



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Respuesta a diferentes niveles de fertilizantes foliares en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L), en condiciones de secano, en la zona de Babahoyo”.

**AUTOR:**

Christian Marcelo Rodríguez Guayes

**TUTOR:**

Ing. Agr. Edwin Stalin Hasang Moran. MSc

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019

## **DEDICATORIA**

-A dios y de igual manera a mis padres que me dieron mis estudios, y a mi familia en general.

-A la facultad de Ciencias Agropecuarias por la formación técnica que me ha brindado en mi tiempo de estudio.

-Al Ing. Agr. Edwin Stalin Hasang Moran por su ayuda brindada como director de mi tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias primero a Dios, a mi familia por ser mi soporte incondicional, a mi madre Vanesa Guayes y a mi padre Olmedo Rodriguez; a mis hermanos, Sandy, Pamela y Adrian por ser mi ejemplo a seguir.

A mis amigos, quienes han estado presente en los momentos cruciales de mi vida; desde luego esta no es la excepción. Gracias Madelaine mejor amiga.

A docentes de la Universidad Técnica de Babahoyo, quienes desde diferentes áreas han aportado a este estudio. Gracias al ingeniero Marlos López, a la ingeniera Cristina Maldonado, Ingeniera Maribel Vera y especialmente a mi tutor el Ingeniero Edwin Stalin Hasang Moran.

## CONTENIDO

CONTENIDO .....	4
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1.General .....	2
1.1.2.Específicos .....	2
1.2 Hipótesis .....	2
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Origen del Arroz.....	3
2.2. Taxonomía del cultivo de arroz .....	3
2.3. Descripción morfológica.....	4
2.4. Fisiología del Arroz .....	6
2.5. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo .....	6
2.6. Suelos .....	7
2.7. pH.....	8
2.8. Preparación de suelo .....	8
2.9. Siembra.....	8
2.10. Riego.....	9
2.11. Importancia de la fertilización en el cultivo de arroz.....	9
2.12. Fertilización foliar.....	10
2.13. Nitrógeno (N) .....	10
2.14. Fósforo .....	11
2.15. Potasio.....	11
2.16. Calcio .....	12
2.17. Deficiencias de nutrientes.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
3.1 Ubicación del Sitio experimental.....	13
3.2 Material genético .....	13
3.3 Métodos .....	14
3.4 Factores en estudio .....	14
3.5 Tratamientos en estudio .....	14
3.6 Diseño experimental .....	15
3.7 Análisis de varianza.....	15
3.8 Área experimental .....	15
3.8.1 Manejo ensayo .....	16

3.8.2 Preparación de suelo.....	16
3.8.3 Siembra.....	16
3.8.4 Fertilización .....	16
3.8.5 Control fitosanitario.....	17
3.8.6 Control de malezas .....	17
3.8.7 Riego .....	17
3.8.8 Cosecha .....	17
3.9.1 Altura de planta (cm) .....	18
3.9.2 Macollos/m <sup>2</sup> .....	18
3.9.3 Longitud de la panícula (cm).....	18
3.9.4 Granos por panícula.....	18
3.9.5 Número de panículas .....	18
3.9.6 Peso de 1000 semillas.....	18
3.9.7 Rendimiento del grano.....	19
3.9.8 Análisis económico .....	19
IV. RESULTADOS .....	20
4.1 Altura de planta .....	20
4.2 Numero de macollos por metro cuadrado.....	20
4.3 Longitud por panícula.....	21
4.4 Granos por panícula.....	22
IV. CONCLUSIONES .....	28
V. RECOMENDACIONES .....	29
VI. RESUMEN.....	30
VII. SUMMARY .....	31
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	32
IX. ANEXOS .....	36
10.1 PROMEDIOS DATOS DE CAMPO .....	36
10.2 ADEVAS .....	37

## ÍNDICE DE TABLA DE ILUSTRACIONES

Tabla 1 Características de semilla certificada de la variedad SFL-11 .....	13
Tabla 2 Tratamientos en estudios sobre el: Comportamiento agronómico del cultivo de arroz ( <i>Oryza sativa</i> ), a las aplicaciones de líneas de fertilizantes foliares en el cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos. ....	14
Tabla 3 Análisis de varianza desarrollado bajo el siguiente esquema .....	15
Tabla 4 Número de tratamientos y repeticiones en el área experimental.....	15
Tabla 5 Altura de planta, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2019.....	20
Tabla 6 Numero de macollos, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2019.....	21
Tabla 7 Longitud por panícula, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2019.....	22
Tabla 8 Granos por panícula, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2019.....	23
Tabla 9 Panícula por planta, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2019. ....	24
Tabla 10 Peso de mil semillas, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2019. ....	25
Tabla 11 Rendimiento, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2019.....	26
Tabla 12 Análisis económico, en el cultivo de arroz. FACIAG, 2019. ....	27

## I. INTRODUCCIÓN.

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un cereal prioritario en la alimentación de millones de habitantes en el mundo, constituyéndose en un alimento esencial en la dieta humana. La actividad económica que genera es amplia, produciendo fuentes de empleo y sustento a miles de familias, impulsando el desarrollo de grandes naciones. A nivel mundial se cosechan cerca de 160 millones de hectáreas de este cultivo, que producen 700 millones de toneladas de arroz en cáscara, aproximadamente (Kurtz, Fedre. & Ligier, 2016).

En Ecuador se siembra un aproximado de 370 406 ha en dos ciclos productivos riego y seco siendo las provincias de mayor participación en superficie sembrada total en el 2017, Guayas; 68,49% y Los Ríos; con el 26,17%. La provincia de Los Ríos, estableció un porcentaje de siembra del 30,32% bajo riego y 69,68% restante en seco, (INEC, 2018).

En los últimos 20 años, el consumo de arroz se ha incrementado significativamente, consumiéndose hasta en tres comidas al día, sin embargo la productividad por área no ha mejorado, lo cual no va a la par con el incremento del consumo, lo que ha generado una brecha amplia entre la producción y consumo, dando lugar a que se tenga que importar de países vecinos en épocas de escases, generando la baja en el precio del producto nacional y creando malestar entre los productores.

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 cultivos intensivos, lo que repercute en la producción con el empleo de diversas prácticas. La fertilización foliar es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura que permite aportar los nutrientes rápidamente, para ayudar a resolver deficiencias nutricionales mejorando las características agronómicas de los cultivos (Gurumendi, 2015).

En base a lo expuesto se plantea la realización de la presente investigación en el cultivo de arroz para evaluar nuevas propuestas de fertilización foliar.

#### 4.1 Objetivos

##### 1.1.1. General

- Evaluar la respuesta agronómica del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L), a diferentes niveles de fertilizantes foliares, en condiciones de secano, en la zona de Babahoyo.

##### 1.1.2. Específicos

- Determinar el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz bajo las aplicaciones de las líneas de fertilizantes foliares, bajo las condiciones de Babahoyo.
- Identificar la línea de fertilizante foliar de mejor comportamiento sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz.
- Analizar económicamente los tratamientos en base al rendimiento y costo de producción.

#### 4.2 Hipotesis

**H<sub>0</sub>:  $\mu A = \mu B$**  Todos los tratamientos en estudio estadísticamente presentan resultados similares.

**H<sub>a</sub>:  $\mu A \neq \mu B$**  Al menos uno de los tratamientos propuesto presenta una influencia diferente.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen del Arroz

Este cultivo es originario de Asia Meridional, China es el principal productor mundial y consumidor de esta gramínea, siendo el alimento básico de subsistencia para este país y la India. La introducción de este cereal a los países del occidente se la atribuyen a Alejandro Magno según los historiadores (Abad, 2010).

El cultivo de arroz empezó hace 6 500 años en regiones húmedas de Asia tropical y subtropical, desarrollándose en varias zonas, siendo China el primer país donde apareció en el año 5 000 antes de nuestra era, en el paraje de Hemu Du, Tailandia en el año 4 500 a.C. posteriormente se trasladó a Camboya, Vietnam y el sur de la India, de ahí se extendió a Corea, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka, Japón, Filipinas e Indonesia en el año 800 a.C., este cultivo apareció por primera vez en el siglo IV a.C. en el mundo occidental, los musulmanes en el siglo VIII introdujeron esta gramínea a la Península Ibérica, más tarde en el siglo XV se propago a Italia y Francia llegando a todos los continentes. En el año 1694 llegó a Carolina del Sur, proveniente de Madagascar, siendo introducidas en las colonias españolas de América del Sur a principios del siglo XVIII (Lluch, 2010).

### 2.2. Taxonomía del cultivo de arroz

La taxonomía del arroz de acuerdo con Valladares (2010), es la siguiente:

**Reino:** Plantae

**Subreino:** Tracheobionta

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Subclase:** Commelinidae

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Subfamilia:** Ehrhartoidea

**Tribu:** Oryzeae

**Género:** Oryza

**Especie:** sativa L.

Oryza comprende alrededor de veinte especies silvestres, representando una relevante fuente de variabilidad genética en caracteres de interés agronómico, entre las que más destacan están *O. rufipogon*, *O. barthii*, *O. longistaminata*, *O. meridionalis* y *O. glumaepatula*. Por otro parte, dicho género incluye dos especies cultivadas (*O. sativa* y *O. glaberrima*), estas especies son anuales y perennes, alógamas o autógamias (Torró, 2010).

Actualmente *Oryza sativa* L. presenta 120 000 variedades, de las cuales 83 000 están en el banco de germoplasma del IRRI en Filipinas. Dentro de la especie se distinguen dos subespecies: índica y japónica (Katayama, 2010).

### **2.3. Descripción morfológica**

Esta gramínea presenta raíces delgadas, fasciculadas y fibrosas, contiene dos formas de raíces; las seminales proveniente de la radícula siendo temporal y las raíces adventicias secundarias, que tiene una libre ramificación, estructurada a partir de los nudos inferiores del tallo joven. El tallo se crea de nudos y entrenudos invertidos, forma cilíndrica, nudoso, glabro y un tamaño de 60 a 120 cm de largo. Las hojas son alternas, la vaina y el limbo se puede observar una lígula membranosa, bífida y erguida que se encuentra en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos (Agroindustrial Molina Sonora, 2016).

El sistema radicular primario del cultivo de arroz está compuesto por la raíz embrionaria (radícula) y una corona de raíces seminales, teniendo como función principal el anclaje de la plántula en el suelo, siendo temporal. Al inicio del ahijamiento, el sistema radicular primario es sustituido por el sistema radicular secundario (raíces adventicias) formadas en los nudos inferiores de los tallos jóvenes, siendo raíces gruesas, fibrosas, profundas y ramificadas, caracterizada por una mayor capacidad absorbente, el sistema radicular alcanza su máximo desarrollo al final del ahijamiento, cesando de absorber

nutrientes cuando el grano se encuentra en estado lechoso. La raíz del arroz presenta la ventaja de adaptarse en ambientes saturados de agua (anaerobios), debido a que posee canalículos (espacios intercelulares aeríferos), asegurando el aporte de oxígeno desde la parte aérea de la planta (Llunch, 2010)

El tallo es redondo y compuesto por nudos y entrenudos que se alargan durante la etapa vegetativa hasta la floración, alcanza una altura de planta de 0,5 a 1,5 metros, los entrenudos maduros son huecos de longitud y grosor variado, siendo más corto y grueso lo de la parte basal, presenta paredes que se endurecen a medida que va avanzando el desarrollo de la planta. Cada nudo tiene una hoja en cuya axila se encuentra una yema que puede originar un hijo. El número de hijos es variable en función de la variedad, pero sobre todo de las condiciones edafo-climáticas y de las prácticas de cultivo (Sánchez, 2014).

En las hojas situadas alternas a lo largo del tallo se distinguen la vaina, el limbo, lígula y aurículas, la última hoja de cada tallo se llama hoja bandera, envolviendo su vaina a la panícula, a medida que avanza el ciclo vegetativo de la planta, las primeras hojas en desarrollo (hojas basales) van secándose, de forma que en floración quedan solo entre cinco y seis hojas verdes (Sánchez, 2014).

La lígula aparece en la parte superior de la vaina en todas las variedades de arroz, alcanza dos centímetros de longitud, es membranoso y se parte a medida que se desarrolla, suele ser incoloro o coloreado de un tinte rosa pálido o púrpura, una lígula siempre va asociado con pigmento en la vaina. La aurícula se encuentra en la unión de la vaina y la lámina, teniendo forma de hoz, en la cara convexa de cada una de ellas, por lo general se presentan dientes largos y delgados, el color va relacionado con la coloración del nudo (Rimache, 2010).

De La Cruz (2013) manifiesta que la panoja es un grupo de espiguillas nacidas en el nudo superior del tallo. La espiguilla individual, está formada por dos "glumas externas" (lemas estériles) muy pequeñas, y todas las demás partes florales se encuentra entre ellas o por encima de ellas. Crecen sobre el pedicelo, que las conectan con la rama de la panoja. El grano de arroz se compone del ovario maduro, el lema y la palea, la raquilla, los lemas estériles y las aristas cuando se encuentran endospermo. El lema y la pálea, con sus

estructuras asociadas, constituyen la cáscara, y pueden retirarse mediante la aplicación de una presión giratoria.

El grano es el ovario maduro que contiene al ovulo madurado y está cubierto con firmeza por la lemma y la palea fértil, pero no funciona con ellas, la envoltura del grano maduro está formada por una cubierta membranosa compuesta por la pared del ovulo o pericarpio, el tegumento interior y la nucela que están apretados entre sí en forma plana y algo compacta, el grano es ovalado oblongo, por lo general liso y brillante, blanquizco o blanco traslúcido, con o sin porción abdominal blanca, durante el proceso de maduración la espiguilla se vuelve más corta y turgente (Rimache, 2010).

#### **2.4. Fisiología del Arroz**

Gonzales Huiman (2016) expresa que en general el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano, aunque actualmente se encuentran variedades de arroz con 105 días a la cosecha con rendimientos aceptables. Cuando las temperaturas son bajas durante la fase vegetativa, el período de desarrollo del cultivo puede alargarse por unos días más hasta 5 meses (150 días).

INIAP (2014) menciona que el arroz es el cultivo de ciclo corto más extensamente cultivado en Ecuador. Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua – SPAC - 2011, 378 643 hectáreas fueron dedicadas a este cultivo. En términos nutricionales, esta gramínea es la que mayor aporte de calorías brinda a la dieta de todos los ecuatorianos. Por otra parte, el cultivo de arroz se ve afectado por factores negativos como el caso de presencia de malezas, plagas y enfermedades que interfieren en la calidad y ocasionando pérdidas en el rendimiento del mismo.

#### **2.5. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo**

La mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, cultivándose también en las regiones húmedas de los subtrópicos, en climas templados y mediterráneos, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2 500 msnm. Esta gramínea necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre

30 y 35 °C, por encima de 40 °C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible de 7 °C, considerándose su óptimo en los 23 °C, con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos e inconsistentes, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días, el mínimo de temperatura para florecer se considera de 15 °C, el óptimo de 30 °C, por encima de 50 °C no se produce la floración (Merci, 2011).

Las temperaturas críticas para la planta de arroz, están generalmente por debajo de 20 °C y superiores a 30 °C, variando según el estado de desarrollo de la planta. La temperatura es un elemento climático importante para el crecimiento, floración y productividad del cultivo de arroz, cada fase fenológica tiene su temperatura crítica, óptima, mínima y media, este cultivo exige temperaturas relativamente elevadas para la germinación y maduración, uniformemente creciente antes de la floración (antesis) (Morán, 2012).

La radiación solar es la fuente de energía para el proceso fotosintético y la evapotranspiración, siendo fundamental para obtener buenos rendimientos, la sombra durante las etapas reproductivas tiene serios efectos sobre el número de espiguillas. Las variedades con tallos y hojas erectas que evitan el sombreado recíproco y así interceptan más luz solar, tienen una mejor fotosíntesis y consecuentemente mejores rendimientos. Para maximizar el rendimiento bajo un régimen de manejo óptimo, la época de siembra debe ser seleccionada de modo que el cultivo reciba altos niveles de radiación solar en las etapas reproductivas y de maduración (FAO, 2009).

## **2.6. Suelos**

El cultivo de arroz se desarrolla en varios suelos, la textura varía de arenosa a arcillosa, se cultiva en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y los deltas de los ríos, los suelos de textura fina ("pesados" o "fuertes") dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes, siendo importante la textura del suelo ya que juega un papel relevante en el manejo del riego y de los fertilizantes químicos y orgánicos (Merci, 2011).

Los suelos ideales para el cultivo de arroz son aquellos con textura arcillosa, arcillo arenosa o arcillo limosa, de topografía muy plana, si es anegado, o ligera pendiente secano (Analmos, 2013).

## **2.7. Potencial de hidrogeno (pH)**

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación, el pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario, el pH óptimo para el arroz es 6,6; pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica y la disponibilidad de fósforo son altas. Además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico (Infoagro, 2010).

Para el cultivo de arroz en nuestro medio es considerado el suelo arcilloso, franco arcilloso o franco limoso, con buen drenaje y un pH de 6,5 a 7,5 (Villavicencio y Vásquez, 2008).

## **2.8. Preparación de suelo**

El arroz requiere suelos con textura media a pesada, la preparación se realiza bajo condiciones de terreno seco e inundado, en el primer caso se usa implementos tales como arado, romplow y rastra; en el terreno inundado se realiza el “fangueo”, que consiste en batir el suelo, con un tractor con gavias de hierro que reemplaza las llantas convencionales, siendo necesario nivelar cuando exista desnivel en el terreno (Brito, 2012).

## **2.9. Siembra**

La siembra en nuestro país se realiza de forma directa y trasplante, la primera la realizan con sembradora y al voleo en dos formas: mecánica (boleadora) y manual con semilla seca y tapada con un pase de rastra superficial. Utilizándose una cantidad de 100 kg/ha de semilla, cuando se usa el método de trasplante se necesita 45 kg de semilla para establecer el semillero necesario para una hectárea. Las distancias de siembra en trasplante

y espeque con semilla seca y pre germinada son: 0,30 x 0,20 m; 0,25 x 0,30 m; 0,30 x 0,30 m, en el trasplante se colocan de cuatro a cinco plantas por sitio (INIAP, 2009).

## **2.10. Riego**

El cultivo de arroz necesita elevados requerimientos de agua para su normal desarrollo, de 800 a 1250 mm durante el ciclo, en balance hídrico se ha encontrado el uso consuntivo promedio de 7,55 a 8,27 mm/día y la evapotranspiración del 25% del total de agua disponible (Ordeñana, 2012).

Es importante destacar que no sólo la falta de agua reduce el potencial de rendimiento, sino también la época y la duración de la sequía en relación con los procesos fenológicos y a los periodos de inundación, los cuales provocan cambios fisiológicos, físico-químicos y microbiológicos en la interacción suelo-planta-agua (González, Ruiz & Muñoz, 2016).

## **2.11. Importancia de la fertilización en el cultivo de arroz**

La utilización de fertilizantes es imprescindible en todos los cultivos, con el objetivo de incrementar la producción y productividad de los mismos y proporcionar los requerimientos nutricionales a lo largo del ciclo vegetativo. El cultivo de arroz en nuestro país se desarrolla en su mayoría, en suelos planos y de origen aluvial de la región litoral o costa, los mismos que presentan características físico-químicas muy variables (INIAP, 2007).

Razón por la cual, para establecer un programa de fertilización se debe considerar una serie de factores que impiden alcanzar el potencial productivo en el arroz, tales como: la degradación del suelo, una adecuada selección de fertilizantes con dosis, métodos y periodos de aplicación correctos, variedades de alto rendimiento y riegos que garanticen un balance adecuado en la nutrición de la planta de arroz, que eviten problemas relacionados en el sistema suelo-agua-cultivo (Tisdale y Nelson, 1987).

## **2.12. Fertilización foliar**

La fertilización foliar es una técnica que proporciona a las plantas nutrientes via foliar, complementando las deficiencias nutrimentales, las cuales se presentan en el desarrollo de la planta (Fertilizando, 2011).

La fertilización foliar es una practica agronómica utilizada para satisfacer los requerimientos de nutrientes, aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción mediante las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta (Melgar, 2010).

Es un método eficiente de suministro de micronutrientes, necesarios en pequeñas cantidades y pueden llegar a ser indisponibles si son aplicados al suelo. Para minimizar el riesgo de quemado de hojas, la concentración recomendada tiene que ser respetada y propagada preferiblemente en días nublados y en las primeras horas de la mañana o en las últimas del atardecer para evitar que las gotitas se sequen inmediatamente (FAO, 2010).

En la actualidad se ha incrementado el uso de los fertilizantes foliares en la agricultura comercial, ya que es una técnica que provee los nutrimentos que requiere el cultivo como suplemento a la fertilización del suelo (Alcántar y Trejo, 2010).

## **2.13. Nitrógeno (N)**

El arroz es considerado como uno de los cultivos más demandante de fertilizantes nitrogenados en los países productores (FAO, 2004), y la urea es la fuente de N comúnmente usada, cuya eficiencia de recuperación de N, a partir de este fertilizante es generalmente baja, menor de 40% para arroz bajo inundación. Mientras que la producción de arroz en condiciones de secano y en suelos ácidos de sabana, generalmente, el N residual de un cultivo es aprovechado por el cultivo subsiguiente (Alfonzo, España, & *et al* 2012)



El nitrógeno es un componente fundamental del ADN, el ARN y las proteínas, sin embargo, los seres vivos no podemos disponer de él tal y como se encuentra en la atmósfera. La fijación del nitrógeno es el proceso por el que el N<sub>2</sub> se transforma a moléculas que pueden incorporarse a la composición de los seres vivos y el suelo (amonio, nitrito, nitrato). La fertilización de los campos agrícolas, el creciente cultivo de leguminosas y las combustiones de fábricas, vehículos y centrales térmicas son algunos de los ejemplos que influyen en el ciclo natural del nitrógeno. En la siguiente tabla se cuantifica el Nitrógeno fijado por ambos procesos expresado en Tera gramos al año (Cropti 2015).

La absorción de nitrógeno, es rápida durante la primera etapa de su desarrollo hasta el final del período vegetativo, decae ligeramente durante el estado de máximo macollamiento y vuelve a ser absorbido con rapidez hasta la etapa de grano pastoso (CIAT, 2008)

#### **2.14. Fósforo**

El fósforo es un constituyente esencial de la adenosina trifosfato (ATP), nucleótidos, ácidos nucleicos y fosfolípidos. Sus principales funciones son el transporte y almacenamiento de energía y mantenimiento de la integridad de la membrana celular, la deficiencia de este elemento provoca un retardo en la madurez, cuando esta deficiencia es severa las plantas no florecen del todo, presenta una gran proporción de granos vanos, las plantas no responden a la aplicación de nitrógeno (Caxambu, 2013). La absorción de fósforo, es lenta hasta cuando se inicia el primordio floral, luego es un poco más rápida hasta poco después de la floración (CIAT, 2008).

#### **2.15. Potasio**

El potasio fortalece las paredes celulares y está envuelto en la lignificación de los tejidos escleróticos, aumenta la resistencia al encamado, enfermedades y condiciones climáticas desfavorable, incrementa el área foliar y el contenido de clorofila, retrasa la senescencia y por lo tanto contribuye a una mayor fotosíntesis y crecimiento del cultivo. A diferencia del nitrógeno y el fósforo el potasio no tiene un efecto mayor en el macollamiento, sin embargo, su presencia incrementa el número de granos por panoja, el porcentaje de granos llenos y el peso de 1000 granos, el síntoma de deficiencia más común es el quemado

de los bordes de las hojas. Los tallos son débiles por lo cual se vuelcan o acaman fácilmente. Las semillas y los frutos son pequeños y arrugados (Infoagro, 2011).

## **2.16. Calcio**

El calcio forma parte del mantenimiento de la pared celular aumenta la resistencia a enfermedades, es un activador enzimático y participa en la osmorregulación y balance de aniones y cationes en las células, favorece el cuajado de las flores, los fillos de las hojas pueden doblarse hacia arriba y los ápices se deterioran con algún rompimiento de los peciolos cuando hay deficiencia de Calcio (IPNI, 2009).

## **2.17. Deficiencias de nutrientes**

Cuando aparece la deficiencia puede ser tarde para corregirla y puede confundirse con excesos de otros nutrientes, enfermedades, daños por plagas o stress de otros factores (luz, agua, temp.). Distintas especies manifiestan en forma diferente una misma deficiencia. Cuando se manifiesta la deficiencia al principio aparecen en un único tipo de hojas (jóvenes o viejas) luego simétricos en relación a nervaduras. A su vez aparecen distantes a nervadura principal, se generan cambios graduales de color, con límites difusos y no hay ruptura de cutícula (Fagro, 2009).

Los nutrientes cumplen un papel esencial y específico en la fisiología vegetal; cuando uno de estos elementos no se encuentra en las cantidades adecuadas su deficiencia en los tejidos promueve cambios en el metabolismo de la planta. Los síntomas de deficiencia nutricional son más o menos característicos de cada nutriente y dependen de la gravedad de la deficiencia. El grado de movilidad que presentan los elementos en las plantas determina la localización de los síntomas de su deficiencia. Algunos nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) se consideran muy móviles, por lo cual las plántulas deficientes en estos elementos inicialmente presentan síntomas visuales en las hojas más viejas. (Sepúlveda, Claudia, *et al.*, 2014).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del Sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la Hacienda Sofía, ubicada en el Cantón Montalvo: Recinto “24 de mayo”; con coordenadas geográficas de 79°18´ de Longitud Oeste y 1°47´ de latitud sur, y con una altura de 12 m.s.n.m.

La temperatura media anual es de 24,5°C, una precipitación promedio anual de 2203 mm y 1006 horas de heliofanía, La zona presenta un clima tipo tropical monzón (AM), el período de lluvias comprende de diciembre a mayo, y la época seca de junio a diciembre, con un rango altitudinal desde 6 hasta 400 metros sobre el nivel del mar (Estación meteorológica de la FACIAG).

#### 3.2 Material genético

Se utilizó semilla certificada de la variedad SFL-11, que presenta las características siguientes.

**Tabla 1 Características de semilla certificada de la variedad SFL-11**

<b>Características</b>	<b>valores/calificación</b>
<b>Rendimiento</b>	6 a 8 t/ha
<b>Ciclo vegetativo(días)</b>	127 a 131
<b>Altura de planta (cm)</b>	126cm
<b>Panícula por planta</b>	19 a 24
<b>Macollamiento</b>	Intermedio
<b>Peso de 1000 granos (g)</b>	29
<b>Longitud de grano (mm)</b>	7,5 (extra largo) descascarado
<b>Índice de pilado (%)</b>	67
<b>Desgrane</b>	Intermedio

<b>Centro blanco</b>	Ninguno
<b>Piricularia grisea</b>	Tolerante

Fuente (<https://www.pronaca.com/>)

### 3.3 Métodos

Para el presente trabajo de campo se utilizaron los métodos: Deductivo - Inductivo, Inductivo – Deductivo y Experimental.

### 3.4 Factores en estudio

**Variable independiente:** Dosis y fertilizantes foliares

**Variable dependiente:** comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo.

### 3.5 Tratamientos en estudio

Los tratamientos están constituidos por cuatro aplicaciones de líneas de fertilizantes foliares, en dosis general de 1 y 2 kg/ha para las diferentes líneas aplicadas. La frecuencia de aplicación fue de cada 15 días respetando las funcionabilidades de los productos. Se integro un testigo absoluto sin aplicación, tal como se describe en la tabla 2.

**Tabla 2:** Tratamientos en estudios sobre la Respuesta a diferentes niveles de fertilizantes foliares en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L), en condiciones de la zona de Babahoyo.

Nº	Productos	Aplicación	Época de aplicación (dds)	Dosis (kg/ha)
<b>T1</b>	Fertiplant	Foliar	15-30-45	1,5
<b>T2</b>	Fertiplant	Foliar	15-30-45	2,0
<b>T3</b>	Nutriplex	Foliar	15-30-45	1,5
<b>T4</b>	Nutriplex	Foliar	15-30-45	2,0
<b>T5</b>	Testigo	Sin aplicación	Sin aplicación	0,0

Fuente: Autor

### 3.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, y para comparación de medias se usó la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidad, el análisis de variancia se presenta a continuación.

### 3.7 Análisis de varianza

**Tabla 3 Análisis de varianza desarrollado bajo el siguiente esquema**

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	4
Repeticiones	3
Error experimental	12
Total	19

### 3.8 Área experimental

**Tabla 4 Número de tratamientos y repeticiones en el área experimental**

<b>Número de Unidad experimental</b>	20
<b>Número de tratamientos</b>	5
<b>Número de repeticiones</b>	4
<b>Plantas por Unidad experimental</b>	10
<b>Total, de plantas evaluadas</b>	200

Fuente: Autor

### **3.8.1 Manejo ensayo**

Para el buen desarrollo del cultivo se respetó las normas de manejo del cultivo, efectuando las prácticas y labores rutinarias, que caracterizaron el manejo del mismo, para el proceso de producción.

### **3.8.2 Preparación de suelo**

La preparación de terreno se realizó mediante el uso de rastra y de fangueo con la finalidad de conseguir un buen desmenuzamiento del terreno.

### **3.8.3 Siembra**

La siembra se efectuó mediante el sistema de trasplante, estableciendo primero el semillero, posteriormente se trasplantaron plántulas de 21 días de edad a una distancia de siembra de 0,25 m entre hileras por 0,25 m entre plantas.

### **3.8.4 Fertilización**

Se aplicó un programa de fertilización en base al requerimiento nutricional del cultivo 120 kg N; 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 150 kg K<sub>2</sub>O, el cual fue fraccionado en tres partes. El fosforo se aplicó en su totalidad en la primera fertilización a la siembra, el potasio se aplicó 50% a la siembra y 50% a los 20 días después del trasplante. El nitrógeno se fracciono 50% a los

20 y el 50% restante a 40 ddt. Como fuentes de estos nutrientes se utilizaron: Urea, fosfato di amónico DAP, y Muriato de potasio MOP.

### **3.8.5 Control fitosanitario**

Para el control preventivo de insectos como *Hydrellia* sp. se utilizó Engeo (Thiametoxam + Lambdacyhalotrina) en dosis de 200 cm<sup>3</sup>/ha a los 20 días después de la siembra. Posteriormente para el control de langosta (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Clorpirifos en dosis de 750 cm<sup>3</sup>/ha a los 40 días después de la siembra.

Además, para el control preventivo de enfermedades se utilizó Nativo (Trifloxistrobin + Tebuconazole) en dosis de 0,6 L/ha a los 30 y 45 días después de la siembra.

### **3.8.6 Control de malezas**

En postemergencia se aplicó Propanil en dosis de 4,0 L/ha a los 10 días, y posteriormente Checker, cuando las malezas presentaron de dos a tres hojas, en dosis de 350 g/ha, calculado un volumen de agua de 250 litros.

### **3.8.7 Riego**

El riego se realizó por inundación, con la utilización de una bomba de agua para el ingreso de la lámina de agua al cultivo, la misma que se mantuvo de forma permanente, solamente bajándola para realizar las labores de cultivo.

### **3.8.8 Cosecha**

La cosecha se realizó de forma manual con la ayuda de una oz, conforme presento la madurez fisiológica de las plantas en los diferentes tratamientos.

## **3.9 Variables de estudio**

Se tomaron los siguientes datos:

### **3.9.1 Altura de planta**

Se lo determinó al momento de la cosecha, siendo dicha medición desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula y será indicado en cm.

### **3.9.2 Numero de macollos**

Se corrobora el promedio de macollos/m<sup>2</sup> antes de iniciar la cosecha, lanzando al azar un marco de 1m<sup>2</sup> y contabilizando el número de macollos.

### **3.9.3 Longitud de la panícula**

Se realizó tomando en cuenta la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula, exceptuando las aristas en cada individuo, este valor se valoró en cm.

### **3.9.4 Granos por panícula**

Se determinó el número de granos presentes por panícula (tres panículas) de cada uno de los individuos de la población.

### **3.9.5 Número de panículas**

En el mismo metro cuadrado en que se evaluaron los macollos al momento de la cosecha, se procedió a contar el número de panículas en cada parcela experimental.

### **3.9.6 Peso de 1000 semillas**

La muestra tomada fue de 1000 semillas, teniendo el respectivo cuidado de que los mismos no estén dañados por insectos o enfermedades; luego fueron pesados en una balanza de precisión enunciando su promedio en gramos.



### **3.9.7 Rendimiento del grano**

Estuvo determinado por el peso del grano proveniente del área útil de cada tratamiento. El peso se ajustó al 14% de humedad transformándose a kilogramos por hectárea. Para uniformizar los pesos se empleó la fórmula:

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

Donde:

Pu= peso uniformizado

Pa= peso actual

ha= humedad actual

hd=humedad deseada

### **3.9.8 Análisis económico**

El análisis económico se realizó en función del rendimiento y costo de producción del grano por hectárea.

## IV. RESULTADOS

### 4.3 Altura de planta

Los promedios de altura de planta, son mostrados en el Tabla 5. Donde el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre todos los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 2,39% y el promedio de 115,5 cm para esta variable.

La altura de planta de los tratamientos T1 y T2 con dosis de 1,5 y 2,0 kg/ha de Fertiplant, obtuvieron la mayor altura de planta, con 117,69 y 119,68 cm respectivamente, para ambos casos. Viéndose más afectado estos valores para el tratamiento T5 sin aplicación con 109,94 cm.

**Tabla 5** Altura de planta, en el cultivo de arroz. Montalvo, 2019.

Tratamientos	Fuente	Dosis	Altura de Planta	
			(cm)	
T1	FERTIPLANT	1,5	117,69	A
T2	FERTIPLANT	2,0	119,68	A
T3	NUTRIPLEX	1,5	115,96	AB
T4	NUTRIPLEX	2,0	114,32	AB
T5	TESTIGO	0,0	109,94	B
<b>Promedio</b>			115,5	
<b>CV (%)</b>			2,39	
<b>Tukey (5%)</b>			**	

Fuente: Autor

### 4.4 Numero de macollos por metro cuadrado

Para esta variable el análisis de varianza reportó diferencias no significativas entre tratamientos, siendo el coeficiente de variación 11,53% y un promedio de 387,6.

Todos los tratamientos aplicados no presentaron diferencias estadísticas, siendo el tratamiento T3 (Nutriplex 1,5 kg/Ha) quien presentó el mayor número de macollos con 421,8; diferente a los tratamientos T1 y T4, con 372,4 macollos quienes presentaron el menor número.

**Tabla 6 Numero de macollos, en el cultivo de arroz. Montalvo, 2019.**

Tratamientos	Fuente	Dosis	Numero de macollos	
			(m <sup>2</sup> )	
T1	FERTIPLANT	1,5	372,4	A
T2	FERTIPLANT	2,0	361,0	A
T3	NUTRIPLEX	1,5	421,8	A
T4	NUTRIPLEX	2,0	372,4	A
T5	TESTIGO	0,0	410,4	A
<b>Promedio</b>			387,6	
<b>CV (%)</b>			11,53	
<b>Tukey (5%)</b>			Ns	

Fuente: Autor

#### 4.5 Longitud por panícula

La variable longitud por panícula, no presentó diferencias significativas entre tratamiento, el coeficiente de variación fue de 3,01% y un promedio de 25,2.

El tratamiento T3 (Nutriplex 1,5 kg/Ha), obtuvo la mayor longitud de panícula con 25,39 cm estadísticamente igual a todos los tratamientos y superior numéricamente al tratamiento testigo T5, que presentó el menor valor 24,96 cm (Tabla 7).

**Tabla 7 Longitud por panícula, en el cultivo de arroz. Montalvo, 2019.**

Tratamientos	Fuente	Dosis	Longitud de Panícula	
			(cm)	
T1	FERTIPLANT	1,5	24,97	A
T2	FERTIPLANT	2,0	25,38	A
T3	NUTRIPLEX	1,5	25,39	A
T4	NUTRIPLEX	2,0	25,25	A
T5	TESTIGO	0,0	24,96	A
<b>Promedio</b>			25,2	
<b>CV (%)</b>			3,01	
<b>Tukey (5%)</b>			Ns	

Fuente: Autor

#### **4.6 Granos por panícula**

Los granos por panícula no presento diferencias significativas entre tratamiento, el coeficiente de variación fue de 16,27% y un promedio de 89,93.

El tratamiento T5 (Testigo), obtuvo la mayor cantidad de granos por panícula 99,04 estadísticamente igual a todos los tratamientos y superior numéricamente al tratamiento testigo T4 (Nutriplex 2,0 kg/Ha), que presentó el menor valor 78,19 granos (Tabla 8).

**Tabla 8 Granos por panícula, en el cultivo de arroz. Montalvo, 2019.**

Tratamientos	Fuente	Dosis	Numero de grano por panícula	
T1	FERTIPLANT	1,5	86,76	A
T2	FERTIPLANT	2,0	92,79	A
T3	NUTRIPLEX	1,5	92,87	A
T4	NUTRIPLEX	2,0	78,19	A
T5	TESTIGO	0,0	99,04	A
<b>Promedio</b>			89,93	
<b>CV (%)</b>			16,27	
<b>Tukey (5%)</b>			Ns	

Fuente: Autor

#### **4.7 Número de panículas.**

El análisis de varianza no reflejó diferencias altamente significativas para esta variable y el coeficiente de variación fue 9,96%, con un promedio de 345,8 según registro de la Tabla 9.

La variedad de arroz SFL -11 mostró mayor número de panículas/m<sup>2</sup> cuando se utilizó el tratamiento T3 (Nutriplex 1,5 kg/Ha) con 383,8 panículas, estadísticamente igual al resto de tratamientos y superior numéricamente al tratamiento T2 (Fertiplant 2 kg/Ha), con 307,8 panículas/m<sup>2</sup>.

**Tabla 9 Panícula por planta, en el cultivo de arroz. Montalvo, 2019.**

Tratamientos	Fuente	Dosis	Numero de panícula	
			(m <sup>2</sup> )	
T1	FERTIPLANT	1,5	345,8	A
T2	FERTIPLANT	2,0	307,8	A
T3	NUTRIPLEX	1,5	383,8	A
T4	NUTRIPLEX	2,0	330,6	A
T5	TESTIGO	0,0	361,0	A
<b>Promedio</b>			345,8	
<b>CV (%)</b>			9,96	
<b>Tukey (5%)</b>			ns	

Fuente: Autor

#### **4.8 Peso de mil semillas**

En la variable peso de 1000 semillas el análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 6,68% y promedio de 29,83 gramos. Los tratamientos T2 (Fertiplant 2 kg/ha) y T4 (Nutriplex 2 kg/ha), obtuvieron la mayor cantidad de peso de 1000 semillas 30,4 ubicándose sobre los tratamientos T1 (Fertiplant 1,5 kg/ha), T3 (Nutriplex 1,5 kg/ha) y T5 (Testigo) que presentaron el menor peso con 29,45. (Tabla 10).

**Tabla 10** Peso de mil semillas, en el cultivo de arroz. Montalvo, 2019.

Tratamientos	Fuente	Dosis	Peso de 1000 semillas	
T1	FERTIPLANT	1,5	29,45	A
T2	FERTIPLANT	2,0	30,40	A
T3	NUTRIPLEX	1,5	29,45	A
T4	NUTRIPLEX	2,0	30,40	A
T5	TESTIGO	0,0	29,45	B
<b>Promedio</b>			29,83	
<b>CV (%)</b>			6,68	
<b>Tukey (5%)</b>			*	

Fuente: Autor

#### 4.9 Rendimiento

En la variable rendimiento el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos y el coeficiente de variación fue 0,75% y un promedio de 5858,8 kilogramos. El tratamiento T1(Fertiplant 1,5 kg/ha), obtuvo la mayor cantidad de peso en kilogramos con 6015,88; y superior al tratamiento testigo T7, que presentó el menor peso en kilogramos 5577,69 (Tabla 11).

**Tabla 11 Rendimiento, en el cultivo de arroz. Montalvo, 2019.**

Tratamientos	Fuente	Dosis	Rendimiento	
			(Kg/Ha)	
T1	FERTIPLANT	1,5	6015,88	A
T2	FERTIPLANT	2,0	5958,4	A
T3	NUTRIPLEX	1,5	5937,74	A
T4	NUTRIPLEX	2,0	5804,5	B
T5	TESTIGO	0,0	5577,69	C
<b>Promedio</b>			5858,8	
<b>CV (%)</b>			0,75	
<b>Tukey (5%)</b>			**	

Fuente: Autor



#### 4.10 Análisis económico

En la Tabla 12 se observan el análisis económico, El costo fijo generado para producir una hectárea de arroz es de \$ 850 dando como mayor beneficio neto cuando se utilizó el tratamiento 1 T1(Fertiplant 1,5 kg/ha) con \$ 933,35.

**Tabla 12 Análisis económico, en el cultivo de arroz, Montalvo, 2019,**

Tratamientos			Rend, kg/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)			Beneficio neto (USD)	
N°	Fuente	Dosis kg/ha			Fijos	Variables			Total
					Fertiplant	Nutriplex			
T1	FERTIPLANT	1,0	6015,88	\$1,807,35	\$850,00	\$24,00	\$0,00	\$874,00	\$933,35
T2	FERTIPLANT	2,0	5958,40	\$1,790,08	\$850,00	\$48,00	\$0,00	\$898,00	\$892,08
T3	NUTRIPLEX	1,0	5937,74	\$1,783,87	\$850,00	\$0,00	\$20,00	\$870,00	\$913,87
T4	NUTRIPLEX	2,0	5804,50	\$1,743,84	\$850,00	\$0,00	\$40,00	\$890,00	\$853,84
T5	TESTIGO	0,0	5577,69	\$1,675,70	\$850,00	\$0,00	\$0,00	\$850,00	\$825,70

Costo arroz (kg) = \$ 0,3

Fertiplant: 1 kg \$ 8,00

Nutriplex 1 Kg \$ 6,70

#### IV.CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- Los fertilizantes foliares aplicados en los tratamientos T1 y T2 mostraron diferencias estadísticas en la altura con respecto al T5 testigo sin aplicación. El tratamiento T3 (Nutriplex 1,5 kg/ha) reacciono de manera superior que los tratamientos T1, T2, T4 y T5 con granos por panículas. En el peso de 1000 granos los tratamientos T2 (Fertiplant 2,0 kg/ha) y T3 (Nutriplex 2,0 kg/ha), obtuvieron una diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos, T5 (Testigo) presento el valor más bajo con 29,45.
- El mejor rendimiento que se obtuvo fue el T1 (Fertiplant 1,5 kg/ha), donde alcanzamos 6015,88 kg/ha, a diferencia de nuestro valor más bajo con el tratamiento T5 (Testigo) con 5577,69 kg/ha.
- Mediante el análisis económico se pudo constatar que el mejor rendimiento económico se obtuvo con el tratamiento T1 (Fertiplant 1,5 kg/ha) con \$ 933,35 El tratamiento donde se observó el menor beneficio fue el T5 con \$ 825,70.

## **V. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados y análisis registrados en este trabajo experimental se proponen las siguientes recomendaciones:

- Replicar de este trabajo experimental utilizando diferentes fuentes y dosis de fertilizantes foliares químicos y de fuente orgánica, que conlleven al incremento del rendimiento del cultivo.
- Validar los resultados en otras zonas de influencia de este cultivo involucrando a productores que se beneficien de esta información.
- Incorporar los requerimientos de nutrientes determinados en este estudio, en los planes de fertilización para esta variedad y sistema de siembra.

## VI. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la Hacienda Sofia, ubicada en el Cantón Montalvo: Recinto “24 de mayo”; con coordenadas geográficas de 79°18´ de Longitud Oeste y 1°47´de latitud sur, y con una altura de 12 m,s,n,m, Como material de siembra se utilizaron la variedad de arroz INDIA SFL -11, Los tratamientos estuvieron constituidos por cuatro aplicaciones de líneas de fertilizantes foliares, en dosis general de 1,5 y 2 kg/ha para las diferentes líneas aplicadas, La frecuencia de aplicación fue de 15 días respetando las funcionabilidades de los productos, Se integro un testigo absoluto sin aplicación, Se empleó el diseño experimental Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y 4 repeticiones, la prueba de significancia utilizada fue de Tukey al 95% de probabilidad, Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo como preparación de suelo, siembra, riego, fertilización, control de malezas, control fitosanitario y cosecha, Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos: altura de planta, número de macollos, número de panículas, longitud de las panículas, granos por panículas, peso de 1000 granos, rendimiento, análisis económico, Por los resultados obtenidos se determinó que los fertilizantes foliares aplicados en los tratamientos T1 y T2 mostraron diferencias estadísticas en la altura con respecto al T5 testigo sin aplicación, El tratamiento T3 reacciono de manera superior que los tratamientos T1, T2, T4 y T5 con granos por panículas, En el peso de 1000 granos los tratamientos T2 y T3, obtuvieron una diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos, El mejor rendimiento que tuvimos fue el T1, donde alcanzamos 6015,88 kg/ha, Mediante el análisis económico se pudo constatar que el mejor rendimiento económico lo tuvimos con el tratamiento T1 con \$ 933,35,

**Palabras claves:** fertilizantes foliares, rendimiento del cultivo de arroz,

## VII. SUMMARY

This experimental work was carried out on the grounds of the Sofia Farm, located at km, 13 of the Babahoyo-Montalvo road: “May 24” Campus; with geographical coordinates of 79°18′ of West Longitude and 1°47′ of south latitude, and with a height of 12 m,s,n,m, The rice variety INDIA SFL -11 was used as planting material, The treatments consisted of four applications of foliar fertilizer lines, in general doses of 1,5 and 2,0 kg / ha for the different lines applied, The frequency of application was 15 days respecting the functionality of the products, An absolute witness was integrated without application, The experimental design Randomized Blocks with five treatments and 4 repetitions was used, the significance test used was Tukey at 95% probability, All the necessary agricultural work was carried out in the cultivation of rice for its normal development such as soil preparation, planting, irrigation, fertilization, weed control, phytosanitary control and harvest, To estimate the effects of the treatments, the following data were taken: plant height, number of tillers, number of panicles, length of panicles, grains per panicle, weight of 1000 grains, yield, economic analysis, From the results obtained, it was determined that the foliar fertilizers applied in treatments T1 and T2 showed statistical differences in height with respect to the control T5 without application, The T3 treatment reacted better than the T1, T2, T4 and T5 treatments with grains per panicle, In the weight of 1000 grains the treatments T2 and T3, obtained a significant difference with respect to the rest of the treatments, The best performance we had was T1, where we reached 6015,88 kg / ha, Through the economic analysis it was found that the best economic performance we had with the T1 treatment with \$ 933,35,

**Keywords:** fertilizers, rice crop yield,

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Abad, C, 2010, Cultivo de arroz, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Ecuador, Agroindustrial Molina Sonora, 2016, Arroz Sonora, Perú,
2. Alcántar, G, y Trejo, L, 2010, Nutrición de cultivos, Editorial Mundi-Prensa, Mexico D, F, – Mexico, 438 p,
3. Alfonzo, N., España, M., & al., e, (08 de Noviembre de 2012), Eficincia de uso de nitrogeno en arroz de secano en el suelo, Recuperado el 06 de Junio de 2019, de Fertilizacion: <http://www.scielo.org,ve/pdf/at/v61n3-4/art04.pdf>
4. Analmos, M, 2013, Producción de arroz (condiciones climáticas para el cultivo de arroz), Ecuador,
5. Brito, D, 2012, Estudio de los Niveles de Fertilidad y su Influencia en la Productividad del Cultivo de Arroz (*Oryza sativa*) en el Recinto Las Maravillas del Cantón Daule, Guayaquil, Ecuador,
6. Caxambu, E, 2013, Manual técnico de Yoorin, Ecuador,
7. CIAT (Centro de investigación de agricultura tropical), 2008, Arroz: Investigación y Producción, Los macro nutrientes en la nutrición de la planta de arroz, Colombia,
8. CROPTI, (2015), Conoces la importancia del ciclo del Nitrógeno, Recuperado el 06 de Febrero de 2019, de La fijación del Nitrógeno: <http://blog,cropti.com/ciclo-nitrogeno-importancia-medio-ambiente-fertilizacion/>
9. De La Cruz, J, (2013), Agronomía, Recuperado el 06 de julio de 2019, de Morfología del Arroz: <http://melagro,blogspot.com/2013/03/morfologia-del-arroz.html>
10. FAGRO, (2009), Sintomas visuales de deficiencia de nutrientes, Recuperado el 07 de Julio de 2019, de Nitrogeno: <http://www,fagro,edu,uy/~fertilidad/curso/docs/sintomas.pdf>

11. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2010, Roma, Italia,
12. FAO, 2009, Comisión Internacional del Arroz Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia,
13. Fertilizando, 2011, Fertilización foliar, Ecuador,
14. Gonzales Huiman, F, (2016), Morfología, taxonomi y fisiología del arroz, Recuperado el 07 de Julio de 2019, de Arroz: <http://dat1960.blogspot.com/2016/07/morfologia-taxonomia-y-fisiologia-de-la.html>
15. González, Y., Ruiz, M, & Muñoz, Y, 2016, Manejo del agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) por trasplante, su efecto en el rendimiento agrícola e industrial, Ecuador,
16. Gurumendi, K, 2015, Efecto de la aplicación de tres fertilizantes foliares, en diferentes formulaciones, sola y combinada, en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), Universidad de Guayaquil, Ecuador,
17. INEC, (2018), INEC\_Censo\_Agrícola, Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>,
18. Infoagro, (2010), Información sobre el cultivo de arroz, Chile,
19. Infoagro, 2011, El cultivo de arroz, Chile,
20. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), 2009, Manual del cultivo de arroz No, 66, 2 ed, Quito, Ecuador, pp, 40-46,
21. INIAP, (2014), Arroz, Recuperado el 06 de julio de 2019, de Introduccion, [www.iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec),
22. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, (INIAP), 2007, Manual de cultivo de arroz No, 66, 2 ed, Estación Experimental Boliche, EC, p, 161,

23. IPNI (International Plant Nutrition Institute), 2009, Micronutrientes, Rosario Argentina,
24. Katayama, T, (2004), Photodegradation of pesticides in plant and soil surfaces, Environmental contamination Toxicology, 182:1-195,
25. Kurtz, D,; Fedre, J, & Ligier, D, 2016, Guía de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de arroz en corrientes, p, 13, Ecuador,
26. Lluch, J, 2010, Cultivos herbáceos extensivos, Cereales, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España,
27. Melgar, D, 2010, Pergamino de aplicación foliar de micronutrientes, Biblioteca de fertilidad y fertilizantes en español, España,
28. Mercí, A, 2011, Requerimientos Edafoclimáticos para el Cultivo de Arroz, Ecuador,
29. Morán, J, 2012, Requerimientos Edafoclimáticos, Cultivo de Arroz, Ecuador,
30. Ordeñana Burnham, O, R, (2012), Producción, Agronomía y control de malezas, Babahoyo, Ecuador,
31. Rimache, M, 2010, Cultivo del arroz, Perú, 111 p,
32. Sánchez A, 2012, Mejora de la Eficacia de los Quelatos de Hierro Sintético a Través de Sustancias Húmicas y Aminoácidos (Tesis Doctoral), Departamento de Agroquímica y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante, Alicante, España, Pag, 160,161,165, 170,
33. Sepúlveda, Y., Claudia, M., & al., e, (2014), Caracterización de los síntomas visuales de deficiencias nutricionales en plántulas, Recuperado el 07 de Febrero de 2019, de MAG: [http://www,mag,go,cr/rev\\_agr/v38n01\\_161,pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v38n01_161.pdf)
34. Tisdale, S,L, y Nelson W,L, 1987, Fertilidad de suelos y fertilizantes, Montaner y Simón S,A, Barcelona, ES, 739 p,
35. Valladares, C, 2010, Taxonomía y botánica de los cultivos de grano, Ecuador,



36. Villavicencio, A, y Vásquez, W, 2008, Guía Técnica de Cultivos, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Manual No, 73, Fichas 1 a 5 (arroz), Quito, Ecuador,

## IX. ANEXOS

### 10,1 PROMEDIOS DATOS DE CAMPO

TRAT	REP	Altura de planta	Macollos por m <sup>2</sup>	Longitud de Panícula (cm)	Granos por panícula	Panícula por m <sup>2</sup>	Peso de 1000 semillas (g)	Rendimiento (kg/Ha)
1	1	124,07	349,60	27,17	108,21	349,60	26,60	5605,00
1	2	118,66	395,20	24,42	80,66	380,00	30,40	5557,50
1	3	114,10	380,00	24,42	76,86	364,80	30,40	5576,50
1	4	113,91	364,80	23,85	81,32	288,80	30,40	5571,75
2	1	123,79	440,80	27,55	73,53	349,60	30,40	5795,00
2	2	119,89	334,40	23,09	82,27	304,00	34,20	5899,50
2	3	116,28	334,40	24,84	96,52	304,00	30,40	5752,25
2	4	118,75	334,40	26,03	118,85	273,60	26,60	5771,25
3	1	120,94	486,40	27,27	78,95	425,60	30,40	6042,00
3	2	117,71	380,00	25,03	98,14	364,80	30,40	5942,25
3	3	115,81	380,00	24,37	99,66	349,60	26,60	6032,50
3	4	109,39	440,80	24,89	94,72	395,20	30,40	6046,75
4	1	114,00	380,00	26,41	84,17	319,20	30,40	5945,10
4	2	114,95	349,60	24,13	75,53	349,60	30,40	5983,10
4	3	113,81	395,20	25,22	74,96	319,20	30,40	5923,25
4	4	114,52	364,80	25,22	78,09	334,40	30,40	5982,15
5	1	113,81	440,80	25,65	93,48	364,80	30,40	5964,10
5	2	110,87	486,40	23,89	112,01	440,80	30,40	5955,55
5	3	112,10	334,40	25,22	77,71	334,40	30,40	5889,05
5	4	102,98	380,00	25,18	112,96	304,00	26,60	5942,25

## 10,2 ADEVAS

Análisis de la varianza

Altura de planta

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta	20	0,8	0,68	2,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	366,48	7	52,35	6,87	0,002
TRAT	218,98	4	54,74	7,18	0,0034
REP	147,5	3	49,17	6,45	0,1176
Error	91,48	12	7,62		
Total	457,96	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,22302

Error: 7,6234 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,		
1	117,69	4	1,38	A	
2	119,68	4	1,38	A	
3	115,96	4	1,38	A	B
4	114,32	4	1,38	A	B
5	109,94	4	1,38		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,18443

Error: 7,6234 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
1	119,32	5	1,23	A
2	116,42	5	1,23	A
3	114,42	5	1,23	A
4	111,91	5	1,23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Macollos por m<sup>2</sup>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Macollos por m <sup>2</sup>	20	0,45	0,13	11,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19707,71	7	2815,39	1,41	0,2865
TRAT	11436,48	4	2859,12	1,43	0,2827
REP	8271,23	3	2757,08	1,38	0,2959
Error	23958,85	12	1996,57		
Total	43666,56	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=100,70901

Error: 1996,5707 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
1	372,4	4	22,34	A
2	361	4	22,34	A
3	421,8	4	22,34	A
4	372,4	4	22,34	A
5	410,4	4	22,34	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=83,90118

Error: 1996,5707 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
1	419,52	5	19,98	A
2	389,12	5	19,98	A
4	376,96	5	19,98	A
3	364,8	5	19,98	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Longitud de Panícula (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de Panícula (cm)	20	0,75	0,6	3,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,44	7	2,92	5,08	0,007
TRAT	0,68	4	0,17	0,3	0,8742
REP	19,76	3	6,59	11,46	0,0108
Error	6,9	12	0,57		
Total	27,34	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,70859

Error: 0,5747 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
1	24,97	4	0,38	A
2	25,38	4	0,38	A
3	25,39	4	0,38	A
4	25,25	4	0,38	A
5	24,99	4	0,38	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,42343

Error: 0,5747 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
1	26,81	5	0,34	A
2	24,11	5	0,34	A
3	24,81	5	0,34	A
4	25,03	5	0,34	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Granos por panícula

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Granos por panícula	20	0,35	0	16,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1394,75	7	199,25	0,93	0,5172
TRAT	990,94	4	247,73	1,16	0,3769
REP	403,82	3	134,61	0,63	0,6101
Error	2567,97	12	214		
Total	3962,72	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=32,97085

Error: 213,9973 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
1	86,76	4	7,31	A
2	92,79	4	7,31	A
3	92,87	4	7,31	A
4	78,19	4	7,31	A
5	99,04	4	7,31	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=27,46818

Error: 213,9973 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
1	87,67	5	6,54	A
2	89,72	5	6,54	A
3	85,14	5	6,54	A
4	97,19	5	6,54	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Panícula por m<sup>2</sup>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Panícula por m <sup>2</sup>	20	0,6	0,37	9,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21290,34	7	3041,48	2,56	0,0728
TRAT	13400,32	4	3350,08	2,82	0,073
REP	7890,02	3	2630,01	2,22	0,1388
Error	14232,06	12	1186,01		
Total	35522,4	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=77,61922

Error: 1186,0053 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
1	345,8	4	17,22	A
2	307,8	4	17,22	A
3	383,8	4	17,22	A
4	330,6	4	17,22	A
5	361	4	17,22	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=64,66497

Error: 1186,0053 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
1	361,76	5	15,4	A
2	367,84	5	15,4	A
3	334,4	5	15,4	A
4	319,2	5	15,4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Peso de 1000 semillas (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de 1000 semillas (g),	20	0,27	0	6,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,05	7	2,58	0,65	0,7094
TRAT	4,33	4	1,08	0,27	0,8899
REP	13,72	3	4,57	1,15	0,3683
Error	47,65	12	3,97		
Total	65,7	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,49134

Error: 3,9710 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
1	29,45	4	1	A
2	30,4	4	1	A
3	29,45	4	1	A
4	30,4	4	1	A
5	29,45	4	1	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,74176

Error: 3,9710 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
1	29,64	5	0,89	A
2	31,16	5	0,89	A
3	29,64	5	0,89	A
4	28,88	5	0,89	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



### Rendimiento (kg/Ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (kg/Ha)	20	0,95	0,93	0,75

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	495208,9	7	70744,13	36,22	<0,0001
TRAT	491186,3	4	122796,6	62,86	<0,0001
REP	4022,62	3	1340,87	0,69	0,5774
Error	23440,9	12	1953,41		
Total	518649,8	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=99,61449

Error: 1953,4086 gl: 12

TRAT	Medias	n	E, E	
3	6015,88	4	22,1	A
4	5958,4	4	22,1	A
5	5937,74	4	22,1	A
2	5804,5	4	22,1	B
1	5577,69	4	22,1	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=82,98933

Error: 1953,4086 gl: 12

REP	Medias	n	E, E	
1	5870,24	5	19,77	A
2	5867,58	5	19,77	A
4	5862,83	5	19,77	A
3	5834,71	5	19,77	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

