arroz. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Tratamientos	Productos	Peso de grano (g)	Rendimiento (kg/ha)
T 1	Biotrac + Siapton	31,70 d	5861,07 b
T 2	Quimifol 510 + Enziprom	32,80 bc	7351,41 a
T 3	NewFol Plus + Cytokin	30,30 e	4843,43 cd
T 4	Metalosato Multimineral+ Ergostim	33,37 b	5305,60 bcd
T 5	FertiEstim + FertiQuel Plus	34,37 a	5719,67 bc
Testigo Agricultor	N.A.	33,00 b	4763,47 de
Control	N.A.	31,17 de	3275,00 f
Promedio general		32,39	5302,80
Significancia estadística		**	**
Coeficiente de variación (%)		1,02	6,01

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $P \leq 0,05$ .

\*\* : Altamente significativa

#### 4.10. Análisis foliar

En el Cuadro 6 se presentan los resultados del análisis foliar que fue realizado en cada uno de los tratamientos.

Los datos del análisis determinaron que el uso de los fertilizantes foliares, mostraron un aumento en el valor de Nitrógeno, Fósforo y Magnesio de, con excepción del control en el cual se presentó deficiencias en todos los nutrientes excepto Nitrógeno, Hierro y Zinc.

Cuadro 6. Comparación de análisis foliar en la evaluación de fertilizantes foliares en el rendimiento del grano de arroz. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Identificación de la muestra	(%)						PPM				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
T 1	3,8 E	0,29 A	2,14 D	0,86 A	0,20 A		25 A	9 D	199 A	519 E	
T 2	3,8 E	0,30 A	1,93 D	0,92 A	0,21 A		22 A	9 D	213 A	657 E	
T 3	3,9 E	0,29 A	2,04 D	0,59 D	0,20 A		24 A	8 D	170 A	528 E	
T 4	3,4 A	0,29 A	1,58 D	0,54 D	0,20 A		45 A	25 E	150 A	324 E	
T 5	2,9 A	0,25 A	1,76 D	0,55 D	0,17 D		33 A	6 D	137 A	384 E	
Testigo Agricultor	3,2 A	0,28 A	1,93 D	0,60 D	0,18 D		19 A	8 D	19 D	435 E	
Control	3,0 A	0,26 D	1,82 D	0,60 D	0,18 D		25 A	7 D	145 A	381 E	

#### INTERPRETACION

D = Deficiente

A = Adecuado

E = Excesivo

#### 4.11. Evaluación económica.

En el Cuadro 7, se observan los promedios de los resultados de la evaluación económica, realizada a los tratamientos, analizando ingresos y egresos

Con la aplicación del tratamiento 2, se registró la mayor utilidad con \$1295,27, obteniendo menor ingreso en el Control con \$ 391,02.

Cuadro 7. Análisis económico. Babahoyo, 2018.

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento Kg/ha</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Costo Fijos agroquímicos</b>	<b>Costo Fertilización</b>	<b>Costo Tratamiento</b>	<b>Costo de cosecha</b>	<b>Costo Total</b>	<b>Utilidad Neta</b>
T 1	5861,10	1927,99	600,10	271,40	65,00	154,24	1090,7	837,25
T 2	7351,41	2418,23	600,10	271,40	58,00	193,46	1123,0	1295,27
T 3	4843,43	1593,23	600,10	271,40	55,00	127,46	1054,0	539,28
T 4	5317,61	1749,21	600,10	271,40	52,00	139,94	1063,4	685,78
T 5	5719,67	1881,47	600,10	271,40	54,00	150,52	1076,0	805,45
T 6	4763,45	1566,93	600,10	152,00	0,00	125,35	877,5	689,47
T 7	3275,01	1077,30	600,10	0,00	0,00	86,18	686,3	391,02

## V. DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en el trabajo experimental demuestran que el uso de fertilizantes foliares en programas de aplicación, elevan el rendimiento de grano en el cultivo de arroz.

Las aplicaciones de los fertilizantes foliares, lograron aumentar el metabolismo de la planta durante las etapas de desarrollo, sin embargo las aplicaciones tienen que hacerse en función de las deficiencias encontradas en el análisis, lo cual lo corrobora Trinidad y Aguilar (2000), al decir que la fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo. El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica

Los resultados muestran un aumento en la capacidad del cultivo para absorber de mejor manera los nutrientes del suelo, esto debido a que muchos foliares presentan concentraciones adecuadas de ciertos nutrientes, y adicionalmente aminoácidos que aumentan el metabolismo del cultivo de arroz tal como lo dice El Productor (2017), que las aplicaciones de fertilizantes al suelo requieren de grandes cantidades con efectos contaminantes para el ambiente. Por otra parte, las aplicaciones de fertilizantes foliares han resultado muy eficaces en la corrección de microelementos, dada las cantidades menores exigida por los cultivos. Cuando se aplica el o los nutrientes adecuados, otro efecto altamente deseable de las aplicaciones foliares con aminoácidos se produce un aumento rápido de la resistencia a las condiciones ambientales desfavorables como estrés hídrico, así como la regeneración de tejidos por daños de viento, plagas y enfermedades. Y finalmente el aspecto más relevante de las aplicaciones foliares es el

incremento rápido y eficaz de las concentraciones de nutrientes en las hojas que (correctamente diagnosticadas las deficiencias y aplicados los nutrientes adecuados en cantidades apropiadas), se traducen en aumentos de rendimientos, calidad y rentabilidad de los cultivos, particularmente el arroz.

De forma general resulta evidente que, las plantas utilizadas como controles, no consiguieron llegar al rendimiento medio del cultivo y que aunque consumieron fertilizantes, la aplicación de las fertilizantes foliares ensayados incrementó el rendimiento agrícola, como consecuencia de la estimulación de la productividad biológica, tal como dice JISA (2018), que los fertilizantes foliares inciden directamente no solo sobre la producción del arroz, sino también sobre la calidad del mismo, consiguiendo con su aplicación un aumento de la superficie foliar, un aumento del peso específico del grano, mayor porcentaje de espiguillas rellenas, y en consecuencia un incremento del peso de la espiga, consiguiendo un aumento de peso en báscula, dando un grano de arroz de mayor calidad. A todo ello hay que añadir otras ventajas como son: la reducción del estrés en las plantas producido por los tratamientos contra malas hierbas y enfermedades; mayor resistencia plagas y enfermedades; asimilación progresiva asegurando un efecto prolongado; potencia la actividad fotosintética induciendo un aumento de función clorofílica.

El mayor rendimiento en peso de grano se encontró cuando se utilizó el Programa 2 (Quimifol 510 + Enziprom) con 7351,41 kg/ha, lo que ratifica lo manifestado por QSI (2016), quienes dicen los productos aplicados en arroz actúan como suplemento de fertilización. Cuando se utiliza en los periodos apropiados, mejora las características bioquímicas generales de la planta y determina un considerable incremento en la calidad y cantidad de producción.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En función de los datos obtenidos se presentan las siguientes conclusiones:

1. Todos los tratamientos de nutrición foliar estudiados lograron desarrollo positivo en las variables agronómicas estudiadas de la variedad de arroz FL-01.
2. La altura de planta en las evaluaciones realizadas reportó un incremento con el tratamiento 1 (Biotrac + Siapton) fue mayor al resto de tratamientos.
3. El tratamiento 2 (Quimifol 510 + Enziprom), presentó más macollos y panículas que los otros productos probados.
4. Se presentó mayor longitud de panícula cuando las plantas se trataron con el Tratamiento 1 (Biotrac + Siapton).
5. Más granos se obtuvieron aplicando el tratamiento 2 (Quimifol 510 + Enziprom).
6. El Control floreció y se cosechó en menor tiempo, comparado con las plantas tratadas con los Programas Foliares.
7. La aplicación del tratamiento 2 (Quimifol 510 + Enziprom) sobre el cultivo generó mayor rendimiento siendo este superior a los otros ensayos.
8. El análisis foliar el análisis se determinó que las aplicaciones de fertilizantes, presentaron incrementos en el valor de Nitrógeno, Fósforo y Magnesio de las muestras, con excepción del testigo en el cual se presentó deficiencias en todos los nutrientes excepto Nitrógeno, Hierro y Zinc.
9. Con la aplicación del tratamiento 2 (Quimifol 510 + Enziprom), se encontró la mayor utilidad.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. Emplear el tratamiento 2 (Quimifol 510 + Enziprom) como fertilización foliar en arroz, con el objetivo de maximizar el rendimiento de grano.
2. Aplicar fertilizantes foliares para disminuir el efecto de estrés en el cultivo de arroz.
3. Realizar investigaciones con otros productos, dosis y en varias zonas agroecológicas de la provincia.

## VII. RESUMEN

El trabajo experimental se realizó en los terrenos de la granja experimental “Palmar” perteneciente a Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. Está ubicada en el km 12,5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Para el efecto se investigaron siete tratamientos y tres repeticiones. Se planteó como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de del arroz con la aplicación de programas de nutrición foliar, para determinar el programa más influyente sobre la producción del cultivo. La siembra del cultivo se realizó con la variedad FL-01 en parcelas de 16 m<sup>2</sup>. Los tratamientos utilizados fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar. La evaluación de medias fue hecha con la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Para medir el efecto de los tratamientos, se midieron las variables: altura de plantas, número de macollos por m<sup>2</sup>, granos por panícula, longitud y número de panículas m<sup>2</sup>, días a floración, días a cosecha, número de granos por panícula, peso 1000 semillas, rendimiento por hectárea, análisis foliar y análisis económico.

Realizados los análisis de varianza y evaluación de resultados, se determinó que las características agronómicas de altura de planta, número de macollos/m<sup>2</sup>, panículas/m<sup>2</sup>, longitud de panícula, granos por panícula, días a floración y días a cosecha presentaron alta significancia estadística. La mayor producción del cultivo (7351,41 kg/ha) se encontró en la aplicación del Programa 2 (Quimifol 510 + Enziprom). Las plantas del testigo tuvieron los promedios más bajos en todas las variables estudiadas.



## VIII. SUMMARY

The experimental work was carried out in the lands of the experimental farm "Palmar" belonging to Ability of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo. This located in the km 12,5 of the road Babahoyo-Montalvo. It gives birth to the effect seven treatments and three repetitions they were investigated. He/she thought about as objective to evaluate the agronomic behavior of of the rice with the application of nutrition programs to foliate, to determine the most influential program on the production of the cultivation. The crops of the cultivation was carried out with the variety FL-01 in parcels of 16 m<sup>2</sup>. The used treatments were distributed at random in a design of complete blocks. The evaluation of stockings was made with the test from Tukey to 5 % significance. To measure the effect of the treatments, the variables were measured: height of plants, plants number for m<sup>2</sup>, grains for panicle, longitude and number of panicle m<sup>2</sup>, days to flowering, days to crop, number of grains for panicle, weight 1000 seeds, yield for hectare, analysis to foliate and economic analysis.

Carried out the variance analyses and evaluation of results, it was determined that the agronomic characteristics of plant height, plants number, panicle/m<sup>2</sup>, panicle longitude, grains for panicle, days to flowering and days to crop they presented high statistical significance. The biggest production in the cultivation (7351,41 kg/ha) it was in the application of the Program 2 (Quimifol 510 + Enziprom), the witness's plants had the lowest averages in all the studied variables

## IX. LITERATURA CITADA

1. Agripac. (2018). Manual y catálogo de productos. Disponible en: [www.agripac.com](http://www.agripac.com). Consultado 23-05-2018.
2. Alltech Crop Science. (2014). La Importancia del fertilizante foliar para las plantas. In Cultivando el futuro - parte I. In The News. 03 Nov, 2014.
3. Brown, P. (2014). Fertilización Foliar: Principios y Práctica. University of California, Davis. Journal of Plant Physiology Volume 167, Issue 16 2014. 1418 – 1421p.
4. Colina, E. (2016). Efectos de la aplicación de las micorrizas en sistemas de producción en el cultivo de cacao nacional, en la zona de Febres-Cordero, provincia de Los Ríos. Tesis de Investigación Magister en Agroecología y Agricultura Sostenible. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil. 85p.
5. De Schampheleire, S.B., D. Nuyttens, T.M. Baetens, W. Cornelis, D. Gabriels, P. Spanoghe. (2008). Effects on pesticide spray drift of the physicochemical properties of the spray liquid. Precision Agriculture 10:409-420.
6. Ecuaquimica. (2018). Manual y catálogo de productos. Disponible en: [www.ecuaquimica.com](http://www.ecuaquimica.com). Consultado 23-05-2018.
7. El Productor (2018). Absorción y fertilizantes foliares en arroz. Artículos Técnicos, arroz. El Productor – periódico digital. Disponible en [www.elproductor.com](http://www.elproductor.com)
8. Fernández, V., Sotiropoulos, T., Brown, P. (2015). Fertilización Foliar: Principios Científicos y Prácticas de Campo. Edition Primera Edición. Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA). 159p. ISBN 979-10-92366-03-7
9. FAO-CCI-CTA. (2013). World Markets for Organic Fruit and Vegetables. Circular n° 42/2013, 05/06/01. pp. 40-42.
10. FAO. (2002). Los fertilizantes y su uso. Recuperado el 31 de enero del 2016, de <http://www.agoracactus.com.ar/index.php?topic=1823.5;wap2>
11. Fertisa. (2018). Manual y catálogo de productos. Disponible en: [www.fertisa.com](http://www.fertisa.com). Consultado 23-05-2018.

12. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. (2017). Variedad de arroz FL-01, nueva variedad de alto rendimiento. Boletín divulgativo # 79. Estación experimental Litoral Sur. Guayas. 4p.
13. INFOAGRO. (2014). Estadística en la Producción de arroz (en línea). Consultado el 5 enero del 2018. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
14. INTEROC.SA. (2018). Manual y catálogo de productos. Disponible en: [www.interoc.com](http://www.interoc.com). Consultado 23-05-2018.
15. JISA (2018). Cómo aumentar la producción de arroz. Jiloca Industrial S.L. JISA. Blog. Disponible en [www.jisa.com](http://www.jisa.com). 01-2119484861-29-0003. Consultado 23-05-2018.
16. Jones, C., K. Olson-Rutz, y C. Dinkins, P. (2009). Nutrient uptake timing by crops: To assist with fertilizer timing. Montana State University, Extension:1-7.
17. López, R. (2008). Comportamiento de plantas hortícolas con diferentes dosis de fertilización edáfica en condiciones de invernadero. Universidad de La Habana. Cuba. 120p.
18. Martínez Rojas, E. (2015). Fertilización Foliar vs Fertilización Edáfica. Article, in ResearchGate. Disponible en [www.OAI.org](http://www.OAI.org). Consultado 23-05-2018.
19. Molina, E., G. Cabalceta. (1992). Fertilización foliar en arroz (*Oryza sativa* L.) en Carrillo, Guanacaste. Agronomía Costarricense 16(2): 287-290.
20. Muller-Dambois, D.; Elleberg, H. (2004). Aimis and Methods of vegetation ecology. Wiley and Sans, New York. 547 p.
21. Peñolaza, P. 2005. Comportamiento de variedades y/o líneas de soya en suelos ácidos, neutros y sódicos del valle del río Cauca. In ÍCA 18 (4). 140-152.
22. Pérez, M. (2008). Evaluación de la aplicación de fertilizantes foliares en el cultivo de soya (*Glycine máx.* M.) en el cantón Las Naves. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador. pp. 2-25
23. PNA- Potassium Nitrate Association. (2017). Aplicación foliar en arroz aumentó rendimiento. PDF, publicaciones reportes de ensayos de PNA. Disponible en [www.pna.com](http://www.pna.com). Consultado 23-05-2018.
24. QSI (2018). Manual y catálogo de productos. Disponible en: [www.qsi.com](http://www.qsi.com). Consultado 23-05-2018.

25. Romheld, V., El-Fouly, M. (1999). Foliar nutrient application: Challenges and limits in crop production. Proceedings of the 2nd International Workshop on Foliar Fertilization. Fertilizer Society of Thailand. Bangkok, Thailand. 5p.
26. Ronen, E. (2016). Fertilización Foliar: Otra exitosa forma de nutrir a las plantas. Artículo, Haifa Chemicals. Disponible en <http://www.fertilizando.com>. Consultado 23-05-2018.
27. Sierra, L.; Simonne, P.; Treadwell, B. (2007). Manejo y rotación de cultivos de cereales, fertilización de los cultivos, Edit MacGraw -Hill, Madrid. pp 32-39.
28. Trinidad Santos, A., Aguilar Manjarrez, D. (2000). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. TERRA. Volumen 17, número 3. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.
29. Yara. (2018). Manual y catálogo de productos. Disponible en [www.yara.com](http://www.yara.com). Consultado 23-05-2018.

# ANEXOS

## IMAGENES DEL ENSAYO



**Figura 1.** Aplicación de los tratamientos.



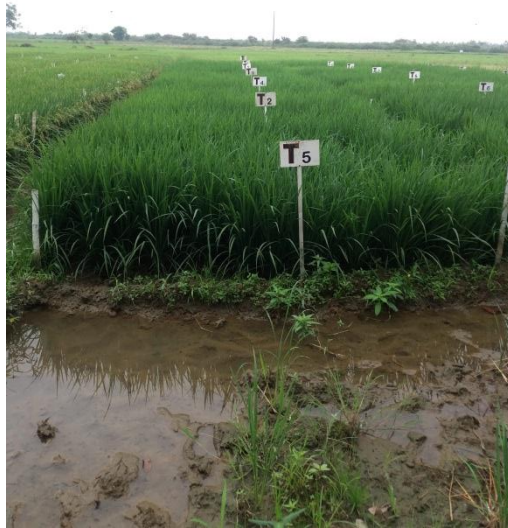
**Figura 2.** Siembra del cultivo.



**Figura 3.** Ubicación y germinación de tratamientos.



**Figura 4.** Efectos de los tratamientos.



**Figuras 5.** Limpieza del terreno.



**Figuras 6.** Peso de granos.





**Figuras 7.** Toma de datos.



**Figura 8.** Medición de longitud de panícula.