



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo experimental, presentado a la Unidad de Titulación, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la  
zona de Cedegé, Babahoyo”

**AUTOR:**

Jean Carlos Carbo Aguirre

**TUTOR:**

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, 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 de la  
Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la  
zona de Cedegé, Babahoyo”

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. Agr. Rosa Guillén Mora.

**PRESIDENTE**

Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, MSc.

**VOCAL**

Ing. Agr. Eduardo Collina Navarrete, MSc.

**VOCAL**

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

  
Jean Carlos Carbo Aguirre

## DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a:

A mi madre querida, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional porque sé que ella me ha ayudado en todo momento y lo sigue haciendo, además de haberme dado la vida, siempre confió en mí y nunca me abandonó. Te quiero mamita esto para Ud.

También va Dedicado a mi padre que gracias a su disciplina formo en mí el hombre que soy, a cada uno de mis hermanos que estuvieron ahí en cada momento para ayudarme sin Uds. no hubiese sido posible esto.

Jean Carlos Carbo Aguirre

## **AGRADECIMIENTO**

*¡Que nadie se quede afuera, se los Agradezco a todos!*

*Principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.*

*Por el esfuerzo, dedicación, paciencia, por su confianza y por todo lo que me ha dado a lo largo de mi carrera y de mi vida, este Proyecto de titulación va dedicado a mi madre.*

*Agradezco a mi familia, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, a la Carrera de Agronomía, a todos los profesores por ayudarme en mi formación académica también a mis compañeros de aulas quien cada uno fue parte de este proceso en mi carrera, gracias muchachos.*

*Jean Carlos Carbo Aguirre*

## CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. General:.....	2
1.1.2. Específicos:.....	2
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Características del sitio experimental .....	17
3.2. Material genético.....	17
Características agronómicas:.....	17
3.3. Métodos .....	18
3.4. Factores estudiados.....	18
3.5. Tratamientos .....	18
3.6. Diseño experimental .....	18
3.6.1. Diseños de las parcelas experimentales.....	19
3.7. Análisis de varianza .....	19
3.8. Manejo del ensayo .....	19
3.8.1. Preparación del terreno .....	19
3.8.2. Siembra .....	19
3.8.3. Riego .....	19
3.8.4. Fertilización .....	20
3.8.5. Control de malezas.....	20
3.8.6. Control fitosanitario.....	20
3.8.7. Cosecha .....	20
3.9. Datos evaluados .....	20
3.9.1. Días a la floración (días).....	20
3.9.2. Altura de la planta (cm).....	21
3.9.3. Número de macollos.....	21
3.9.4. Panículas por metro cuadrado.....	21
3.9.5. Longitud de panícula (cm) .....	21
3.9.6. Número de granos /panícula.....	21
3.9.7. Peso de mil granos (g).....	21
3.9.8. Rendimiento del cultivo.....	21

3.9.9. Análisis económico .....	22
IV. RESULTADOS .....	23
4.1. Días a floración .....	23
4.2. Altura de planta .....	23
4.3. Número de macollos/m <sup>2</sup> .....	24
4.4. Número de panículas/m <sup>2</sup> .....	25
4.5. Longitud de panículas .....	26
4.6. Granos por panículas .....	26
4.7. Peso de 1000 granos .....	27
4.8. Rendimiento .....	28
4.9. Análisis económico .....	29
V. CONCLUSIONES .....	32
VI. RECOMENDACIONES .....	33
VII. RESUMEN .....	34
VIII. SUMMARY .....	35
IX. BIBLIOGRAFÍA .....	36
X. APÉNDICE .....	39
10.1. Cuadros de resultados y análisis de varianza .....	39
10.2. Fotografías .....	47

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	18
Cuadro 2. Días a floración y altura de planta, en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	24
Cuadro 3. Número de macollos y panículas/m <sup>2</sup> , en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	25
Cuadro 4. Longitud de panículas y granos por panículas, en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	27
Cuadro 5. Peso de 1000 granos y rendimiento, en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	28
Cuadro 6. Costos fijos/ha, en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	29
Cuadro 7. Análisis económico/ha, en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	31
Cuadro 8. Días a floración, en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	39
Cuadro 9. Altura de planta, en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	40
Cuadro 10. Número de macollos/m <sup>2</sup> , en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	41
Cuadro 11. Número de panículas/m <sup>2</sup> , en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	42
Cuadro 12. Longitud de panículas, en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	43
Cuadro 13. Granos por panículas, en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	44
Cuadro 14. Peso de 1000 granos, en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	45
Cuadro 15. Rendimiento, en la absorción de Nitrógeno en dos variedades de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018 .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Delimitando terreno para la siembra.....	48
Fig. 2. Trasplante del cultivo de arroz .....	48
Fig. 3. Aplicando herbicida para realizar el control de malezas .....	49
Fig. 4. Cultivo de arroz en desarrollo.....	49
Fig. 5. Visita del Coordinador de Titulación .....	50
Fig. 6. Visita del Tutor del ensayo .....	50
Fig. 7. Fumigación del cultivo con insecticidas.....	51
Fig. 8. Evaluando datos de altura de planta .....	51

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, producido por los países para producir su propio consumo.

En el Ecuador se siembran aproximadamente 343 936 has, de las cuales se cosechan 332 988 con una producción de 1 239 269 t. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114 545 ha, de las cuales se cosechan 110 386 ha, alcanzando una producción de 359 569 t.<sup>1</sup>

Los suelos inundados poseen un ambiente único para el crecimiento y nutrición del arroz, ya que la zona que rodea el sistema radicular se caracteriza por la falta de oxígeno y para evitar la asfixia radicular la planta posee unos tejidos especiales y espacios desarrollados en la lámina de la hoja y el tallo que forman un sistema eficiente para el paso del aire.

Es necesario fertilizar para nutrir y alimentar a las plantas, ya que los suelos no poseen la suficiente cantidad de nutrimentos para el proceso de germinación y desarrollo de los cultivos, debido a que en la actualidad existen suelos pobres, por lo que es necesario complementarlos con microelementos, especialmente Nitrógeno.

El nitrógeno es considerado el elemento nutritivo que repercute de forma directa sobre la producción, aumentando el porcentaje de espigas, incrementa la superficie foliar contribuyendo al incremento de la calidad del grano. El arroz necesita de nitrógeno en dos momentos críticos del cultivo, en la fase de ahijamiento a los 35 días después de la siembra cuando las plantas desarrollan la vegetación y desde el comienzo del alargamiento del entrenudo superior, es decir al inicio del ciclo reproductivo.

El deficiente rendimiento de grano por unidad de superficie, debido a la falta

---

<sup>1</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2017. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

de aplicación de nitrógeno para el desarrollo y producción del cultivo de arroz es una de las principales problemáticas que afecta al cultivo.

El presente trabajo experimental tuvo como finalidad investigar la influencia del nitrógeno para el buen comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General:**

Evaluar la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Cedegé, Babahoyo.

### **1.1.2. Específicos:**

- Identificar la fuente de Nitrógeno que incremente el rendimiento de la variedad de arroz SFL 09 en la zona de Cedegé.
- Determinar la dosis adecuada de nitrógeno para el cultivo de arroz.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

## II. MARCO TEÓRICO

Martín (2014) difunde que el arroz es uno de los cereales más antiguos que los agricultores cultivan bajo riego por más de cuatro mil años y es el alimento más importante en el mundo, resultando ser una fuente de alimento primario para más de un tercio de la población mundial.

Quintero (2017) informa que en la actualidad la productividad media nacional de arroz está estancada en menos de 50 % de su potencial productivo. No hay un factor limitante, sino un conjunto de factores acumulados que reducen el rendimiento. Todos los factores de la producción deben ser considerados para aspirar a altos rendimientos y dentro de ellos la fertilización es un factor clave para incrementar los rindes. Con un ajuste minucioso de las prácticas de manejo es posible llegar a producciones del 80 % del potencial.

Loeb, *et al.* (2013) indican que entre las principales limitantes del cultivo de arroz, se encuentran el manejo del agua y la baja disponibilidad de nutrimentos en el suelo, elevando los costos de producción. Los fertilizantes influyen en el aumento de los costos y por esto se hace indispensable realizar investigaciones tendientes a buscar mayor eficiencia en su aprovechamiento, lo cual se puede lograr conociendo las condiciones de manejo del agua que p u e den minimizar las pérdidas de nitrógeno en el suelo.

Martín (2014) señala que el aumento de la producción arroceras y sus rendimientos, la reducción de los costos y satisfacción de las demandas de consumo son objetivos comunes de los productores e investigadores en la actualidad.

Villarreal, *et al.* (2017) manifiestan que el arroz representa el alimento básico de la población y su cultivo es una importante fuente de empleo para los países que lo producen. El excesivo uso de fertilización nitrogenada por parte de los productores no solo ha ocasionado desbalances nutricionales en el suelo, sino

también, el peligro latente de contaminación de los acuíferos subterráneos.

Cazar (2014) dice que la intensificación de las actividades agrícolas en las últimas tres décadas en la región pampeana trajo aparejada una gran extracción de nutrientes del suelo, que no fueron repuestos con la misma intensidad. Los nutrientes más afectados por los procesos de degradación a causa de la agricultura continuada son aquellos que provienen de la materia orgánica del suelo tales como el nitrógeno, el fósforo y el azufre.

Pirchi (2017) divulga que la necesidad de transformar el sistema de explotación arrocerero en una actividad cada día más rentable y competitiva, exige que el uso de los insumos se haga en forma cada vez más eficiente. La utilización de la fertilización nitrogenada en arroz, es una práctica que está muy difundida y con amplia aceptación. El uso apropiado del nitrógeno puede aumentar sustancialmente los rendimientos del arroz, tomando en consideración que la eficiencia del uso del fertilizante nitrogenado varía con las características de la planta y las condiciones ambientales.

Loeb, *et al.* (2013) explican que los fertilizantes son uno de los insumos productivos más eficaces en lo que se refiere al arroz, pero su utilización resulta costosa. El costo puede seguir siendo el mismo y variar su eficacia de acuerdo con la variedad cultivada y otras prácticas agronómicas adoptadas. La úrea es el fertilizante más utilizado en arrozales inundados, pero las pérdidas de nitrógeno a partir de ésta oscilan entre 40 y 80 %.

Álvarez, *et al.* (2014) expresan que los fertilizantes representan entre 12 y 14 % de los costos de producción del cultivo de arroz y en los últimos años, las dosis de fertilización se ha incrementado para lograr mejores rendimientos, aspecto que influye en los costos de producción debido a que la mayoría de estos productos son importados. El arroz responde muy bien a las aplicaciones de N. Existe una influencia positiva del nitrógeno sobre los rendimientos de arroz y que este efecto es mayor cuando se fracciona en dos aplicaciones: 1/2 en la siembra y 1/2 a los 45 días posteriores a la siembra.

Para Villarreal (2015), el uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos en la agricultura, sobre todo de la urea, ha tenido efectos perjudiciales en las propiedades del suelo y su conservación; se ha causado en muchos casos la acidificación de los suelos cultivables y la disminución de la materia orgánica hasta llegar a la pérdida de la capa arable, lo que ha provocado que cientos de áreas antes cultivadas quedaran en total desertificación. Actualmente, son escasos los estudios que existen sobre la utilización de fuentes naturales que ayuden al mejor aprovechamiento y conservación de los nutrientes en el suelo, para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas.

Quirós y Ramírez (2016) mencionan que al igual que en otros cultivos, el nitrógeno (N) es el principal factor limitante en la producción agrícola del arroz (*Oryza sativa* L.). Su disponibilidad se considera esencial por ser un componente básico en todas las moléculas orgánicas involucradas en el crecimiento y desarrollo vegetal.

Pacheco y Cabrera (2014) aclaran que la producción agrícola depende en gran medida de que los suelos sean capaces de desarrollar cultivos con un buen rendimiento y esa capacidad es establecida por su fertilidad. El contenido de nutrientes de origen natural en los suelos, generalmente no es suficiente para lograr una adecuada fertilidad, por esa razón se emplean los fertilizantes naturales orgánicos y químicos.

Pirchi (2017) sostiene que el momento y la dosis para optimizar el uso del nitrógeno están determinados por las condiciones del ambiente y la demanda del cultivo. Tradicionalmente la fertilización nitrogenada se aplica en dos momentos bien definidos, al inicio del macollaje (temprana) y en diferenciación de primordios reproductivos (tardía). En la primera de estas prácticas la dosis se estima a partir de la condición de fertilidad del lote y el rendimiento potencial a alcanzar. Para la segunda no se utilizan métodos rigurosos para determinar la dosis de aplicación.

Pacheco y Cabrera (2014) comentan que los fertilizantes nitrogenados pueden ser de cuatro tipos:

a) Nítricos: aportan el nitrógeno entre el 11 y el 16% en forma de nitratos.

- b) Amónicos: aportan el nitrógeno en alrededor del 21% en forma de amonio.
- c) Amónicos y nítricos: aportan el nitrógeno entre el 20 y 34% en formas de nitratos y amonio.
- d) De Amidas: aportan en nitrógeno entre el 21 y el 45% en forma de amidas.
- e) transformarse en nitrógeno amónico y de nitratos. El nitrato de amonio es uno de los fertilizantes nitrogenados más empleados en la agricultura, se obtiene industrialmente a partir del amonio y del ácido nítrico y su composición en nitrógeno es del 33 al 34,5%.

Rodríguez (s.f.) afirma que el nitrógeno cumple una función muy importante para el desarrollo de la planta, debido a que forma parte de la estructura molecular de las proteínas, de la clorofila, de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) de los citocromos y de las coenzimas. La deficiencia de nitrógeno es bastante común ya que muchos productores no suministran cantidades adecuadas de fertilizante nitrogenado. El problema de deficiencia de nitrógeno se acrecienta cuando hay deficiencias o mal manejo de agua, como en arroz de secano.

Villarreal (2015) define que el aumento de la eficiencia del uso del nitrógeno, tiene gran repercusión sobre la producción vegetal y es un factor fundamental para reducir la contaminación del ambiente.

Pacheco y Cabrera (2014) reportan que el nitrógeno es un nutriente vital para las plantas, quienes lo utilizan en la síntesis de proteínas para su crecimiento. Los fertilizantes nitrogenados aportan el nitrógeno necesario y a su vez, algunos de ellos son fuentes importantes de nitratos, dando lugar a través de su uso a un incremento de la presencia y concentración de éste en el medio.

Perdomo, *et al.* (s.f.) consideran que el nitrógeno (N) es un nutriente esencial para los seres vivos, ya que es uno de los constituyentes principales de compuestos vitales como aminoácidos, proteínas, enzimas, nucleoproteínas, ácidos nucleicos, así como también de las paredes celulares y clorofila en los vegetales. Debido a la importancia del N en las plantas, junto al fósforo (P) y al potasio (K) se lo clasifica como macronutriente. Es, además, el nutriente que en general más influye en el rendimiento y calidad del producto a obtener en la actividad agropecuaria.

Dobermann y Fairhurst (2015) determinan que el N es un constituyente esencial en los amino ácidos, ácidos nucleicos y de la clorofila. Promueve el rápido crecimiento (incremento en el tamaño de la planta y número de macollos) y aumenta el tamaño de las hojas, el número de espiguillas por panoja, el porcentaje de espiguillas llenas y el contenido de proteínas en el grano. En consecuencia, el N afecta todos los parámetros que contribuyen al rendimiento. La concentración de N en las hojas está estrechamente relacionada con la tasa de fotosíntesis en las hojas y la producción de biomasa del cultivo. Cuando se aplica suficiente N se incrementa la demanda de otros macronutrientes como P y K por el cultivo.

Quintero (2017) relata que los nutrientes nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y zinc (Zn) frecuentemente son deficitarios. El nitrógeno es el elemento más limitante y que debe ser aplicado de manera generalizada para alcanzar altos rendimientos. El K y el Zn se presentan deficientes en algunas situaciones, sobre todo en suelos de pH ligeramente alcalino con exceso de calcio. Es menos frecuente la deficiencia de P dado que los suelos tienen gran capacidad de liberarlo cuando se inunda. Sin embargo, en suelos de baja materia orgánica y pH mayor a 6,5 la disponibilidad es baja y limita el rendimiento.

Jaramillo, *et al* (s.f.) exponen que el Nitrógeno es la variable ambiental más relevante en la fijación del rendimiento en arroz. Este elemento es responsable de procesos fisiológicos como morfogénesis, crecimiento foliar, fotosíntesis y senescencia. El conocimiento de la dinámica del nitrógeno a través de las diferentes etapas de desarrollo de la planta de arroz, así como de los factores ambientales y edafológicos que intervienen en la disponibilidad y pérdidas de este elemento deben convertirse en la herramienta principal de toma de decisiones de campo, que permitan al agricultor hacer uso eficiente del mismo para obtener altos rendimientos con prácticas de bajo impacto ambiental.

García (2018) asegura que la elección del tipo de nitrógeno es fundamental, no solo en cuanto a la rentabilidad de la explotación agrícola, sino en cuanto a la reducción de las emisiones de amoníaco. Numerosos ensayos científicos han puesto de manifiesto las mayores emisiones de amoníaco y la mayor huella de

carbono de la urea frente a los nitratos amónicos.

Villarreal (2015) estima que la eficiencia de uso de los fertilizantes nitrogenados en el cultivo de arroz, fluctúa entre 20 y 35 %. Gran parte de este se pierde por volatilización del amonio, desnitrificación o lixiviación de nitratos; contaminando aguas subterráneas, aguas superficiales y el ambiente. Los productos de amplia utilización son la urea y el fosfato diamónico (DAP) (18-46-0).

Pacheco y Cabrera (2014) argumentan que la producción mundial de fertilizantes nitrogenados crece constantemente. Los niveles de aplicación son superiores en los países desarrollados (120-550 kg de N/Ha de suelo cultivable) que en los países en desarrollo (30 kg de N/Ha como promedio). La circunstancia de que las plantas no pueden utilizar completamente el nitrógeno del suelo, reviste gran importancia. La utilización del nitrógeno puede oscilar entre un 25 al 85 % según el cultivo y las técnicas agrícolas; por lo tanto, a fin de obtener una máxima producción, se aplica un exceso del fertilizante nitrogenado al suelo, razón por la cual aumenta substancialmente el arrastre de nitrógeno por las aguas pluviales.

Barrios *et al* (2014) apuntan que la utilización eficiente del fertilizante nitrogenado es actualmente uno de los aspectos más relevantes dentro del manejo de diferentes cultivos agrícolas. Las pérdidas del nitrógeno aplicado con los fertilizantes son elevadas (alrededor de 60 %), lo que disminuye sensiblemente su uso por la planta y por ende, los rendimientos del cultivo. Seleccionar la dosis adecuada, fuente y momento de aplicación del fertilizante es indispensable para el logro del éxito en la producción de los cultivos.

Quirós y Ramírez (2016) refieren que las dos formas como el N puede ser absorbido por las plantas son amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), principalmente obtenidas de los fertilizantes nitrogenados y la mineralización de los residuos de cosecha y la materia orgánica del suelo. En mayor proporción que en otros cultivos, la productividad del arroz depende de la disponibilidad y eficiencia en la absorción del N, tanto por su contribución directa como por permitir la absorción de otros nutrimentos.

Perdomo, *et al.* (s.f.) describen que a pesar de que el N es uno de los

elementos más comunes del planeta, es también el nutriente que más frecuentemente limita la producción de los cultivos. Esto se debe a que la molécula de N<sub>2</sub> (N≡N) es inerte, con una gran estabilidad conferida por su triple enlace. El nombre de este elemento en idioma francés, “azote”, significa “sin vida”, debido a que las plantas son incapaces de asimilar N<sub>2</sub> directamente.

En forma natural, el N del aire puede llegar a la planta a través de dos mecanismos principales: transferido por las bacterias que previamente lo han fijado simbiótica o asimbióticamente, o disuelto en el agua de lluvia. La cantidad de N transferido a las plantas proveniente de la fijación simbiótica es variable, del orden de 50 a 70 kg ha<sup>-1</sup>/año<sup>-1</sup>, mientras que la cantidad de N aportada por la fijación no simbiótica y las lluvias oscila entre 10 y 20 kg/ha<sup>-1</sup>/año<sup>-1</sup>. (Perdomo, *et al.* s.f.)

De acuerdo a Rodríguez (s.f.) el exceso de nitrógeno incide directamente sobre el volcamiento y la enfermedad conocida como *Pyricularia*.

Quintero (2017) difunde que es sumamente importante asegurar una oferta de nutrientes adecuada desde la germinación del cultivo para lograr una elevada tasa de crecimiento y absorción de N en los estadios tempranos. Esto permite aprovechar la radiación incidente, generar tallos o macollos y acumular biomasa que luego se translocará a los granos. La confluencia de días largos de mucho sol y buena dotación de N en el suelo para la planta, cuando se inicia el período reproductivo y durante la floración, asegura la formación de un número de panojas y de granos llenos elevados.

Quirós y Ramírez (2016) indican que en los campos de arroz inundado existen múltiples factores que ocasionan pérdidas del N y causan baja respuesta del cultivo a la fertilización nitrogenada. Aunque el cultivo es capaz de usar en forma efectiva las fuentes amoniacales, cuando se aplica una dosis más alta de la necesaria o su distribución es inapropiada, ocurren pérdidas especialmente por desnitrificación y volatilización. Cuando se aplica urea sobre la lámina de agua o sobre barro, las pérdidas de N por volatilización pueden ser hasta del 80 %. Por otra parte, si el N se aplica en forma de nitratos, podrían ocurrir pérdidas por lixiviación, y por tal razón no debe utilizarse tales fuentes de N en agroecosistemas

inundados.

Perdomo, *et al.* (s.f.) señalan que el N presente en el suelo bajo formas orgánicas tampoco está disponible como tal para las plantas, sino que para ser absorbido tiene que pasar a formas inorgánicas. El N inorgánico representa un 2 % del N total del suelo, encontrándose en formas de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ). Estas formas inorgánicas son transitorias en el suelo, por lo cual las cantidades de N inorgánico del suelo son extremadamente variables, pudiendo existir desde unos pocos gramos hasta más de 100 kg/ha-1 de N. Debido a que ésta es la forma en que el N es absorbido por las plantas, el N inorgánico es muy importante para la nutrición vegetal.

Jaramillo, *et al.* (s.f.) manifiestan que las dosis de nitrógeno dependen de múltiples aspectos entre los que se mencionan: sistema de siembra, variedad, densidad de siembra, susceptibilidad de las variedades a enfermedades como *Pyricularia grisea* y *Rhizoctonia solani*, susceptibilidad a volcamiento, etc. Sin embargo, las dosis utilizadas actualmente por los agricultores son insuficientes para soportar los altos rendimientos genéticos potenciales de las variedades modernas. De estas variedades, se destacan características como alta capacidad de macollamiento, hojas erectas, color verde intenso, resistencia durable a diferentes razas de *Pyricularia gryzea*, resistencia a volcamiento, resistencia a hoja blanca; pero con respuesta poco conocida en cuanto a rendimiento con planes de fertilización nitrogenada de mayor eficiencia.

Dobermann y Fairhurst (2015) divulgan que las principales formas de N absorbido por la planta son: amonio ( $\text{NH}_4$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3$ ). La mayoría del N planta. El  $\text{NO}_3$  también puede contribuir a mantener el balance entre aniones y cationes, y la osmo-regulación. Para cumplir sus funciones esenciales como nutriente de la planta, el  $\text{NO}_3$  debe reducirse a  $\text{NH}_4$  por la acción de la nitrato y nitrito reductasa. El N es requerido durante todo el periodo de crecimiento, pero la mayor necesidad se presenta entre el inicio y mediados del macollamiento, y al inicio de la panoja.

Un suplemento adecuado de N es necesario durante la maduración del grano para retrasar la senescencia de las hojas, mantener la fotosíntesis durante

el llenado de grano e incrementar el contenido de proteína en el grano. El N es móvil dentro de la planta porque se transloca de las hojas viejas a las hojas jóvenes y los síntomas de deficiencia tienden a ocurrir primero en las hojas bajas (Dobermann y Fairhurst, 2015).

Quintero *et al* (2014) explican que la aplicación del Nitrógeno (N) en el momento oportuno es tan importante en el manejo eficiente de este nutriente como la fuente o la dosis aplicada. Sin embargo el momento más apropiado para su aplicación es algo muy controvertido debido:

- 1) al desconocimiento de las características de absorción de N en las variedades de arroz;
- 2) al cambio de las variedades altas antiguas hacia las modernas resistentes al vuelco y de alto rendimiento;
- 3) al desconocimiento de la cantidad y el momento de aporte de N por parte del suelo y
- 4) al manejo del agua.

Según Perdomo *et al.* (s.f.), para lograr altos rendimientos y hacer rentable la actividad agropecuaria los cultivos requieren de un buen suministro de N. Si el suelo no es capaz de aportar todo el N que demanda el cultivo, es posible suministrar parte de éste como fertilizante. Estos fertilizantes pueden originarse en procesos de síntesis química (sintetizados por el hombre) o provenir de fuentes orgánicas (por ejemplo, estiércol). Actualmente, los fertilizantes de origen químico constituyen una fuente importante de N en muchos sistemas agrícolas.

Quintero, *et al* (2014) expresan que muchos esquemas de fertilización han sido propuestos y evaluados; algunos muestran buenos resultados, aunque son más costosos y laboriosos. La estrategia más adecuada es conocer como absorbe N la planta de arroz y qué efecto tiene sobre desarrollo y el rendimiento, además de valorar la respuesta de las variedades de arroz a los distintos momentos de aplicación.

Bioterra (2018) menciona que el Nitrógeno es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, es parte constitutiva de cada célula viva. En las Plantas,

el Nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. El Nitrógeno también es un componente de las vitaminas y de los componentes energéticos de las plantas, igualmente es parte esencial de los aminoácidos y por tanto, es determinante para el incremento en el contenido de proteínas en las plantas. El Nitrógeno (N) y el Azufre (S) tienen una relación muy estrecha en el papel nutricional de la planta, esto se debe a que ambos nutrientes son constituyentes de las proteínas y están asociados con la formación de la clorofila.

Villarreal *et al* (2017) aclaran que el uso de fertilizantes nitrogenados es considerado como esencial en la producción de arroz. La aplicación adecuada del nitrógeno (N) depende del aporte del elemento suministrado por el suelo y de los requerimientos nutricionales del cultivo y sus variedades. A través de muchos estudios se ha podido documentar la importancia de este elemento en la producción de granos. El uso de este nutrimento puede aumentar sustancialmente los rendimientos del arroz, tomando en consideración que la eficiencia del uso del N varía con las características de la planta y las condiciones ambientales.

Smart (2018) publica que el nitrógeno es el componente básico de los aminoácidos, proteínas y clorofila. Las plantas pueden absorber el nitrógeno, ya sea como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), y por lo tanto, la incorporación total de nitrógeno por lo general consiste en una combinación de estas dos formas.

Quirós y Ramírez (2016) sostienen que la eficiencia de la fertilización nitrogenada puede reducirse significativamente en terrenos con bajo contenido de materia orgánica, porque esta regula el almacenamiento y liberación del nitrógeno (N) en el suelo. Al haber mayor cantidad de rastrojos y materia orgánica superficial estratificada en la capa superficial del suelo, su descomposición por los microorganismos ocurre en forma gradual, y de ese modo se logra una mejor sincronización entre el aporte de N a través de la biomasa microbiana y la cantidad que se aplica al cultivo mediante la fertilización nitrogenada.

Con el N aportado por la mineralización de la materia orgánica superficial es posible reducir la fertilización nitrogenada y alcanzar rendimientos iguales o

mayores que en labranza mecanizada convencional, de esta manera se podría disminuir las pérdidas del elemento por lixiviación o volatilización, y con un menor impacto adverso en el ambiente (Quirós y Ramírez, 2016).

Barrios *et al* (2014), definen que la utilización de urea convencional como principal fuente de nitrógeno conlleva pérdidas importantes por volatilización y lavado; por ello, actualmente los fertilizantes nitrogenados de liberación controlada como la urea o inhibidores de la nitrificación como el sulfonitrato de amonio con el inhibidor 3,4-dimetilpirazol fosfato (DMPP) son herramientas muy útiles en la disminución de las pérdidas de nitrógeno a través del retardo de la tasa de nitrificación o de la inhibición de la acción de las bacterias nitrificantes responsables de la primera fase de la transformación del amonio en nitrato, asegurando de esta manera la permanencia de la forma amoniacal en el suelo y disminuyendo las pérdidas de nitrato por lixiviación, reducción desasimilatoria, desnitrificación y escorrentía.

Quintero, *et al.* (2013), reportan que la fuente nitrogenada más utilizada en fertilización de arroz es la urea. En numerosos trabajos se muestra la conveniencia de utilizar esta fuente dado que tiene el N en forma amídica y no se vería afectado significativamente por la desnitrificación en un ambiente reductor como el del arroz. Algo similar ocurre con fuentes amoniacales como el sulfato de amonio. La estrategia para reducir las pérdidas en forma de amoníaco por volatilización, es inundar dentro de los 5 días de aplicado en N. Las fuentes nítricas no están recomendadas, dado que al inundar se perdería gran parte del N por desnitrificación. La desnitrificación implica la pérdida de N por un proceso biológico que produce gases de nitrógeno reducido ( $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ) que pasan a la atmósfera.

El proceso es favorecido fundamentalmente por condiciones de anaerobiosis o excesos de humedad y altas temperaturas, pero deben encontrarse  $\text{NO}_3^-$  disponibles junto con una fuente carbonada como sustrato. Luego de la inundación, el oxígeno presente en el suelo es consumido rápidamente por los microorganismos, el resultado es la disminución del potencial redox que trae aparejada la reducción de los nitratos a  $\text{N}_2$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . Se informó pérdidas por desnitrificación de 30 a 40 % del nitrógeno aplicado entre los 7 y 12 días después

de la aplicación de nitrógeno de fertilizante en forma nítrica (Quintero *et al*, 2013).

Smart (2018) divulga que la relación entre el amonio y nitrato es de gran importancia, y afecta tanto a las plantas y el suelo. Para la óptima captación y crecimiento, cada especie de planta requiere una diferente relación amonio/nitrato. La relación correcta que debe aplicarse también varía con la temperatura, etapa de crecimiento, el pH en la zona de las raíces y las propiedades del suelo.

IPNI (2018) considera que el sulfato de amonio [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] fue uno de los primeros y más ampliamente utilizados fertilizantes nitrogenados para la producción de cultivos. En la actualidad es menos usado, pero es especialmente valioso donde ambos nutrientes, N y S, son requeridos. Su alta solubilidad provee versatilidad para un gran número de aplicaciones agrícolas.

Bioterra (2018) argumenta que el Sulfato de Amonio (SAM) es la fuente más accesible de nitrógeno de baja concentración, es un fertilizante que tiene un uso muy generalizado en la agricultura. Es un componente relevante en la producción de fórmulas balanceadas de fertilización. Se aplica ampliamente al suelo en forma directa como monoproducto, sin embargo es recomendable su aplicación en suelos de pH alcalino o suelos de origen calcáreo. El Sulfato de Amonio es una excelente fuente de fertilización en cultivos que extraen grandes cantidades de Azufre (S) del suelo como lo son los cultivos forrajeros (pastos y alfalfa), hortalizas (crucíferas, cebolla y ajo), cereales (trigo y cebada) y gramíneas (maíz, sorgo y caña de azúcar), entre otros.

IPNI (2018) refiere que el sulfato de amonio es principalmente utilizado donde se necesita adicionar nitrógeno (N) y azufre (S) para satisfacer los requerimientos nutricionales de plantas en crecimiento. Debido a que contiene solo 21 % de N, hay otros fertilizantes con mayor concentración y más económicos para manipular y transportar. Sin embargo, provee una excelente fuente de S que tiene numerosas funciones en las plantas, incluyendo la síntesis de proteínas.

Bioterra (2018) describe que el Sulfato de Amonio por su baja concentración de Nitrógeno es una fuente de fertilización costosa por unidad de N aportado y

también por unidad de N transportado (altos costo por flete).

IPNI (2018) sostiene que como la fracción nitrogenada está presente en forma de amonio, el sulfato de amonio es frecuentemente utilizado en suelos anegados para la producción de arroz, donde los fertilizantes a base de nitrato son una mala alternativa debido a las pérdidas por desnitrificación.

IPNI (2018) reporta que frecuentemente se adiciona una solución con sulfato de amonio a las soluciones de herbicidas post-emergentes para mejorar su eficacia en el control de malezas. Esta práctica de incremento de eficacia del herbicida con sulfato de amonio es particularmente efectiva cuando el agua utilizada contiene concentraciones significativas de calcio, magnesio, o sodio. Para este propósito, frecuentemente se utiliza sulfato de amonio con grado de alta pureza para evitar el taponamiento de las boquillas de aplicación.

Barrios *et al* (2014) consideran que un beneficio adicional de este tipo de fertilizantes es la disminución de las cantidades de N contaminante, ya que algunos de ellos están encapsulados en una cubierta constituida por un polímero especial. Esta mayor eficiencia del nitrógeno aplicado permite también un mejor aprovechamiento del fertilizante en términos de beneficio económico al poder reducirse la dosis del elemento. En tal sentido, los objetivos de este estudio fueron:

- a) comparar cuatro fuentes nitrogenadas con respecto a los contenidos de nitrato y amonio en el suelo y en la planta de maíz;
- b) calcular la máxima concentración de N en función de los contenidos de nitrato y amonio en el suelo y en la planta; y
- c) evaluar el efecto de los tratamientos aplicados en dos etapas del crecimiento de la planta.

García (2018) afirma que las principales ventajas de los fertilizantes a base de nitrato amónico frente a los que contienen otros tipos de nitrógeno:

- Mejoran la eficiencia en el uso del nitrógeno (NUE) y, por tanto, mejoran la productividad y la calidad de la cosecha.
- Reducen las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera y la contaminación del agua.

- Tienen menores emisiones de amoníaco y de micropartículas.

Rodríguez (s.f.) corrobora que las deficiencias de nitrógeno provocan:

- Plantas atrofiadas con un limitado macollamiento.
- Clorosis de hojas viejas.
- Hojas pequeñas, angostas y erectas.
- Disminuye número de panojas, macollas y granos.

Dobermann y Fairhurst (2015) mencionan que la deficiencia de N puede deberse a uno o más de las siguientes condiciones:

- Baja capacidad de suplemento de N del suelo.
- Insuficiente aplicación de fertilizantes nitrogenados minerales.
- Baja eficiencia de utilización de N (pérdidas por volatilización, denitrificación, lixiviación, escorrentía, e incorrecto fraccionamiento y colocación).
- Condiciones de permanente inundación que reducen el suplemento de N nativo del suelo (sistemas de cultivo triple).
- Pérdidas de N debido a lluvias intensas (lixiviación y percolación).
- Secamiento temporal del suelo durante el periodo de crecimiento.
- Deficiente fijación biológica de  $N_2$  por severa deficiencia de P.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Características del sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos del Proyecto de Riego Cedege de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicado en el Km 10,5 de la vía Babahoyo – Montalvo, entre las coordenadas geográficas 277438,26 UTM de longitud Oeste y 110597,97 UTM de latitud Sur; con una altura de 8 m.s.n.m.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,60 °C; una precipitación anual 2329,8 mm; humedad relativa 82 % y 998.2 horas de heliofanía de promedio anual.<sup>2</sup>

El suelo es de topografía plana, textura franco – arcillosa y drenaje regular.

#### 3.2. Material genético

Se utilizó semillas de las variedades de arroz INDIA SFL 09, cuyas características agronómicas se presentan a continuación<sup>3</sup>:

Características agronómicas:

Altura de la planta	: 125 cm
Macollamiento	: Intermedio
Acame	: Tolerante
Ciclo de cultivo	: 115 – 125 días promedio
Potencial de rendimiento de cultivo	: 6 a 8 t/ha

Características de grano:

Desgrane	: Intermedio
Peso de 1000 granos en cáscara	: 28 g
Índice de pilado	: 62 %
Tamaño del grano	: 7,2 mm descascarado

---

<sup>2</sup> Estación Agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. 2017

<sup>3</sup> INDIA. 2018. Disponible en <http://www.proagro.com.ec/index.php/genetica-menu/semilla-de-arroz/alimentos-balanceados-para-pollos-de-engorde-2-3-detail.html>

Centro blanco : Medio

### 3.3. Métodos

En el siguiente ensayo se utilizaron los métodos:

- Deductivo,
- Inductivo,
- Empírico,
- Experimental.

### 3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: aplicación de nitrógeno.

Variable dependiente: variedad de arroz.

### 3.5. Tratamientos

Se evaluaron los tratamientos que se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Tratamientos		
Nº	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha
T1	Urea	160
T2	Urea	140
T3	Urea	100
T4	Sulfato de amonio	160
T5	Sulfato de amonio	140
T6	Sulfato de amonio	100
T7	Nitrato de amonio	160
T8	Nitrato de amonio	140
T9	Nitrato de amonio	100
T10	Testigo P - K	60 -60

### 3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con 10

tratamientos y 3 repeticiones.

Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95 % de probabilidad.

### **3.6.1. Diseños de las parcelas experimentales**

Las parcelas experimental tuvo un diámetro de 5,0 x 6,0 m la separación entre repeticiones fue de 1,0 m, dando una área del ensayo de 1000 m<sup>2</sup>.

### **3.7. Análisis de varianza**

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

FV	GL
Repeticiones	2
Tratamientos	9
Error experimental	18
Total	29

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

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo.

#### **3.8.1. Preparación del terreno**

La preparación del suelo se efectuó mediante un pase de romplow, uno de rastra liviana y uno pase de fanguero, con el propósito de que el suelo quede listo para realizar el trasplante.

#### **3.8.2. Siembra**

La siembra se efectuó con lechuguín, mediante trasplante a distancia de 0,25 x 0,25 m.

#### **3.8.3. Riego**

El cultivo se desarrolló en época lluviosa, considerado como arroz de seco, sin embargo debido a las condiciones climáticas adversas se efectuó riego por gravedad.

#### **3.8.4. Fertilización**

La fertilización con nitrógeno se realizó según las dosis propuestas en el cuadro de tratamientos. Las fuentes nitrogenadas se aplicaron a los 15 – 30 – 45 días después del trasplante.

La fertilización con fósforo (DAP 18 % de N – 46 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasio (muriato de potasio 60 % de K<sub>2</sub>O); se aplicaron en dosis de 60 kg + 60 kg, incorporados al momento del trasplante<sup>4</sup>.

#### **3.8.5. Control de malezas**

En preemergencia antes de la siembra se aplicó Clomit 480 EC (*Clomazone*) en dosis de 1,0 L/ha y en postemergencia a los 18 días después del trasplante se utilizó Campero (*Bispiribac sodium*) en dosis de 100 cc/ha, calculado para un gasto de agua de 200 L.

#### **3.8.6. Control fitosanitario**

Para el control preventivo de insectos se utilizó Ciperfos (*Chlorpyrifos + Cipermetrina*) en dosis de 700 cc/ha a los 18 y 42 días después de la siembra.

#### **3.8.7. Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presentó la madurez fisiológica de la plantas en los diferentes tratamientos.

### **3.9. Datos evaluados**

Para estimar en forma correcta los efectos de los tratamientos se tomaron los siguientes datos:

#### **3.9.1. Días a la floración (días)**

Se identificaron los días a floración desde el día de la siembra hasta cuando más del 50 % de las plantas de cada población muestren sus respectivas panículas fuera de la vaina.

---

<sup>4</sup> Iniap 2018. Disponible en <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/arroz/nutricion.pdf>

### **3.9.2. Altura de la planta (cm)**

Se tomó al momento que la planta esté lista para la cosecha, en diez plantas al azar, dentro de un marco de 1 m<sup>2</sup>, midiendo desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más sobresaliente y fue expresado en cm.

### **3.9.3. Número de macollos**

Dentro de área útil de cada parcela experimental, en 1 m<sup>2</sup>, se contó a la cosecha en número de macollos.

### **3.9.4. Panículas por metro cuadrado**

En el mismo metro cuadrado que se evaluó el número de macollos, se contabilizaron las panículas al momento de la cosecha.

### **3.9.5. Longitud de panícula (cm)**

Se determinó midiendo la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula, excluyendo las aristas en cada individuo; se tomaron diez días panículas al azar por parcela experimental y su promedio se expresó en centímetro.

### **3.9.6. Número de granos /panícula**

Al momento de la cosecha se tomaron diez panículas al azar por cada parcela experimental y se contaron los granos para luego poder obtener un promedio de granos por panícula.

### **3.9.7. Peso de mil granos (g)**

Se tomaron 1000 granos dentro de cada parcela experimental, teniendo cuidado de que los mismos no estén dañados por insectos o enfermedades; luego fueron pesados en una balanza de precisión expresando su promedio en gramos.

### **3.9.8. Rendimiento del cultivo**

Esta variable se evaluó por el peso de los granos proveniente del área útil de cada parcela experimental, ajustado al 14 % de humedad. Sus resultados se

transformaron en kg/ha. Para ajustar los pesos se utilizó la siguiente fórmula<sup>5</sup>:

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

Dónde:

Pu = peso uniformizado

Pa = peso actual

ha = humedad actual

hd = humedad deseada

### **3.9.9. Análisis económico**

Se realizó un análisis económico en función del rendimiento del grano en kg/ha y al costo de cada uno de los tratamientos calculando los costos fijos y variables para determinar el beneficio neto.

---

<sup>5</sup> Dato disponible en Trabajo de Titulación de Ingeniero Agrónomo. 2017. López Mosquera Gladys.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Días a floración**

En el Cuadro 2, se registran los promedios de días a floración. El análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 2,61 %.

Cuando se utilizó el Nitrato de amonio como fuente nitrogenada en dosis de 100 kg/ha el cultivo de arroz tardó en florecer (72 días), estadísticamente igual a los demás tratamientos con Urea en dosis de 160, 140 y 100 kg/ha; Sulfato de amonio 140, 100 kg/ha, Nitrato de amonio 160, 140 kg/ha y el tratamiento testigo con Fósforo y Potasio y superiores estadísticamente al empleo de Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha que floreció en menor tiempo (66 días).

### **4.2. Altura de planta**

Los valores de altura de planta se observan en el mismo Cuadro 2, donde el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,66 %.

La mayor altura de planta se observó en el tratamiento que se aplicó Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha con 100,5 cm, estadísticamente igual a los demás tratamientos, siendo el menor promedio para el tratamiento testigo con Fósforo y Potasio con 82,1 cm.

Cuadro 2. Días a floración y altura de planta, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Nº	Tratamientos		Días a floración	Altura de planta (cm)
	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha		
T1	Urea	160	68 ab	95,4 a
T2	Urea	140	67 ab	95,3 a
T3	Urea	100	68 ab	94,7 a
T4	Sulfato de amonio	160	66 b	100,5 a
T5	Sulfato de amonio	140	67 ab	97,3 a
T6	Sulfato de amonio	100	68 ab	95,8 a
T7	Nitrato de amonio	160	68 ab	93,8 a
T8	Nitrato de amonio	140	69 ab	92,8 a
T9	Nitrato de amonio	100	72 a	92,1 ab
T10	Testigo P - K	60 -60	70 ab	82,1 b
Promedio general			68	94,0
Significancia estadística			*	**
Coeficiente de variación (%)			2,61	3,66

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.3. Número de macollos/m<sup>2</sup>

En lo referente al número de macollos/m<sup>2</sup>, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 4,11 % (Cuadro 3).

El uso de Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha sobresalió en los promedios con 310 macollos/m<sup>2</sup>, estadísticamente igual a los tratamientos que se empleó Sulfato de amonio en dosis de 140 y 100 kg/ha, Urea 160 kg/ha y superiores

estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el menor promedio para el tratamiento testigo con Fósforo y Potasio con 171 macollos/m<sup>2</sup>.

#### 4.4. Número de panículas/m<sup>2</sup>

La variable número de panículas/m<sup>2</sup> presentó diferencias altamente significativas, según el análisis de varianza. El coeficiente de variación fue 3,79 %, lo que se refleja en el Cuadro 3.

La aplicación de Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha alcanzó 282 panículas/m<sup>2</sup>, estadísticamente superior a los demás tratamientos, cuyo menor promedio lo mostró el tratamiento testigo con Fósforo y Potasio con 111 panículas/m<sup>2</sup>.

Cuadro 3. Número de macollos y panículas/m<sup>2</sup>, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Tratamientos			Número de macollos/m <sup>2</sup>	Número de panículas/m <sup>2</sup>
Nº	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha		
T1	Urea	160	299 a	198 b
T2	Urea	140	266 b	195 bc
T3	Urea	100	238 bc	193 bc
T4	Sulfato de amonio	160	310 a	282 a
T5	Sulfato de amonio	140	305 a	203 b
T6	Sulfato de amonio	100	302 a	199 b
T7	Nitrato de amonio	160	235 bcd	189 bc
T8	Nitrato de amonio	140	232 cd	175 c
T9	Nitrato de amonio	100	205 d	145 d
T10	Testigo P - K	60 -60	171 e	111 e
Promedio general			256	189
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			4,11	3,79

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

#### **4.5. Longitud de panículas**

En el Cuadro 4, se presentan los promedios de la variable longitud de panículas. El andeva mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,63 %.

El empleo de Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha obtuvo mayor longitud de panículas (30,2 cm), estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó Urea en dosis de 160, 140 kg/ha; Sulfato de amonio en dosis de 140, 100 kg/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos. El tratamiento testigo con Fósforo y Potasio reportó menor valor (25,4 cm).

#### **4.6. Granos por panículas**

En la variable granos por panículas (Cuadro 4), se detectó diferencias altamente significativas según el análisis de varianza. El coeficiente de variación fue 5,55 %.

La aplicación de Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha obtuvo 139 granos/panículas, estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo el menor promedio el tratamiento testigo con Fósforo y Potasio con 73 granos/panículas.

Cuadro 4. Longitud de panículas y granos por panículas, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Nº	Tratamientos		Longitud de panículas (cm)	Granos por panículas
	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha		
T1	Urea	160	28,1 abc	108 b
T2	Urea	140	27,4 abc	101 bc
T3	Urea	100	27,0 bc	96 bcd
T4	Sulfato de amonio	160	30,2 a	139 a
T5	Sulfato de amonio	140	29,2 ab	111 b
T6	Sulfato de amonio	100	28,1 abc	109 b
T7	Nitrato de amonio	160	26,8 bc	98 bcd
T8	Nitrato de amonio	140	26,4 bc	89 cde
T9	Nitrato de amonio	100	25,8 c	84 de
T10	Testigo P - K	60 -60	25,4 c	73 e
Promedio general			27,4	101
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			3,63	5,55

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.7. Peso de 1000 granos

El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas en lo referente al peso de 1000 granos. El coeficiente de variación fue 7,16 % (Cuadro 5).

En el tratamiento que se utilizó Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha se alcanzó mayor peso de 1000 granos con 30,6 g, estadísticamente igual a los tratamientos que se aplicó Urea en dosis de 160, 140, 100 kg/ha, Sulfato de amonio en dosis de 140, 100 kg/ha, Nitrato de amonio 160 kg/ha y superiores

estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento testigo con Fósforo y Potasio que registró menor promedio con 24,3 g.

#### 4.8. Rendimiento

En el Cuadro 5 se observan los valores de rendimiento en kg/ha. El andeva presentó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 8,03 %.

En el tratamiento que se aplicó Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha reportó 4462,2 kg/ha de rendimiento, estadísticamente igual a los tratamientos que se usó Urea en dosis de 160, 140, 100 kg/ha; Sulfato de amonio en dosis de 140, 100 kg/ha, Nitrato de amonio 160, 140, 100 kg/ha y superiores estadísticamente al tratamiento testigo con Fósforo y Potasio que obtuvo 3384,1 kg/ha.

Cuadro 5. Peso de 1000 granos y rendimiento, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Tratamientos			Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento (kg/ha)
Nº	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha		
T1	Urea	160	26,9 ab	3945,2 ab
T2	Urea	140	26,9 ab	3923,3 ab
T3	Urea	100	26,5 ab	3883,6 ab
T4	Sulfato de amonio	160	30,6 a	4462,2 a
T5	Sulfato de amonio	140	29,4 ab	4035,3 ab
T6	Sulfato de amonio	100	28,1 ab	4028,9 ab
T7	Nitrato de amonio	160	26,2 ab	3836,1 ab
T8	Nitrato de amonio	140	24,9 b	3655,9 ab
T9	Nitrato de amonio	100	24,4 b	3589,5 ab
T10	Testigo P - K	60 -60	24,3 b	3384,1 b
Promedio general			26,8	3874,4
Significancia estadística			**	*
Coeficiente de variación (%)			7,16	8,03

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.9. Análisis económico

En los Cuadros 6 y 7 se registran los costos fijos y el análisis económico/ha. El costo fijo fue de \$ 852,72; mientras que el análisis económico reflejó que todos los tratamientos fueron rentables, destacándose la aplicación de Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha que obtuvo un beneficio neto de \$ 326,78.

Cuadro 6. Costos fijos/ha, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1	250,00	250,00
Siembra				
Lechuguin	sacos	2	85,00	170,00
Trasplante				
Aplicación	jornales	4	12,00	48,00
Preparación de suelo				
Romplow, rastra y fangueo	u	3	25,00	75,00
Riego	u	8	3,50	28,00
Control de malezas				
Clomit 480 EC	L	1	19,00	19,00
Campero	funda	1	23,20	23,20
Aplicación	jornales	6	12,00	72,00
Control fitosanitario				
Ciperfos	L	1,5	12,00	18,00
Aplicación	jornales	6	12,00	72,00
Sub Total				775,20
Administración (10 %)				77,52
Total Costo Fijo				852,72



Cuadro 7. Análisis económico/ha, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Tratamientos			Rend. kg/ha	Sacos 50 kg	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)					Beneficio neto (USD)
Nº	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha				Fijos	Variables			Total	
							Productos	Jornales para tratamientos	Cosecha + Transporte		
T1	Urea	160	3945,2	78,9	1657,0	852,72	153,04	108,00	276,16	1389,93	267,06
T2	Urea	140	3923,3	78,5	1647,8	852,72	133,91	108,00	274,63	1369,26	278,51
T3	Urea	100	3883,6	77,7	1631,1	852,72	95,65	108,00	271,85	1328,22	302,87
T4	Sulfato de amonio	160	4462,2	89,2	1874,1	852,72	274,29	108,00	312,36	1547,36	326,78
T5	Sulfato de amonio	140	4035,3	80,7	1694,8	852,72	240,00	108,00	282,47	1483,19	211,65
T6	Sulfato de amonio	100	4028,9	80,6	1692,1	852,72	171,43	108,00	282,02	1414,17	277,97
T7	Nitrato de amonio	160	3836,1	76,7	1611,2	852,72	184,24	108,00	268,53	1413,49	197,68
T8	Nitrato de amonio	140	3655,9	73,1	1535,5	852,72	161,21	108,00	255,91	1377,84	157,62
T9	Nitrato de amonio	100	3589,5	71,8	1507,6	852,72	115,15	108,00	251,26	1327,13	180,44
T10	Testigo P - K	60 -60	3384,1	67,7	1421,3	852,72	90,90	48,00	236,88	1228,50	192,80

Urea = \$ 22,0 (50 kg)

Sulfato de amonio = \$ 18,0 (50 kg)

Nitrato de amonio = \$ 19,0 (50 kg)

DAP = \$ 19,50 (50 kg)

Muriato de potasio = \$ 20,0 (50 kg)

Jornal = \$ 12,00

Costo 50 kg = \$ 21

Cosecha + transporte = \$ 3,50

## V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en la evaluación de tres fuentes de Nitrógeno, en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz en la zona de Cedegé, se concluye:

- El tratamiento que se aplicó Nitrato de amonio en dosis de 100 kg/ha floreció en mayor tiempo a los 72 días.
- Las fuentes nitrogenadas de Urea, Sulfato de amonio y nitrato de amonio influyeron para que se presente mayor altura de planta en relación al tratamiento testigo que se utilizó DAP y Muriato de potasio.
- El número de macollos y panículas/m<sup>2</sup> reportó buenos resultados con el uso de Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha.
- La longitud de panículas presentó diferencias altamente significativas con la utilización de Urea y Sulfato de amonio, mientras que en la variable granos por panículas y peso de 1000 granos se destacó el empleo de Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha.
- El mayor rendimiento de grano se presentó utilizando Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha con 4462,2 kg/ha, registrando el mayor beneficio neto con \$ 326,78.

## VI. RECOMENDACIONES

Por las conclusiones obtenidas se recomienda:

- Utilizar Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha como fuente de Nitrógeno, para el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz variedad INDIA SFL 09 en la zona de Cedegé.
- Realizar el mismo ensayo el cultivo de arroz con otras variedades y bajo otras condiciones agroecológicas.
- Probar investigaciones con fuentes nitrogenadas interaccionadas con control de malezas, funguicidas o insecticidas para verificar los rendimientos.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos del Proyecto de Riego Cedege de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicado en el Km 10,5 de la vía Babahoyo – Montalvo, entre las coordenadas geográficas 277438,26 UTM de longitud Oeste y 110597,97 UTM de latitud Sur; con una altura de 8 m.s.n.m. Se utilizó la variedad de arroz INDIA SFL 09, los tratamientos estudiados fueron Urea, Sulfato de amonio y Nitrato de amonio, todos en dosis de 160, 140, 100 kg/ha aplicados a los 15, 30 y 45 días después del trasplante, más un tratamiento testigo con Fósforo y Potasio en dosis de 60 + 60 kg/ha aplicados al momento del trasplante. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con 10 tratamientos y 3 repeticiones. Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey. Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo, como preparación del terreno, siembra, riego, fertilización, control de malezas y fitosanitario y cosecha. Para estimar en forma correcta los efectos de los tratamientos se tomaron los datos de días a floración, altura de la planta, número de macollos y panículas por metro cuadrado, longitud de panícula, granos/panícula, peso de mil granos, rendimiento del cultivo y análisis económico. Por los resultados obtenidos se determinó que el tratamiento que se aplicó Nitrato de amonio en dosis de 100 kg/ha floreció en mayor tiempo a los 72 días; las fuentes nitrogenadas de Urea, Sulfato de amonio y nitrato de aonio influyeron para que se presente mayor altura de planta en relación al tratamiento testigo que se utilizó DAP y Muriato de potasio; el número de macollos y panículas/m<sup>2</sup> reportó buenos resultados con el uso de Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha; la longitud de panículas presentó diferencias altamente significativas con la utilización de Urea y Sulfato de amonio, mientras que en la variable granos por panículas y peso de 1000 granos se destacó el empleo de Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha y el mayor rendimiento de grano se presentó utilizando Sulfato de amonio en dosis de 160 kg/ha con 4462,2 kg/ha, registrando el mayor beneficio neto con \$ 326,78.

Palabras claves: Urea, Sulfato de amonio, Nitrato de amonio, arroz, rendimiento.

## VIII. SUMMARY

The present experimental work was carried out in the lands of the Cedege Irrigation Project of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at Km 10.5 of the Babahoyo - Montalvo highway, between the geographic coordinates of 277438.26 UTM. West longitude and 110597.97 UTM south latitude; with a height of 8 m.s.n.m. The rice variety INDIA SFL 09 was used, the treatments studied were Urea, Ammonium Sulfate and Ammonium Nitrate, all in doses of 160, 140, 100 kg / ha applied at 15, 30 and 45 days after transplant, plus a treatment control with Phosphorus and Potassium in a dose of 60 + 60 kg / ha applied at the time of transplant. The experimental design of Random Complete Blocks was used, with 10 treatments and 3 repetitions. The comparisons of the means were made with the Tukey test. All the necessary agricultural work was carried out in rice cultivation for its normal development, such as land preparation, sowing, irrigation, fertilization, weed and phytosanitary control and harvesting. In order to correctly estimate the effects of the treatments, data were taken from days to flowering, plant height, number of tillers and panicles per square meter, panicle length, grains / panicle, thousand grain weight, crop yield and economic analysis. Based on the results obtained, it was determined that the treatment applied with ammonium nitrate in a dose of 100 kg / ha flourished in a longer time after 72 days; the nitrogenous sources of Urea, Ammonium Sulphate and Ammonium Nitrate influenced to present higher plant height in relation to the control treatment that was used DAP and Muriate of potassium; the number of tillers and panicles / m<sup>2</sup> reported good results with the use of ammonium sulphate in doses of 160 kg / ha; the length of panicles showed highly significant differences with the use of urea and ammonium sulfate, while in the variable grains per panicles and weight of 1000 grains, the use of ammonium sulphate in a dose of 160 kg / ha and the highest yield was highlighted. Grain was presented using ammonium sulfate in a dose of 160 kg / ha with 4462.2 kg / ha, registering the highest net benefit with \$ 326.78.

Keywords: Urea, ammonium sulfate, ammonium nitrate, rice, yield.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J., Daza, M., Mendoza, C. 2014. Aplicación de un fertilizante enriquecido con silicio y materia orgánica en arroz (*Oryza sativa* L.) cultivado en Ibagué y el Guamo (Tolima, Colombia) Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, vol. 61, núm. 2, pp. 4605-4617 Universidad Nacional de Colombia Medellín, Colombia
- Barrios, M., García, J., Basso, C. 2014. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de nitrato y amonio en el suelo y la planta de maíz. Instituto de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 2101. Maracay, Venezuela. ISSN 1316-3361. Bioagro vol.24 no.3 Barquisimeto
- Bioterra. 2018. Sulfato de amonio. Disponible en <http://www.bioterra.mx/productos/ns.html>
- Cazar, M. 2014. Efecto de la fertilización con sulfato de amonio sobre el rendimiento, contenido de proteína y aceite en grano de maíz. Disponible en <https://www.profertilnutrientes.com.ar/archivos/efecto-de-la-fertilizacion-con-azufre-en-maiz---2002>
- Dobermann, A., Fairhurst, T. 2015. Manejo del nitrógeno en arroz. Informaciones agronómicas, Instituto de la potasa y el fósforo- Inpofos a. S. Quito, Ec.
- García, P. 2018. Ventajas de los fertilizantes a base de nitrato amónico frente a la urea. Disponible en <http://www.fertiberia.com/es/blog/2018/enero/ventajas-nitrato-amonico-frente-a-la-urea/>
- IPNI. 2018. Fuentes de nutrientes específicos. Disponible en [https://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BBA0059C154/\\$FILE/NSS-ES-12.pdf](https://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BBA0059C154/$FILE/NSS-ES-12.pdf)
- Jaramillo, S., Pulver, E., Duque, M. s.f. Efecto del Manejo de la Fertilización Nitrogenada en Arroz de Riego, sobre la Expresión del Potencial de

Rendimiento de Líneas Elite y Cultivares Comerciales. FLAR (CIAT).

- Loeb, A., Bonilla, C., Gallardo, C., Tafur, H. 2013. Efecto de algunas prácticas de manejo del agua sobre las pérdidas de nitrógeno en el cultivo del arroz. Acta Agron. vol. 37(4) 40-49. Universidad Nacional de Colombia. Palmira Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. AA. 233.
- Martín, Y., Soto, F., Rodríguez, Y., Morejón, R. 2014. El sistema intensivo de cultivo del arroz (SICA) disminuye la cantidad de semillas para la siembra, aumenta los rendimientos agrícolas y ahorra el agua de riego Cultivos Tropicales, vol. 31, núm. 1, pp. 70-73 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba
- Pacheco, J., Cabrera, A. 2014. Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas Ingeniería, vol. 7, núm. 2, pp. 47-54 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, México
- Perdomo, C., Barbazán, M., Durán, J. s.f. Área de suelos y aguas. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Uruguay, Mo. Pág. 14-21
- Pirchi, H., Gregori, L., Crepy, M., Arguissain, G. 2017. Fertilización nitrogenada en arroz. Disponible en <http://cbai2013.web2265.uni5.net/cdonline/docs/trab-2978-586.pdf>
- Quintero, C. 2017. Fertilización para altos rendimientos de Arroz. Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER. Argentina. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacion-altos-rendimientos-arroz-t40444.htm>
- Quintero, C., Prats, F., Zamero, M., Arévalo, S., Blas, N., Boschetti, G. 2013. Absorción de nitrógeno y rendimiento de arroz con diferentes formas de nitrógeno aplicado previo al riego. Cienc. suelo vol.29 no.2 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISSN 1850-2067

- Quintero, C., Zamero, M., Boschetti, G., Befani, M., Arévalo, E., Spinelli, N. 2014. Momento de aplicación de N y fertilización balanceada de arroz. Información Técnica. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER. Pág. 4.
- Quirós, R., Ramírez, C. 2016. Evaluación de la fertilización nitrogenada en arroz inundado *Agronomía Mesoamericana*, vol. 17, núm. 2, pp. 179-188 Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica
- Quirós, R., Ramírez, C. 2016. Evaluación financiera de la fertilización nitrogenada del cultivo de arroz en siembra directa sobre rastrojos *Agronomía Costarricense*, vol. 30, núm. 1, pp. 75-85 Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica
- Rodríguez, J. s.f. Fertilización del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Conferencia N° 74. XI Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional de Suelos. Fertica.
- Smart. 2018. La Relación Amonio / Nitrato. Disponible en <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/ammonium-nitrate-ratio>
- Villarreal, J., Barahona, L., Castillo, O. 2015. Efecto de zeolita sobre la eficiencia de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de arroz *Agronomía Mesoamericana*, vol. 26, núm. 2, pp. 315-321 Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica
- Villarreal, J., Name, B., Smyth, J., Quiros, E. 2017. Dosis óptima para la fertilización nitrogenada del arroz, en la región central de Panamá. *Agronomía mesoamericana* 18(1): 115-127. ISSN: 1021-7444

## **X. APÉNDICE**

### **10.1. Cuadros de resultados y análisis de varianza**

Cuadro 8. Días a floración, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz

en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha	I	II	III	
T1	Urea	160	68	68	67	68
T2	Urea	140	67	68	67	67
T3	Urea	100	67	68	68	68
T4	Sulfato de amonio	160	66	67	66	66
T5	Sulfato de amonio	140	67	68	67	67
T6	Sulfato de amonio	100	68	68	68	68
T7	Nitrato de amonio	160	68	68	69	68
T8	Nitrato de amonio	140	69	69	69	69
T9	Nitrato de amonio	100	69	79	69	72
T10	Testigo P - K	60 -60	69	71	69	70

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
 Dias a flor 30 0,62 0,38 2,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	91,70	11	8,34	2,62	0,0338
Trat	75,63	9	8,40	2,64	0,0380
Rep	16,07	2	8,03	2,53	0,1080
Error	57,27	18	3,18		
Total	148,97	29			

Cuadro 9. Altura de planta, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Tratamientos			Repeticiones			X
Nº	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha	I	II	III	
T1	Urea	160	97,0	95,6	93,6	95,4
T2	Urea	140	95,6	95,6	94,8	95,3
T3	Urea	100	96,4	94,0	93,8	94,7
T4	Sulfato de amonio	160	104,2	98,2	99,0	100,5
T5	Sulfato de amonio	140	104,6	97,0	90,2	97,3
T6	Sulfato de amonio	100	95,8	96,4	95,2	95,8
T7	Nitrato de amonio	160	96,6	95,6	89,2	93,8
T8	Nitrato de amonio	140	91,0	93,4	94,0	92,8
T9	Nitrato de amonio	100	91,4	92,8	92,2	92,1
T10	Testigo P - K	60 -60	77,4	80,8	88,0	82,1

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
 Al pl 30 0,75 0,60 3,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	642,13	11	58,38	4,93	0,0014
Trat	622,11	9	69,12	5,84	0,0007
Rep	20,02	2	10,01	0,85	0,4455
Error	213,02	18	11,83		
Total	855,15	29			

Cuadro 10. Número de macollos/m<sup>2</sup>, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha	I	II	III	
T1	Urea	160	302	301	293	299
T2	Urea	140	260	280	257	266
T3	Urea	100	237	229	249	238
T4	Sulfato de amonio	160	316	312	303	310
T5	Sulfato de amonio	140	309	303	302	305
T6	Sulfato de amonio	100	302	308	296	302
T7	Nitrato de amonio	160	219	237	250	235
T8	Nitrato de amonio	140	232	230	234	232
T9	Nitrato de amonio	100	209	193	214	205
T10	Testigo P - K	60 -60	183	177	152	171

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
macollos 30 0,97 0,95 4,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	61566,37	11	5596,94	50,32	<0,0001
Trat	61540,97	9	6837,89	61,48	<0,0001
Rep	25,40	2	12,70	0,11	0,8927
Error	2001,93	18	111,22		
Total	63568,30	29			

Cuadro 11. Número de panículas/m<sup>2</sup>, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha	I	II	III	
T1	Urea	160	199	193	201	198
T2	Urea	140	201	199	185	195
T3	Urea	100	193	196	191	193
T4	Sulfato de amonio	160	279	288	278	282
T5	Sulfato de amonio	140	210	205	194	203
T6	Sulfato de amonio	100	206	203	189	199
T7	Nitrato de amonio	160	189	188	190	189
T8	Nitrato de amonio	140	163	181	182	175
T9	Nitrato de amonio	100	150	144	140	145
T10	Testigo P - K	60 -60	111	103	120	111

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Paniculas 30 0,98 0,97 3,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	51674,37	11	4697,67	91,65	<0,0001
Trat	51612,30	9	5734,70	111,88	<0,0001
Rep	62,07	2	31,03	0,61	0,5566
Error	922,60	18	51,26		
Total	52596,97	29			

Cuadro 12. Longitud de panículas, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha	I	II	III	
T1	Urea	160	28,5	28,1	27,7	28,1
T2	Urea	140	27,7	27,9	26,5	27,4
T3	Urea	100	26,3	27,5	27,3	27,0
T4	Sulfato de amonio	160	30,5	30,7	29,5	30,2
T5	Sulfato de amonio	140	29,1	29,5	28,9	29,2
T6	Sulfato de amonio	100	29,1	28,9	26,3	28,1
T7	Nitrato de amonio	160	26,9	26,5	27,1	26,8
T8	Nitrato de amonio	140	26,7	25,7	26,7	26,4
T9	Nitrato de amonio	100	25,5	25,3	26,5	25,8
T10	Testigo P - K	60 -60	24,7	23,9	27,7	25,4

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
 Log paniculas 30 0,77 0,63 3,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	60,57	11	5,51	5,56	0,0007
Trat	60,52	9	6,72	6,79	0,0003
Rep	0,06	2	0,03	0,03	0,9722
Error	17,84	18	0,99		
Total	78,41	29			

Cuadro 13. Granos por panículas, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha	I	II	III	
T1	Urea	160	112	111	103	108
T2	Urea	140	103	100	100	101
T3	Urea	100	98	92	98	96
T4	Sulfato de amonio	160	147	147	124	139
T5	Sulfato de amonio	140	113	111	109	111
T6	Sulfato de amonio	100	112	112	104	109
T7	Nitrato de amonio	160	91	101	102	98
T8	Nitrato de amonio	140	88	89	89	89
T9	Nitrato de amonio	100	84	80	88	84
T10	Testigo P - K	60 -60	73	70	76	73

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
 Granos panic 30 0,94 0,90 5,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8911,63	11	810,15	25,81	<0,0001
Trat	8870,03	9	985,56	31,39	<0,0001
Rep	41,60	2	20,80	0,66	0,5277
Error	565,07	18	31,39		
Total	9476,70	29			

Cuadro 14. Peso de 1000 granos, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha	I	II	III	
T1	Urea	160	28,9	25,0	26,9	26,9
T2	Urea	140	26,8	27,4	26,6	26,9
T3	Urea	100	23,2	29,6	26,7	26,5
T4	Sulfato de amonio	160	33,7	29,0	29,0	30,6
T5	Sulfato de amonio	140	29,6	29,4	29,1	29,4
T6	Sulfato de amonio	100	26,9	27,6	29,8	28,1
T7	Nitrato de amonio	160	26,9	25,7	25,9	26,2
T8	Nitrato de amonio	140	26,9	23,3	24,5	24,9
T9	Nitrato de amonio	100	24,9	25,2	23,2	24,4
T10	Testigo P - K	60 -60	21,9	25,7	25,4	24,3

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
 peso 1000 granos 30 0,63 0,41 7,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	115,20	11	10,47	2,84	0,0240
Trat	114,85	9	12,76	3,46	0,0120
Rep	0,35	2	0,18	0,05	0,9532
Error	66,37	18	3,69		
Total	181,57	29			

Cuadro 15. Rendimiento, en la absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz en la zona de Cedegé. UTB. 2018

Nº	Tratamientos		Repeticiones			X
	Fuentes de Nitrógeno	Dosis N kg/ha	I	II	III	
T1	Urea	160	4225,1	3670,1	3940,5	3945,2
T2	Urea	140	3926,2	3945,8	3897,8	3923,3
T3	Urea	100	3414,0	4324,7	3912,0	3883,6
T4	Sulfato de amonio	160	4908,1	4239,3	4239,3	4462,2
T5	Sulfato de amonio	140	3584,7	4595,1	3926,2	4035,3
T6	Sulfato de amonio	100	3940,5	4089,5	4056,8	4028,9
T7	Nitrato de amonio	160	3940,5	3769,7	3798,2	3836,1
T8	Nitrato de amonio	140	3940,5	3428,2	3599,0	3655,9
T9	Nitrato de amonio	100	3655,9	3698,6	3414,0	3589,5
T10	Testigo P - K	60 -60	3125,9	3347,9	3678,4	3384,1

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
rend 30 0,57 0,31 8,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2342795,08	11	212981,37	2,20	0,0664
Trat	2320856,49	9	257872,94	2,66	0,0367
Rep	21938,59	2	10969,30	0,11	0,8935
Error	1742481,48	18	96804,53		
Total	4085276,56	29			

## 10.2. Fotografías



Fig. 1. Delimitando terreno para la siembra



Fig. 2. Trasplante del cultivo de arroz



Fig. 3. Aplicando herbicida para realizar el control de malezas

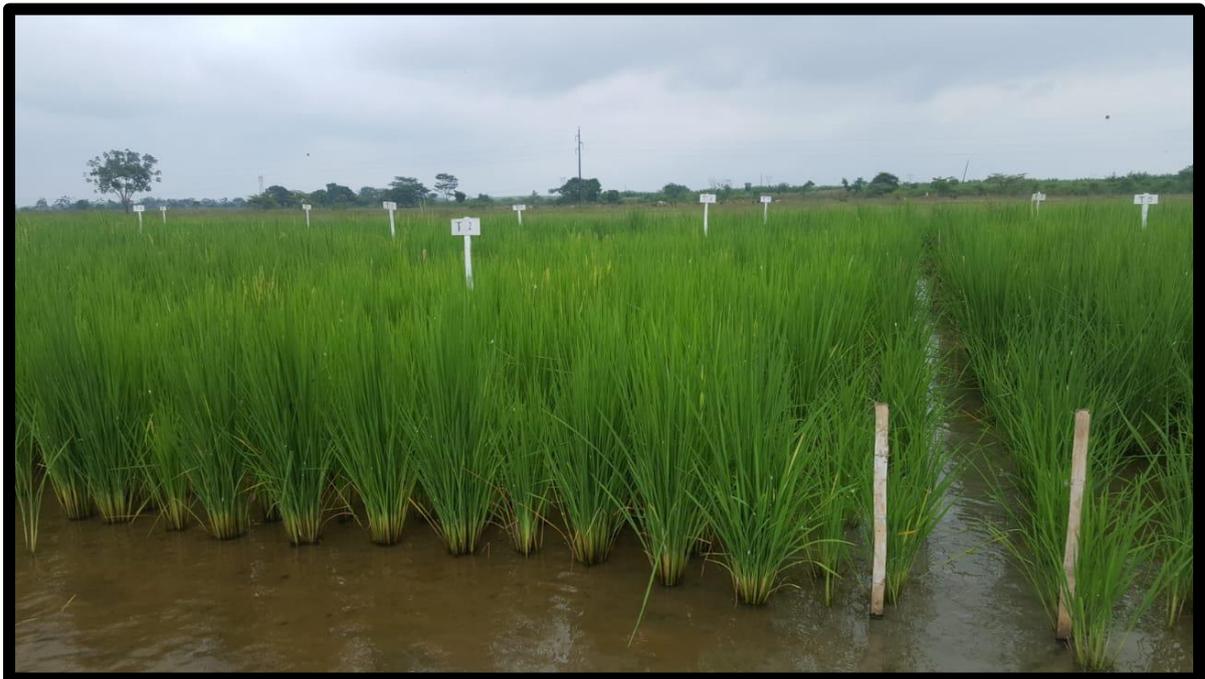


Fig. 4. Cultivo de arroz en desarrollo



Fig. 5. Visita del Coordinador de Titulación



Fig. 6. Visita del Tutor del ensayo



Fig. 7. Fumigación del cultivo con insecticidas.



Fig. 8. Evaluando datos de altura de planta