



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo directivo, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa, L*), bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo”.

**AUTOR:**

Julio Ariel Vera Bacusoy

**TUTOR:**

Ing. Agr. Edwin Hasang Morán. MSc  
Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo directivo, como  
requisito previo para obtener el título de:

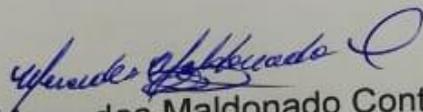
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L), bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo”.

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

  
Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.  
**PRESIDENTE**

  
Agr. Mercedes Maldonado Contreras, MSc  
**VOCAL**

  
Ing. Agr. Dávid Mayorga Arias, MBA  
**VOCAL**

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

Julio Ariel Vera Bacusoy.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado principalmente a Dios, por haberme dado salud, voluntad e infinitas Bendiciones y amor a lo largo de mi carrera universitaria y hasta llegar a este punto de culminación.

A mi esposa Patricia Soriano Dávalos por su apoyo incondicional y por cada uno de los días que me motivaba a culminar mi carrera y por el infinito amor que siempre me da en cada objetivo que quiero lograr.

A mis Padres Julio Vera y Fátima Bacusoy que siempre han querido lo mejor para mí y por ser parte fundamental en todo lo que he logrado, por sus consejos, por sus ejemplos de perseverancia y constancia que los caracteriza y que me han inculcado siempre.

A mi hija Rafaella Vera Soriano que es por quien mis ganas de salir adelante no desmayan, mi mayor razón de ser.

## **AGRADECIMIENTOS**

El agradecimiento primordial para mi familia Bacusoy Ramírez y Vera Vite ya que sin la motivación de ellos que son la base de mi vida esto no fuera hoy una realidad.

A las autoridades y profesores de esta prestigiosa Universidad por contribuir con el inicio y formación técnica de mi vida profesional.

# CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Objetivos.....	2
1.1.1.	Objetivo General.....	2
1.1.2.	Objetivos Específicos .....	2
II.	MARCO TEÓRICO .....	3
2.1.	Origen del Arroz .....	3
2.2.	<i>Oryza sativa</i> .....	3
2.3.	Fisiología del Arroz .....	4
2.4.	Ciclo de cultivo del Arroz.....	4
2.5.	Fertilización .....	5
2.6.	Ácidos húmicos.....	6
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	8
3.1.	Ubicación del sitio experimental .....	8
3.2.	Material de siembra .....	8
3.3.	Variables a estudiar .....	9
3.4.	Métodos .....	9
3.5.	Tratamientos .....	9
3.6.	Diseño experimental .....	10
3.7.	Análisis de varianza .....	10
3.8.	Análisis funcional.....	10
3.9.	Manejo de ensayo.....	10
3.9.1.	Preparación del terreno.....	11
3.9.2.	Segmentación de las parcelas .....	11
3.9.3.	Siembra.....	11
3.9.4.	Fertilización .....	11
3.9.5.	Control de Malezas .....	12
3.9.6.	Control fitosanitario .....	12
3.9.7.	Cosecha.....	12
3.10.	Datos evaluados.....	13
3.10.1.	Altura de planta.....	13
3.10.2.	Número de macollos por m <sup>2</sup> .....	13
3.10.3.	Panículas por m <sup>2</sup> .....	13

3.10.4.	Longitud de panícula.....	13
3.10.5.	Granos por panícula .....	13
3.10.6.	Peso de 1000 semillas .....	14
3.10.7.	Rendimiento del cultivo .....	14
3.11.	Análisis Económico .....	14
3.11.1.	Costo .....	14
3.11.2.	Utilidad .....	15
3.11.3.	Relación Beneficio/Costo .....	15
IV.	RESULTADOS .....	16
4.1	Altura de planta.....	16
4.2	Número de macollos por metro cuadrado .....	17
4.3	Longitud por panícula .....	18
4.4	Granos por panícula .....	19
4.5	Panícula por metro cuadrado.....	20
4.6	Peso de mil semillas .....	21
4.7	Rendimiento .....	22
4.8	Análisis económico .....	23
V.	CONCLUSIONES.....	24
VI.	RECOMENDACIONES .....	25
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	26
VIII.	RESUMEN.....	29
IX.	SUMMARY .....	30
X.	ANEXOS.....	31
10.1.	Promedio datos de libro de campo.....	31
10.2.	Análisis de La Varianza.....	32
10.3.	Ilustraciones .....	39

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*, L), es una de las gramíneas más importantes por su consumo en el Ecuador. Esta trasciende en el efecto socioeconómico a nivel país por constituirse en fuente de empleo de la más importante para muchas familias rurales en todo el litoral.

Con el pasar del tiempo el consumo de este grano se ha incrementado de forma significativamente, sin que esto refleje un incremento en la productividad por área que está en promedio de 3,7 toneladas por hectárea. Según el INEC (2018), en el país se siembra aproximadamente 370 000 ha en dos ciclos productivos referente a la época seca y lluviosa, siendo las localidades de mayor área sembrada Guayas y Los Ríos con el 68,49 % y 26, 17 % respectivamente.

Los elementos nutricionales son un factor importante dentro de la productividad de los cultivos y el arroz no podía ser la excepción, ya que este cultivo depende mucho de los aportes nutricionales brindados, lo cual lo hace muy susceptible a su deficiencia especialmente de nitrógeno (N), Fosforo (P) y potasio (K) generando pérdidas al productor arrocero.

Peña (2013), indica que gran parte de las perdidas ocurren alrededor del parámetro de eficiencia de la fertilización, ya que este depende de varios aspectos agronómicos: propiedad del nutriente, características físico química del suelo, fuente del fertilizante aplicado, métodos y épocas de aplicación y las condiciones climáticas. Por tal este parámetro debe ser tomado en cuenta al momento de calcular una tasa de fertilización, dado que afecta drásticamente en las cantidades de fertilizantes a aplicar.

La eficiencia del nitrógeno se estima un promedio del 33 % en cereales, lo que indica un importante potencial para mejorar en este sentido (CIMMYT, 2017), ya que este se lixivia, volatiliza, y desnitrifica, fluctuando la eficiencia de este nutriente (CIMMYT, 2015)

Actualmente se aplican fertilizantes nitrogenados de acuerdo a la extracción de la planta, detectada a través del análisis del suelo, pero no se considera la eficiencia de los mismos, y esta es una razón del porque muchos cultivos no expresan su máximo potencialidad de rendimiento.

Este estudio pretende medir la eficiencia de la fertilización con el producto órgano mineral BLACKGOLD, sustituyendo las cantidades de nitrógeno aplicadas usualmente.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Determinar el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L), bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la respuesta agronómica del cultivo de arroz a diferentes niveles de fertilización con BLACKGOLD.
- Analizar económicamente los tratamientos en base al rendimiento y costo de producción.
- Determinar la eficiencia económica de los tratamientos con fuentes nitrogenadas aplicados al cultivo.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen del Arroz

Países como China, Japón y Corea se adjudican el origen de esta gramínea, pero estudios morfológicos señalan sus inicios en China. El nombre es una adaptación del griego a la lengua española llegados a través del árabe hispánico. (Agropedia,2019).

La clasificación taxonómica del arroz según National Center for Biotechnology Information es la siguiente:

Reino: Viridiplantae

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Ehrhartoideae

Tribu: Oryzeae

Género: *Oryza*

Especie: *O. sativa*

(NCBI, 2012)

### 2.2. *Oryza sativa*

Se considera al arroz una planta monocotiledónea perteneciente a la familia de las Gramíneas, sub-familia de las Panicoideas y a la tribu Oryzae, su nombre científico es *Oryza sativa*, evolutivamente se conoce que es la forma

perenne del *Oryza perennis* y para otros, el *Oryza rufipogon*; es el antecesor común, tanto del arroz cultivado como del arroz rojo (INFOAGRO, 2013).

El arroz se cultiva en la región Litoral o costa, principalmente en las provincias del Guayas y Los Ríos, zonas que presentan un amplio rango en la distribución de los factores edafoclimáticos que varía desde el trópico húmedo hasta el trópico seco, con temperaturas que fluctúan entre los 20° y 30 °C, precipitaciones promedias de 1200 mm por año, con humedad relativa generalmente alta sobre el 70 % (Iniap, 2019).

### **2.3. Fisiología del Arroz**

Esta gramínea se produce a través de semilla, distinguiéndose tres fases: desarrollo y reproducción y maduración, los cuales tienen períodos de crecimiento bien definidos. en cuanto a la diferenciación de la planta y duración de estas fases, la fase vegetativa dura entre 55 a 60 días en variedades de período corto, y la fase reproductiva, la cual incluye el período desde la formación del primordio floral, pasando por el embuchamiento hasta la emergencia de la panícula (floración) entre 35 y 40 días, y por último la fase de madurez que abarca desde la floración hasta la madurez del grano, y dura de 30 a 40 días (SAG, 2003).

### **2.4. Ciclo de cultivo del Arroz**

Según el INIAP (2014), el arroz es el cultivo de ciclo que más extensamente se siembra en la costa del litoral ecuatoriano, en la cual se siembra aproximadamente 378,643 hectáreas al año con una productividad promedio de 3,7 toneladas por hectárea.

Gonzales (2016), menciona que el ciclo vegetativo y reproductivo del arroz que se cultivan en la actualidad, su etapa fenológica varía de entre 120 a 135 días, este va desde la germinación hasta a la cosecha del grano y depende del material de siembra, y otros factores agro climatológicos como la variación de temperatura que puede acortar o alargar el período de desarrollo del cultivo.

Andrade y Hurtado (2007), indican que el arroz se adapta a diversas condiciones de suelo; sin embargo, las condiciones ideales para obtener una buena cosecha son: pH 6,0 – 7,0, buen contenido de materia orgánica (mayor del 40 %), topografía plana, capa arable profunda (mayor de 25 cm), y buen drenaje superficial. Las temperaturas críticas para la planta de arroz, están generalmente por debajo de 20 °C y superiores a 30 °C, y varían de acuerdo con el estado de desarrollo de la planta

## **2.5. Fertilización**

Las limitantes de fertilidad en los suelos arroceros no son tan graves como para impedir la producción, pero si para reducir los rendimientos, al punto de transformarla en antieconómica. Los costos de producción según diversas fuentes atribuyen a la fertilización entre el 10 y el 15 % del costo operativo total, incidencia muy similar a los EE. UU y el Brasil, de sistemas de cultivo similares. Mayor eficiencia agronómica y económica, puede obtenerse mediante un buen diagnóstico de fertilidad para determinar las cantidades y formas de aplicación, de las formulaciones recomendadas (Quintero, 2016).

El nitrógeno (N) es un elemento esencial en la nutrición vegetal, ya que es el nutriente principal que compone las proteínas, los aminoácidos, los ácidos nucleicos y la clorofila; es por ello que es un elemento que se asocia con el crecimiento vegetativo de las plantas (INTAGRI, 2018).

IMPOFOS (2004), Entre los elementos esenciales minerales, el nitrógeno (N) es el que con más frecuencia limita el crecimiento y el rendimiento de los cultivos, en condiciones naturales el N entra al suelo como resultado de la fijación biológica y de la descomposición de residuos animales y vegetales la cual es muy lenta, por tal razón se requiere añadir N a través de fertilizantes para optimizar el crecimiento y el rendimiento de los cultivos.

Según IPNI (2011), el nitrógeno (N) es un constituyente esencial en los aminoácidos, ácidos nucleídos y clorofila, que promueve el rápido crecimiento y desarrollo, aumentando el tamaño de las hojas, y el contenido proteico del grano,

entre otros, en consecuencia el N afecta todos los parámetros que contribuyen al rendimiento, estando estrechamente relacionada el N en las hojas con la tasa de fotosíntesis en la planta y la producción de la biomasa del cultivo, así mismo cuando se aplica suficiente N se incrementa la demanda de otros macronutrientes como el P y K.

IFA (2002) indica que el Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta, siendo absorbido del suelo bajo forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), en la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas, siendo el constituyente esencial de las proteínas, se involucra en todos los procesos principales del desarrollo del cultivo y en la elaboración del rendimiento.

Una fertilización óptima en el cultivo de arroz debe contar con los siguientes nutrimentos: Nitrógeno, este macronutriente debe ser aplicado el 20% al momento de la siembra para evitar pérdidas por volatilización, el fósforo puede ser incorporado en su totalidad antes de la siembra para su asimilación completa por parte de las plantas, mientras que en el caso del potasio es recomendable aplicarlo en un 100% en la época de siembra. La dosis de cada nutriente debe determinarse respecto a las necesidades del cultivo y en base a las recomendaciones de un análisis químico del suelo, o a su vez al historial de rendimiento del cultivo (Paredes, *et. al*, 2015).

El nitrógeno estimula el crecimiento de tallos y hojas. Además, estimula la producción de proteínas en frutas y granos, y ayuda a que la planta utilice otros nutrientes como fosforo y potasio (Kovacik *et al*. 2007).

## **2.6. Ácidos húmicos**

Es la fracción de las sustancias húmicas, soluble en medio alcalino e insoluble en medio ácido; por su peso molecular mucho más elevado tienen una serie de propiedades relacionadas con el estado coloidal muy diferentes a las de los ácidos fúlvicos, su poder de intercambio catiónico es superior, así como su capacidad de retención de agua (BONSAI, s.f.).

JISA (2019), indica que los ácidos húmicos, tal y como los entendemos en la agricultura, engloban los ácidos húmicos y ácidos fúlvicos. La procedencia puede ser diversa como por ejemplo la turba, restos vegetales, pero la mayor parte de los ácidos húmicos del mercado se obtienen de la Leonardita, que por sus características son considerados los de mejor calidad y mayores propiedades agronómicas.

Agrosure (2018), menciona que BLACKGOLD es un fertilizante órgano-mineral innovador que gracias a la combinación de nitrógeno (26 %) con los ácidos húmicos que contiene, esta mejora la eficacia del proceso nutricional y de los resultados productivos, aumenta la capacidad de la asimilación del sistema radicular, mejorando la eficacia de la fertilización con nitrógeno. Los ácidos húmicos también actúan como transportadores de elementos nutritivos dentro de la planta. Estimula con la acción del nitrógeno, la síntesis de la proteína mejorando la calidad del cultivo y la cosecha

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del sitio experimental

El presente trabajo experimental fue realizado en el proyecto CEDEGE, del cantón Babahoyo provincia de Los Ríos. Ubicado en el Km 12 de la vía Babahoyo – Montalvo; suelos con características francos, y cuyas coordenadas UTM<sup>1</sup> fueron X: 277438,3 E; Y: 110598 N y 9 msnm. El promedio anual de precipitación es de 2329,8 mm; 83% de humedad relativa; 998,2 horas de heliofanía y temperatura de 25,6 °C.<sup>2</sup>

#### 3.2. Material de siembra

Como material de siembra se utilizó la variedad SFL -11, cuyas características son:

**Tabla 1. Descripción de las características fenológicas y genótípicas de variedad SFL -11.**

Ciclo vegetativo de:	127-131 días
Altura de planta	126 cm
Macollamiento	Intermedio
Potencial de rendimiento	6 a 8 t/ha
Índice de pilado (%)	66
Latencia en semanas	4-6
Pyricularia griseae	Tolerante
Hoja blanca	Tolerante
Manchado de grano	Tolerante
Sarocladium oryzae	Tolerante
Rhizoctonia solani	Tolerante

\*Fuente: Ficha técnica INDIA

<sup>1</sup> Fuente: GPS Garmin

<sup>2</sup> Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica de la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador 2018.

### 3.3. Variables a estudiar

Variables independientes: dosis y fertilizante BLACKGOLD

Variable dependiente: comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz.

### 3.4. Métodos

Se emplearán los métodos: deductivo – inductivo; inductivo – deductivo y experimental.

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos fueron constituidos por cuatro dosis de fertilizante órgano mineral nitrogenado BLACKGOLD, y un testigo convencional (utilizando fuente urea). El aporte de P y K fueron aportados como se describe en la tabla.

**Tabla 2. Descripción de los tratamientos a evaluar con sus respectivas dosis y épocas de aplicación.**

Tratamiento	Fuente	Descripción	Dosis de fertilizantes en Kg/ha		
			Nitrógeno	Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)
1	UREA	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	140	60	90
2	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	140	60	90
3	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 25 %) de la dosis.	105	60	90
4	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 50 %) de la dosis.	70	60	90
5	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 75 %) de la dosis.	35	60	90

### **3.6. Diseño experimental**

Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

### **3.7. Análisis de varianza**

Los datos evaluados se sometieron al análisis de la varianza (ANDEVA), tal como se detalla en el siguiente esquema:

**Tabla 3. Análisis de la varianza (ANDEVA)**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grado de libertad</b>
Repetición	3
Tratamientos	4
Error Experimental	12
Total	19

### **3.8. Análisis funcional**

Para determinar la existencia significancia estadística entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de significancia estadística.

### **3.9. Manejo de ensayo**

Durante el desarrollo del cultivo, se realizaron las siguientes labores agronómicas:

### **3.9.1. Preparación del terreno**

En la preparación del suelo se realizó un pase de rom-plow, para luego inundar el terreno para proceder a la labor de fangueo, con la finalidad de proveer las condiciones adecuadas al suelo, que permitan un adecuado trasplante.

### **3.9.2. Segmentación de las parcelas**

Se procedió a delinear cada unidad experimental (UE) de acuerdo al Diseño Experimental propuesto, las cuales tuvieron dimensiones de 6,0 m de largo por 5,0 m de ancho, haciendo un total de 30 metros cuadrados. Es de recalcar que cada UE fue rotulada de acuerdo al sorteo previo.

### **3.9.3. Siembra.**

Para la siembra primero se estableció el semillero, para posterior a los 20 días después de la siembra se realizar el trasplante, cuyo distanciamiento de siembra fue de 25 cm entre hileras y 25 cm entre plantas, contabilizando una población total de 160 000 plantas por hectáreas.

### **3.9.4. Fertilización**

La fertilización edáfica se realizó de forma fraccionada a los 0, 15 y 35 días después del trasplante en base al requerimiento nutricional del cultivo, establecidos por la empresa distribuidora de la semilla. Los elementos aplicados fueron nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K), utilizando como fuente de nitrógeno Urea (46-0-0), Superfosfato triple (0-46-0) y Muriato de potasio (0-0-60), para la aplicación de nitrógeno órgano mineral se utilizó el producto comercial **BLACKGOLD** cuya concentración es 28 % de nitrógeno y 7 % de ácidos húmicos, aplicado como lo indica la tabla de tratamiento.

Para la aplicación del nitrógeno se fracciono en dos partes 50 % en la segunda aplicación 15 días después del trasplante y el 50 % restante en la tercera aplicación 35 días después del trasplante. El fósforo se aplicó 100 % a la siembra

0 (cero) días, y el potasio fue fraccionado en dos partes 50 % a la siembra y 50 % en la segunda aplicación.

Las aplicaciones de oligoelementos como zinc, boro fue por la vía foliar, empleando como fuente la línea de productos Fertiplant, esta fue aplicado en dosis de 2 kg/ha a los 15 y 30 días después del trasplante. Se requirió del análisis de suelo para dosificar los fertilizantes en base a las limitaciones de suelo y requerimiento del cultivo, para este estudio No se vio la necesidad de realizar análisis foliares.

### **3.9.5. Control de Malezas**

Para el control de malezas se utilizó herbicidas pre y post emergentes en función de las malezas de más alta presión en el lote trabajado, especialmente hoja ancha, gramíneas y ciperáceas, para que estas no causen competencia en la toma de nutriente, luz y espacio. Los herbicidas utilizados fueron Prowl (pendimentalina) en dosis de 3,5 L/ha; Butanox (Butachor) en dosis de 2,5 L/ha; Checker (pirazosulfuron etil) 0,35 kg/ha. Antes de la aplicación se procedió a la calibración del equipo de aplicación y a la dosificación del producto en base al área, durante todas las aplicaciones se utilizó el equipo de protección personal EPP.

### **3.9.6. Control fitosanitario**

En base a la presencia de plagas y enfermedades se utilizaron insecticidas y fungicidas específicos para cada caso. Para el control de enfermedades se trató de forma preventiva con triazoles como Logic (Tebuconazol) a dosis de 0,5 L/ha; en el caso de insectos se utilizó Ortrán (Acefato) a dosis de 1 Kg/ha.

### **3.9.7. Cosecha**

La cosecha se efectuó en forma manual con la ayuda de una hoz cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica 128 días.

### **3.10. Datos evaluados**

Los datos evaluados fueron los siguientes:

#### **3.10.1. Altura de planta**

Con la ayuda de una cinta métrica tomó al momento de la cosecha, midiendo en centímetros desde la base de la planta hasta el ápice de la panícula más sobresaliente en 10 plantas tomadas al azar.

#### **3.10.2. Número de macollos por m<sup>2</sup>**

Se evaluó contabilizando al azar todos los macollos adentro del área útil de 1 m<sup>2</sup> de cada unidad experimental, contando los macollos efectivos presentes al momento de la cosecha.

#### **3.10.3. Panículas por m<sup>2</sup>**

Se evaluó contabilizando el número de panículas que se encontraron adentro del marco de la parcela útil 1 m<sup>2</sup> de cada unidad experimental al momento de la cosecha.

#### **3.10.4. Longitud de panícula**

Se determinó midiendo la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula, excluyendo las aristas, en 10 panículas tomadas al azar en cada unidad experimental.

#### **3.10.5. Granos por panícula**

Las panículas utilizadas en la variable longitud de panícula fueron manipuladas para sacar el grano por panícula, donde se procedió al desgrane y posteriormente al conteo del número de granos.

### **3.10.6. Peso de 1000 semillas**

Se procedió a escoger 1000 semillas sin defectos mecánicos o biológicos y posteriormente con la ayuda de una gramera electrónica se procedió a tomar el peso en gramos por cada unidad experimental al momento de la cosecha.

### **3.10.7. Rendimiento del cultivo**

El rendimiento se obtuvo pesando cada uno de los granos provenientes del área útil de cada unidad experimental, uniformizando al 14% de humedad y transformado en kg/ha. Para uniformizar los pesos se empleó la fórmula:<sup>3</sup>

$$Pu = Pa (100 - ha) / (100 - hd)$$

Dónde:

Pu = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

ha = Humedad actual

hd = Humedad deseada

## **3.11. Análisis Económico**

El análisis económico, se realizó en función del nivel de rendimiento de grano en kg/ha., respecto al costo económico de los tratamientos, en relación al beneficio/costo según la metodología sugerida por Aula Fácil.<sup>4</sup>

### **3.11.1. Costo**

El costo de los tratamientos se lo calculo en base al total egresos realizado por hectárea.

---

<sup>3</sup> Azcon-Bieto, J., Talon, M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p

<sup>4</sup> Martínez, L. (2002). Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador. Abya Yala, Quito.

### **3.11.2. Utilidad**

Se obtuvo utilizando la fórmula:

$$U = IB - CT$$

IB = Ingreso bruto

CT= Costos totales

### **3.11.3. Relación Beneficio/Costo**

Se obtuvo utilizando la fórmula: (Vaquiro, 2006).

$$\text{Relación beneficio/Costo} = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Costos Totales}}$$

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Altura de planta

Los promedios de altura de planta, son mostrados en el Tabla 4. 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 121,60 para esta variable.

La altura de planta de los tratamientos T1 y T2 con la fertilización en base al requerimiento del cultivo con las dos fuentes, obtuvieron los mayores valores en altura de planta, con 123,88 cm para urea y 125,98 para BLACKGOLD. El tratamiento T5 con la fertilización disminuida en 75 %, utilizando como fuente BLACKGOLD fue quien obtuvo la menor altura 120,34 cm.

**Tabla 4. Altura de planta, bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo.**

Tratamientos	Fuente	Descripción	Altura de Planta	
			(cm)	
T1	UREA	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	123,88	A
T2	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	125,98	A
T3	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 25 %) de la dosis.	122,06	AB
T4	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 50 %) de la dosis.	120,34	AB
T5	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 75 %) de la dosis.	115,73	B
<b>Promedio</b>			121,60	
<b>CV (%)</b>			2,39	
<b>Tukey (5%)</b>				**

## 4.2 Número de macollos por metro cuadrado

Para esta variable el análisis de varianza no reportó diferencias significativas entre tratamientos, siendo el coeficiente de variación fue 11,53 % y un promedio de 408,00 macollos.

Todos los tratamientos aplicados no presentaron diferencias estadísticas, siendo el T1 quien presentó el mayor número de macollos con 392,00; y el tratamiento T5 con la fertilización nitrogenada disminuida en 75 % presentó 432 macollos.

**Tabla 5. Número de macollos por metro cuadrado, bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo.**

Tratamientos	Fuente	Descripción	Número de macollos
			(m <sup>2</sup> )
T1	UREA	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	392,00
T2	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	380,00
T3	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 25 %) de la dosis.	444,00
T4	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 50 %) de la dosis.	392,00
T5	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 75 %) de la dosis.	432,00
<b>Promedio</b>			408,0
<b>CV (%)</b>			11,53
<b>Tukey (5%)</b>			ns

### 4.3 Longitud por panícula

Esta variable no presentó diferencias significativas entre tratamientos, el coeficiente de variación fue de 3,01 % y un promedio de 26,52 cm. El tratamiento T3, obtuvo la mayor longitud de panícula 26,73 mientras que el tratamiento T5 presentó el menor valor en este ítem 26,30 cm. (Tabla 6).

**Tabla 6. Longitud de panícula, bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo.**

Tratamientos	Fuente	Descripción	Longitud de Panícula
			(cm)
T1	UREA	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	26,28
T2	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	26,71
T3	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 25 %) de la dosis.	26,73
T4	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 50 %) de la dosis.	26,58
T5	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 75 %) de la dosis.	26,30
<b>Promedio</b>			26,52
<b>CV (%)</b>			3,01
<b>Tukey (5%)</b>			ns

#### 4.4 Granos por panícula

Los granos por panícula no presentaron diferencias significativas entre tratamiento, el coeficiente de variación fue de 16,27 % y un promedio de 94,70 granos. El tratamiento T2, obtuvo la mayor cantidad de granos por panícula 104,25 y T5 fue el tratamiento que presentó el menor número de granos 82,30. (Tabla 7).

**Tabla 7. Número de granos por panícula, bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo.**

Tratamientos	Fuente	Descripción	Número de grano por panícula
T1	UREA	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	91,33
T2	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	104,25
T3	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 25 %) de la dosis.	97,68
T4	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 50 %) de la dosis.	97,75
T5	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 75 %) de la dosis.	82,30
<b>Promedio</b>			94,70
<b>CV (%)</b>			16,27
<b>Tukey (5%)</b>			ns

#### 4.5 Panícula por metro cuadrado.

En la variable panícula por metro cuadrado el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre tratamientos, el coeficiente de variación fue 9,96 % y un promedio de 364 panículas. El tratamiento T3, obtuvo el mayor número de panícula 404,0 y el tratamiento T5, presentó el menor valor 324 panículas por metro cuadrado (Tabla 8).

**Tabla 8. Número de panícula por metro cuadrado, bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo.**

Tratamientos	Fuente	Descripción	Número de panícula (m <sup>2</sup> )
T1	UREA	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	364,0
T2	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	380,0
T3	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 25 %) de la dosis.	404,0
T4	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 50 %) de la dosis.	348,0
T5	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 75 %) de la dosis.	324,0
<b>Promedio</b>			364,0
<b>CV (%)</b>			9,96
<b>Tukey (5%)</b>			ns

#### 4.6 Peso de mil semillas

En la variable peso de 1000 semillas el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre tratamientos, el coeficiente de variación fue 6,68 % y promedio de 31,40 gramos. Los tratamientos T1 y T2, obtuvieron la mayor cantidad de peso 32,00 gramos, mientras los tratamientos T3; T4 y T5 presentaron peso de 31,00 gramos por cada 1000 semillas (Tabla 9).

**Tabla 9. Peso de 1000 semillas, bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo.**

Tratamientos	Fuente	Descripción	Peso 1000 semillas
			(g)
T1	UREA	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	32,00
T2	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	32,00
T3	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 25 %) de la dosis.	31,00
T4	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 50 %) de la dosis.	31,00
T5	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 75 %) de la dosis.	31,00
<b>Promedio</b>			31,40
<b>CV (%)</b>			6,68
<b>Tukey (5%)</b>			ns

#### 4.7 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 6167,20 kilogramos. Los tratamientos T1; T2 y T3 obtuvieron la mayor cantidad de peso en kilogramos 6272,00 kg; 6332,50 kg y 6250,25 kg respectivamente. El tratamiento testigo T5, presentó el menor peso en kilogramos 5871,25 kilogramos. (Tabla 10).

**Tabla 10. Rendimiento, bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo.**

Tratamientos	Fuente	Descripción	Rendimiento	
			(Kg/Ha)	
T1	UREA	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	6272,00	A
T2	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	6332,50	A
T3	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 25 %) de la dosis.	6250,25	A
T4	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 50 %) de la dosis.	6110,00	B
T5	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 75 %) de la dosis.	5871,25	C
<b>Promedio</b>			6167,20	
<b>CV (%)</b>			0,75	
<b>Tukey (5%)</b>			**	

#### 4.8 Análisis económico

Tabla 11 Análisis económico bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo.

Tratamientos						Rend. kg/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)					Beneficio neto (USD)	Eficiencia económica
N°	Fuente	Descripción	Dosis (kg/ha)					Fijos	Variables			Total		
			Nitrógeno	Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)				Productos (N)	Productos (P+K)	Cosecha + Transporte			
T1	UREA	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	140	60	90	6272.00	\$1,884,70	\$600,00	\$146,00	\$112,00	\$206,98	\$1,064,98	\$819,72	\$0,02
T2	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada en base al requerimiento del cultivo.	140	60	90	6332.50	\$1,902,88	\$600,00	\$500,00	\$112,00	\$208,97	\$1,420,97	\$481,90	\$0,08
T3	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 25 %) de la dosis.	105	60	90	6250.25	\$1,878,16	\$600,00	\$375,00	\$112,00	\$206,26	\$1,293,26	\$584,90	\$0,06
T4	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 50 %) de la dosis.	70	60	90	6110.00	\$1,836,02	\$600,00	\$250,00	\$112,00	\$201,63	\$1,163,63	\$672,39	\$0,04
T5	BLACKGOLD	Fertilización nitrogenada (- 75 %) de la dosis.	35	60	90	5871.25	\$1,764,27	\$600,00	\$125,00	\$112,00	\$193,75	\$1,030,75	\$733,52	\$0,02

UREA = \$ 23,00 (Saco 50 Kg)

Jornal = \$ 12,00

SPT = \$ 28 (Saco 50 Kg)

Costo arroz (kg) = \$ 0,31

MOP \$ 28 (Saco 50 Kg)

Cosecha + transporte = \$ 0,033 kg

BLACKGOLD \$ 25 (Saco 25 Kg)

## V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye que:

- El efecto agronómico del cultivo a las aplicaciones de las dos fuentes de nitrógeno (T1 y T2), no fueron muy contundente, ya que se pudo observar que no existieron significancia estadística en la mayoría de las variables evaluadas, a excepción de altura de planta y rendimiento donde si se evidencio variabilidad en los tratamientos ejecutados.
- El tratamiento T1 con fuente de nitrógeno (Urea), fue el tratamiento con mayor beneficio neto \$ 819,72 alcanzando una productividad de 6272,00 kilogramos por hectárea.
- Finalmente se pudo evidenciar que el tratamiento T1 a base de la aplicación de nitrógeno con la fuente Urea, fue el que obtuvo la mayor eficiencia económica sobre la productividad, utilizando \$ 0,02 para producir un kilo de arroz

## VI. RECOMENDACIONES

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

- Validar los resultados obtenidos en otras zonas arroceras del país, donde la eficiencia de los fertilizantes especialmente los nitrogenados varían constantemente.
- Replicar este trabajo experimental utilizando diferentes fuentes y dosis de fertilizantes nitrogenados.
- Manejar de manera tecnificada los fertilizantes especialmente nitrogenados, con el objetivo de minimizar mermas, y poder alcanzar mayores beneficios económicos.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Agropedia. (2019). *El Cultivo de Arroz*. Recuperado el 06 de Febrero de 2019, de Origen del Arroz: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-arroz/>
2. INIAP. (2014). Arroz. Recuperado el 07 de Febrero de 2019, de Introduccion.
3. Gonzales Huiman, F. (9 de Julio de 2016). Morfologia, taxonomi y fisiologia del arroz. Recuperado el 08 de Febrero de 2019, de Arroz: <http://dat1960.blogspot.com/2016/07/morfologia-taxonomia-y-fisiologia-de-la.html>
4. Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG). (Agosto de 2003). Manual Tecnico para el Cultivo de Arroz. Recuperado el 08 de Febrero de 2019, de Fisiologia del Arroz: <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>.
5. INIAP. (2019). Arroz. Recuperado el 11 de Febrero de 2019: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>.
6. IPNI (International Plant Nutrition Institute). 2018. Informativo público demostrativo sobre la importancia del nitrógeno en cultivo de arroz. Disponible en: <http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf>. Revisado el 24 de febrero de 2019.
7. BONSAI (s.f). Información pública demostrativa sobre “Ácidos húmicos y fúlvicos”. Disponible en: <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/acidossulfuricos-y-acidosfulvicos/>. Revisado el 15 de febrero de 2019.
8. Quinto. (2013). “Mejoramiento de eficiencia de la urea mediante la adición de ácidos húmicos, fúlvicos y aplicación de fitohormonas en arroz (*Oryza sativa L.*)”. Tesis de grado de ingeniero agrónomo. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. EC. pp. 44-45.
9. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (IFA), 2002. Los fertilizantes y su uso. Guía de manejo de fertilizantes. Cuarta edición.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.  
Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes Roma.

10. Quintero. (2016). Ensayos de fertilización balanceada de arroz (tercer año). Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Ensayos-Fertilizacion-Balanceada-Arroz.asp>. Consultado el 7 de marzo del 2019.

11. Infoagro. (2013). Cultivos herbáceos y cereales. Disponible en [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). Consultado marzo 2019.

12. JISA. (2019). Los acidos humicos y acidos fulvicos. Disponible en: <https://www.acidoshumicos.com/los-acidos-humicos-y-acidos-fulvicos/>. Consultado el 2 de abril del 2019.

13. INEC. (2018). Instituto Nacional de estadísticas y Censos. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>. Consultado el 1 de abril del 2019.

14. CIMMYT (2017). Algún día, cultivos que hacen uso eficiente del nitrógeno: ¿Podemos producir más con menos emisiones?. Disponible en: [https://www.cimmyt.org/es/press\\_release/algun-dia-cultivos-que-hacen-uso-eficiente-del-nitrogeno-podemos-producir-mas-con-menos-emisiones/](https://www.cimmyt.org/es/press_release/algun-dia-cultivos-que-hacen-uso-eficiente-del-nitrogeno-podemos-producir-mas-con-menos-emisiones/). Consultado el 4 de abril del 2019.

15. CIMMYT (2015). Eficiencia del uso de nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación. Disponible en: [http://conservacion.cimmyt.org/en/component/docman/doc\\_view/1502-eficiencia-del-uso-de-nitrogeno](http://conservacion.cimmyt.org/en/component/docman/doc_view/1502-eficiencia-del-uso-de-nitrogeno). Consultado el 4 de abril del 2019.

16. Azcon-Bieto, J., Talon, M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p

17. Martínez (2002). Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador. Abya Yala, Quito.

18. FACIAG (2018). Estación Agrometeorológica de la Universidad Técnica de Babahoyo.
19. Agrosure (2018). Ficha tecnica de BLACKGOLD. Fertilizante organo mineral nitrogenado.
20. INTAGRI (2018). Guia de Fertilizantes Nitrogenados para cultivos. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-nitrogenados-para-cultivos>.
21. IMPOFOS (2014). Informaciones Agronomicas. Se esta agotando el fosforo para la produccion agricola?. Extraido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B53E3BBEE9B8CB78852579A30074AEF5/\\$FILE/Inf-Agro%2054.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B53E3BBEE9B8CB78852579A30074AEF5/$FILE/Inf-Agro%2054.pdf).
22. NCBI, (2012) National Center for Biotechnology Information, NCBI. Consultado el (19/02/2019). Disponible: <http://www.ncbi.nlm.gov>
23. Andrade, F. y Hurtado, J. (2007). Taxonomía, Morfología, Crecimiento y Desarrollo de la Planta de Arroz. En Manual del Cultivo de Arroz. INIAP, Estación Experimental Boliche. Manual N°. 66. Ecuador. pp. 7 – 9. pp. 11 – 12
24. Paredes, M., Parada, J., & Riquelme, J. (2015). Producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 306. Santiago, Chile.
25. Kovacik, J; Klejdus, B; Backor, M; Repcak, M. 2007. Phenylalanine ammonialyase activity and phenolic compounds accumulation in nitrogen-deficient *Matricaria chamomilla* leaf rosettes. Plant Science. Oxford, United Kingdom. N° 172, 393-399 pp.

## RESUMEN

En la actualidad se aplican fertilizantes nitrogenados de acuerdo al requerimiento o extracción de la planta, la cual se detecta a través del análisis del suelo, sin considerar la eficiencia de los mismos, siendo esta la razón del porque muchos cultivos no expresan su máximo potencialidad de rendimiento. Este estudio midió la eficiencia de la fertilización órgano mineral BLACKGOLD, sustituyendo las cantidades de nitrógeno aplicadas usualmente con Urea. El objetivo general fue determinar el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L), bajo diferentes niveles de fertilización órgano mineral nitrogenado, en la zona de Babahoyo. El trabajo se desarrolló en el proyecto CEDEGE, del cantón Babahoyo provincia de Los Ríos. Ubicado en el Km 12 de la vía Babahoyo – Montalvo. El material siembra utilizado fue la variedad SFL -11 de la empresa Pronaca. Los tratamientos fueron constituidos por cuatro dosis de fertilizante órgano mineral nitrogenado BLACKGOLD, y un testigo convencional (utilizando fuente urea). El diseño utilizado fue Bloques Completos al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Solo se detectaron diferencias estadísticamente significativas en las variables altura de planta y rendimiento. Para la altura de planta de los tratamientos T1 y T2, obtuvieron los mayores valores en altura de planta, con 123, 88 cm para urea y 125,98 para BLACKGOLD. El tratamiento T5 con la fertilización disminuida en 75 % y utilizando como fuente BLACKGOLD fue quien obtuvo la menor altura 120,34 cm. 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 6167,20 kilogramos. Los tratamientos T1; T2 y T3 obtuvieron la mayor cantidad de peso en kilogramos 6272,00 kg; 6332,50 kg y 6250,25 kg respectivamente. El tratamiento testigo T5, presentó el menor peso en kilogramos 5871,25 kilogramos.

Palabras claves: fertilización; ácidos húmicos; eficiencia agronómica.

## SUMMARY

At present, nitrogen fertilizers are applied according to the requirement or extraction of the plant, which is detected through the analysis of the soil, without considering the efficiency of the same, this being the reason why many crops do not express their maximum potential. performance. This study measured the efficiency of BLACKGOLD mineral organ fertilization, replacing the amounts of nitrogen usually applied with Urea. The general objective was to determine the agronomic performance and yield of the rice crop (*Oryza sativa*, L), under different levels of nitrogen mineral organ fertilization, in the Babahoyo area. The work was developed in the CEDEGE project, of the Babahoyo county of Los Ríos province. Located at Km 12 of the Babahoyo - Montalvo road. The sowing material used was the SFL-11 variety from Pronaca. The treatments were constituted by four doses of BLACKGOLD nitrogenous organ fertilizer, and a conventional control (using urea source). The design used was Complete Random Blocks (DBCA), with five treatments and four repetitions. Only statistically significant differences were detected in the plant height and yield variables. For the plant height of treatments T1 and T2, they obtained the highest values in plant height, with 123, 88 cm for urea and 125.98 for BLACKGOLD. The treatment T5 with fertilization decreased by 75 % and using as source BLACKGOLD was the one who obtained the lowest height 120,34 cm. In the performance variable the analysis of variance detected highly significant differences between treatments and the coefficient of variation was 0,75 % and an average of 6167,20 kilograms. The T1 treatments; T2 and T3 obtained the highest amount of weight in kilograms 6272,00 kg; 6332,50 kg and 6250,25 kg respectively. The control treatment T5, had the lowest weight in kilograms 5871,25 kilograms.

Keywords: fertilization; humic acids; agronomic efficiency.

## ANEXOS

### Promedio datos de libro 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	130,60	368,00	28,60	113,90	368,00	32,00	6258,00
1	2	124,90	416,00	25,70	84,90	400,00	32,00	6298,00
1	3	120,10	400,00	25,70	80,90	384,00	32,00	6235,00
1	4	119,90	384,00	25,10	85,60	304,00	32,00	6297,00
		<b>123,88</b>	<b>392,00</b>	<b>26,28</b>	<b>91,33</b>	<b>364,00</b>	<b>32,00</b>	<b>6272,00</b>
2	1	130,30	464,00	29,00	98,40	384,00	32,00	6360,00
2	2	126,20	352,00	24,30	117,90	464,00	36,00	6255,00
2	3	122,40	352,00	26,15	81,80	352,00	32,00	6350,00
2	4	125,00	352,00	27,40	118,90	320,00	28,00	6365,00
		<b>125,98</b>	<b>380,00</b>	<b>26,71</b>	<b>104,25</b>	<b>380,00</b>	<b>32,00</b>	<b>6332,50</b>
3	1	127,30	512,00	28,70	77,40	448,00	32,00	6278,00
3	2	123,90	400,00	26,35	86,60	384,00	32,00	6269,00
3	3	121,90	400,00	25,65	101,60	368,00	28,00	6199,00
3	4	115,15	464,00	26,20	125,10	416,00	32,00	6255,00
		<b>122,06</b>	<b>444,00</b>	<b>26,73</b>	<b>97,68</b>	<b>404,00</b>	<b>31,00</b>	<b>6250,25</b>
4	1	120,00	400,00	27,80	83,10	336,00	28,00	6100,00
4	2	121,00	368,00	25,40	103,30	368,00	32,00	6210,00
4	3	119,80	416,00	26,55	104,90	336,00	32,00	6055,00
4	4	120,55	384,00	26,55	99,70	352,00	32,00	6075,00
		<b>120,34</b>	<b>392,00</b>	<b>26,58</b>	<b>97,75</b>	<b>348,00</b>	<b>31,00</b>	<b>6110,00</b>
5	1	119,80	464,00	27,00	88,60	368,00	32,00	5900,00
5	2	116,70	512,00	25,15	79,50	320,00	32,00	5850,00
5	3	118,00	352,00	26,55	78,90	320,00	32,00	5870,00
5	4	108,40	400,00	26,50	82,20	288,00	28,00	5865,00
		<b>115,73</b>	<b>432,00</b>	<b>26,30</b>	<b>82,30</b>	<b>324,00</b>	<b>31,00</b>	<b>5871,25</b>

## 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	405,9	7	57,99	6,86	0,002
TRAT	242,56	4	60,64	7,18	0,0034
REP	163,35	3	54,45	6,45	0,0076
Error	101,36	12	8,45		
Total	507,26	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,55044  
 Error: 8,4467 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,		
2	125,98	4	1,45	A	
1	123,88	4	1,45	A	
3	122,06	4	1,45	A	B
4	120,34	4	1,45	A	B
5	115,73	4	1,45		B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,45720  
 Error: 8,4467 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
1	125,6	5	1,3	A
2	122,54	5	1,3	A
3	120,44	5	1,3	A
4	117,8	5	1,3	A

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

### Número de Macollos en 1 m2

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número de Macollos en 1 m2	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	21836,8	7	3119,54	1,41	0,2865
TRAT	12672	4	3168	1,43	0,2827
REP	9164,8	3	3054,93	1,38	0,2959
Error	26547,2	12	2212,27		
Total	48384	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=106,00948  
 Error: 2212,2667 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
3	444	4	23,52	A
5	432	4	23,52	A
4	392	4	23,52	A
1	392	4	23,52	A
2	380	4	23,52	A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=88,31703  
 Error: 2212,2667 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
1	441,6	5	21,03	A
2	409,6	5	21,03	A
4	396,8	5	21,03	A
3	384	5	21,03	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, Modelo	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	22,65	7	3,24	5,07	0,0071
REP	0,76	4	0,19	0,3	0,8736
Error	21,89	3	7,3	11,42	0,0008
Total	7,67	12	0,64		
	30,32	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,80156  
Error: 0,6389 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
3	26,73	4	0,4	A
2	26,71	4	0,4	A
4	26,58	4	0,4	A
5	26,3	4	0,4	A
1	26,28	4	0,4	A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,50089  
Error: 0,6389 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
1	28,22	5	0,36	A
4	26,35	5	0,36	B
3	26,12	5	0,36	B
2	25,38	5	0,36	B

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

### Número de grano/ panícula

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número de grano/ 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	1545,41	7	220,77	0,93	0,5171
TRAT	1097,99	4	274,5	1,16	0,3768
REP	447,42	3	149,14	0,63	0,61
Error	2844,84	12	237,07		
Total	4390,25	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=34,70275  
 Error: 237,0696 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
2	104,25	4	7,7	A
4	97,75	4	7,7	A
3	97,68	4	7,7	A
1	91,33	4	7,7	A
5	82,30	4	7,7	A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=28,91104  
 Error: 237,0696 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
4	102,3	5	6,89	A
2	94,44	5	6,89	A
1	92,28	5	6,89	A
3	89,62	5	6,89	A

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

## Número de Panícula en 1 m2

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Número de Panícula en 1 m2	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	23590,4	7	3370,06	2,56	0,0728
TRAT	14848	4	3712	2,82	0,073
REP	8742,4	3	2914,13	2,22	0,1388
Error	15769,6	12	1314,13		
Total	39360	19			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=81,70444					
Error: 1314,1333 gl: 12					
TRAT	Medias	n	E,E,		
3	404	4	18,13	A	
5	324	4	18,13	A	
1	364	4	18,13	A	
4	348	4	18,13	A	
2	380	4	18,13	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=68,06838					
Error: 1314,1333 gl: 12					
REP	Medias	n	E,E,		
2	387,2	5	16,21	A	
1	380,8	5	16,21	A	
3	352	5	16,21	A	
4	336	5	16,21	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	20	7	2,86	0,65	0,7094
TRAT	4,8	4	1,2	0,27	0,8899
REP	15,2	3	5,07	1,15	0,3683
Error	52,8	12	4,4		
Total	72,8	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,72773  
 Error: 4,4000 gl: 12

TRAT	Medias	n	E,E,	
4	32	4	1,05	A
2	32	4	1,05	A
5	31	4	1,05	A
3	31	4	1,05	A
1	31	4	1,05	A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,93869  
 Error: 4,4000 gl: 12

REP	Medias	n	E,E,	
2	32,8	5	0,94	A
3	31,2	5	0,94	A
1	31,2	5	0,94	A
4	30,4	5	0,94	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	548707,9	7	78386,84	36,22	<0,0001
TRAT	544250,7	4	136062,68	62,86	<0,0001
REP	4457,2	3	1485,73	0,69	0,5774
Error	25973,3	12	2164,44		
Total	574681,2	19			
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=104,85736					
Error: 2164,4417 gl: 12					
TRAT	Medias	n	E,E,		
2	6332,5	4	23,26	A	
1	6272	4	23,26	A	
3	6250,25	4	23,26	A	
4	6110	4	23,26		B
5	5871,25	4	23,26		C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=87,35719					
Error: 2164,4417 gl: 12					
REP	Medias	n	E,E,		
1	6179,2	5	20,81	A	
2	6176,4	5	20,81	A	
4	6171,4	5	20,81	A	
3	6141,8	5	20,81	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

## 7.1. Ilustraciones



**Preparación de terreno**



**Semillero**



**Siembra del lote experimental**



**Rotulado de parcelas experimentales**



**Fertilización**



**Control Fitosanitario**



Evaluación longitud de espiga



Visita del Ing. Edwin Hasang al lote de trabajo