

# **Análisis De La Aplicación Profunda De Briquetas De Urea En El Suelo Como Fuente De Lenta Liberación De Nitrógeno En La Producción De Arroz**

Calle, Olga; Medina, Imelda.  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN  
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador

## **Resumen**

*El cultivo de arroz es un gran demandante de fertilizantes nitrogenados, ya que éste se considera el elemento nutritivo que repercute más directamente sobre la producción, pues aumenta el porcentaje de espiguillas rellenas, incrementa la superficie foliar y contribuye además al aumento de la calidad del grano. Para suplir estas necesidades nutricionales el producto más adquirido es la urea, pero ésta produce un desperdicio por la forma de su aplicación, causado por la volatilización del amonio que resulta de la hidrólisis de la urea al contacto con el agua. Es por esto que en países asiáticos, grandes productores de arroz, han probado con éxito el uso de la aplicación profunda de briquetas de urea. Esta tecnología impide la volatilización del amonio a la atmósfera ya que la hidrólisis de la urea se da en la zona anaeróbica del suelo y no en la zona aeróbica como en el caso de la aplicación al voleo. El estudio realizado en el CENAE tuvo como objetivo comprobar la tecnología utilizada en el continente asiático para lo cual se realizaron análisis de suelo y foliares a cada repetición durante las etapas de mayor demanda de N por parte de la planta.*

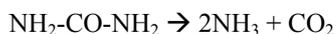
**Palabra clave:** *briquetas, urea, nitrógeno*

## **Abstract**

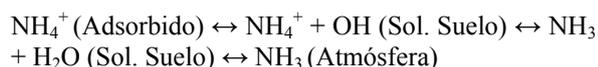
*Rice cultivation is a major claimant of nitrogen fertilizers, as is considered the nutrient that most directly impact on production, it increases the percentage of filled spikelets, increases leaf area and also contributes to increased grain quality. To meet these nutritional needs the most purchased product is urea, but it produces a waste because of its method of implementation, caused by the volatilization of ammonia resulting from hydrolysis of urea in contact with water. That's why Asian countries, major rice producers, have successfully tested the use of deep application of urea briquettes. This technology prevents the volatilization of ammonia to the atmosphere since the hydrolysis of urea occurs in the anaerobic zone of the soil and not in the aerobic zone as in the case of the broadcast application. The study in CENAE was intended to check the technology used in Asia for which were made of soil and foliar analysis for each repetition during the periods of greatest demand for N by the plant*

## 1. Introducción

Existe una gran pérdida de nitrógeno no asimilado por las plantas, porque al momento de la aplicación, éste se disuelve instantáneamente en la lámina de agua, de la cual la mayor parte se va a perder por lixiviación y volatilización hacia la atmósfera, esto hace que un 70% del Nitrógeno no sea aprovechado por las plantas, creando una ineficiencia de la tecnología, que a la final representa acumulación de Nitritos y Nitratos en aguas subterráneas, se reducen los rendimientos y se incrementa el costo de producción. Al realizarse un cambio físico en la urea granulada, realizando una compactación a una forma de briqueta de mayor tamaño, y al colocarla por debajo de la lámina de agua en el medio anaerobio fangoso del suelo, se logra evitar la volatilización del amonio liberado por la urea. Así el amonio es aprovechado con mayor eficacia por las plantas, lo que permite aplicar una menor cantidad de urea por hectárea. Además se incrementan los rendimientos. Cabe mencionar que esta investigación ha sido realizada en países Asiáticos, con resultados favorables por la disminución de la cantidad de urea aplicada por unidad de área, y, aumento de rendimientos, por lo cual se quiere probar su respuesta bajo nuestras condiciones edafológicas-climáticas y de nuestras variedades. Luego de la aplicación la urea se hidroliza para posteriormente descomponerse de la siguiente manera:



El amonio liberado en la hidrólisis de la urea queda en equilibrio dinámico con el amoníaco de la atmósfera:



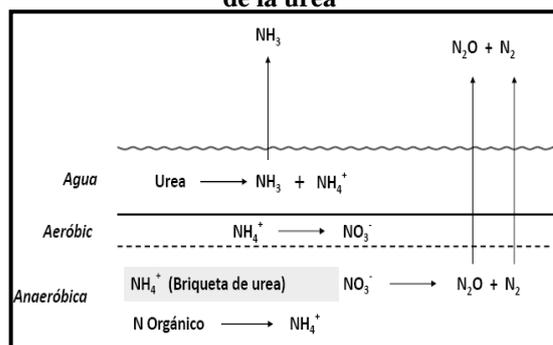
Al aplicar la urea en forma de briquetas (urea compactada mecánicamente), se rompe el equilibrio dinámico entre el amonio liberado por la urea y el de la atmósfera. Esto impide la volatilización del amonio del suelo hacia la atmósfera, manteniéndolo retenido en el coloide del suelo.

El ciclo del Nitrógeno explica como las plantas han podido por siglos tomar este elemento del suelo sin agotarlo. Esto se debe a que los átomos de Nitrógeno en cada etapa del ciclo aparecen en diferentes formas, con sus propias propiedades, comportamientos y efectos sobre el ecosistema

En los suelos inundados, como en los que se siembra arroz, los nitratos formados por el proceso de nitrificación durante la época seca, son usualmente sometidos al proceso de desnitrificación cuando los suelos son sumergidos.

Pero aún bajo estas condiciones, el suelo permite que ambos procesos (nitrificación y desnitrificación) se den simultáneamente, la primera zona de interfase entre la superficie y el agua; y el segundo en las capas más profundas del suelo. Por este motivo, las pérdidas de N pueden ser drásticamente reducidas al inundar los suelos y la aplicación profunda del fertilizante, ya que el N permanece en forma de ión amonio y no es susceptible a pérdidas por desnitrificación. Ver figura 1.1.

**Figura 1.1 descomposición aeróbica y anaeróbica de la urea**



Fuente: Walter Bowen

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Ubicación del ensayo

La presente investigación se llevó a cabo en los terrenos del Campo Experimental de Enseñanza Agropecuaria de la ESPOL (CENAE) ubicado en el Campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en el kilómetro 30,5 de la Vía Perimetral, en el cantón Guayaquil perteneciente a la provincia del Guayas. Situado geográficamente entre la coordenadas 02008'28" Latitud Sur y 79057'42" de Longitud Oeste, y a 4 msnm.

### 2.2. Materiales y Herramientas

#### Fase de campo

##### Materiales

- Pala
- Fundas plásticas
- Fundas de papel
- Marcadores
- Sacos
- Balanza romana
- Bomba de mochila
- Briquetadora

##### Insumos

- Ceniza
- Urea
- Agrin (Cipermetrina 25%)
- Engeo
- Nominec
- Endosulfan

## Fase de laboratorio

- Muestras de suelo
- Muestras foliares

## 2.3. Metodología

El diseño experimental utilizado en este ensayo fue un modelo de bloques completos al azar.

El diseño está constituido por 5 tratamientos y 3 repeticiones (Ver tabla 2.1). El tratamiento 1 corresponde al testigo absoluto, por esta razón no se aplicó ningún tipo de fertilización. El total de unidades experimentales fue de 15 siendo el área de 100 m<sup>2</sup> cada una.

**Tabla 2.1**  
**Tratamientos**

Tratamientos	Dosis de N	Forma de aplicación
T1	0	-
T2	120 Kg./Ha	Al voleo
T3	80 Kg./Ha	Briquetas 3,62 g.
T4	64 Kg./Ha	Briquetas 2,89 g.
T5	48 Kg./Ha	Briquetas 2,17 g.

### Instalación del ensayo

#### Análisis de suelo inicial

Se tomaron muestras de cada parcela con la finalidad de tener una muestra total homogénea de todo el terreno. El análisis de suelos se lo realizó en los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Autónomas (INIAP), Boliche. El nivel de N en el terreno fue del 15%, lo que se considera bajo. Con esta información se determinaron las recomendaciones de Nitrógeno, que correspondían a 120 Kg./Ha.

#### Semillero

##### Preparación del terreno para semillero

Una vez seleccionada el área de terreno donde se instaló el semillero, se procedió a batir el suelo, para que de esta manera la raíz de la semilla pueda penetrar con facilidad y no se adhiera a terrones.

##### Germinación de la semilla

Se dividió cada saco de 50 Kg. en dos partes (colocar en 2 sacos), que luego fueron sumergidos en agua por 24 horas. A continuación se sacaron los sacos del agua y se colocaron en terreno seco para taparlos con maleza. Pasadas las 24 horas que la semilla fue tapada se retiró la maleza y se abrieron los sacos para refrescar la semilla con agua. Una vez refrescada la semilla se la colocó nuevamente en una pila y se la dejó reposar durante otras 24 horas. Posteriormente se procedió a volear en el terreno definitivo. Al día

siguiente se regaron los semilleros, para lo cual se inundó el terreno por 2 horas y luego se drenó el agua.

#### Terreno definitivo

Desbroce y nivelación con pala mecánica. Un pase de arado y dos pases de rastra en seco. No se realizó fanguero. Posteriormente se realizó la delimitación de las parcelas de 10 m x 10 m para los ensayos. A continuación se instalaron los muros y drenajes.

#### Riego

Se realizó riego por inundación. La frecuencia del riego estuvo determinada de acuerdo a las necesidades que el cultivo iba presentando.

#### Siembra

El trasplante se realizó 22 días después de la siembra en el semillero a un área total de 1500 m<sup>2</sup>. La distancia de siembra fue de 20 cm x 25 cm colocando de 3 a 4 plantas por golpe.

#### Control de malezas

El control de malezas de hoja ancha se lo realizó a mano. Para las malezas de hoja angosta se realizó una aplicación pos-emergente del herbicida *NOMINEC*.

#### Control de plagas

Para el control de minadores se aplicó *AGRIN* (*CIPERMETRINA* 25%). Para el control de *hydreliá* se utilizó el insecticida *ENGEO*. Posteriormente para el control de pulgón se aplicó *ENDOSULFAN*.

#### Aplicación de tratamientos

La aplicación de las briquetas se realizó 6 días después del trasplante. En la figura 2.1 se muestra la disposición en la fueron colocadas las briquetas. Se realizó una sola aplicación durante todo el ciclo de cultivo y no se realizó ningún otro tipo de fertilización, ni foliar ni edáfica.

**Gráfico 2.1**

X = plantas  
O = briquetas

X		X	X	X
	O			O
X		X	X	X
	O			O
X		X	X	X

#### Cosecha

Al finalizar el ciclo de cultivo, a los 121 días después del trasplante, se procedió a la cosecha con cosechadora, con capacidad para una saca. Posteriormente se guardó la producción de cada tratamiento en diferentes sacos debidamente etiquetados.

### ***Toma y análisis de muestras de suelos***

A los 11 días después del trasplante, al terminar la fase de elongación, se tomaron las primeras muestras de suelo con el objetivo de evaluar el nivel de N en el suelo después de la aplicación de las briquetas. Para esto se delimitó una zona de 1 m<sup>2</sup> dentro de cada parcela; esta zona fue destinada para la toma de todas las muestras y fue escogida al azar, pero tomando en cuenta que no se encuentre en el borde de la parcela. Las muestras se guardaron a fundas individuales etiquetadas. Todos los análisis se realizaron en los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Autónomas (INIAP), Boliche.

La segunda toma de muestras de suelo se efectuó a los 56 días después del trasplante, al terminar la fase de macollamiento. Se siguió el mismo procedimiento anterior, se separaron las muestras en fundas individuales y etiquetadas y llevadas a los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Autónomas (INIAP), Boliche.

La tercera muestra de suelos se tomó a los 66 días después del trasplante, al finalizar la etapa de floración. Se separaron las muestras en fundas individuales y etiquetadas y llevadas a los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Autónomas (INIAP), Boliche.

### ***Toma y análisis de muestras foliares***

Las muestras se tomaron de la zona de 1 m<sup>2</sup> delimitada dentro de cada parcela. La primera toma de muestras foliares se efectuó a los 56 días después del trasplante, al terminar la fase de macollamiento. Se separaron las muestras en fundas individuales y etiquetadas y llevadas a los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Autónomas (INIAP), Boliche.

La segunda muestra foliar se tomó a los 66 días después del trasplante, al finalizar la etapa de floración. Se separaron las muestras en fundas individuales y etiquetadas y llevadas a los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Autónomas (INIAP), Boliche.

### **Medición de variables**

Con la finalidad de estimar los efectos de los tratamientos, se evaluaron las siguientes variables:

- Número de macollos
- Número de panículas
- Producción en Kg. /Ha.
- Contenido de N en el suelo
- Contenido de N foliar

### ***Número de macollos***

Se contaron el número de macollos por planta, a los 56 días después del trasplante, dentro del metro cuadrado delimitado anteriormente.

### ***Número de panículas***

Al momento de la cosecha se apartó en fundas individuales, correspondientes a cada parcela, las panículas de las plantas dentro del metro cuadrado destinado a la toma de muestras.

### ***Producción en Kg. /Ha***

A los 121 días después del trasplante, se registró toda la producción de los 9 m<sup>2</sup> restantes dentro de cada parcela, y con este dato se proyectó a una hectárea. Cabe recalcar que la producción de 1 m<sup>2</sup> fue tomada para el conteo de panículas.

### ***Contenido de N en el suelo***

Fueron tomadas muestras de suelo al finalizar cada una de las fases de mayor demanda de N en el cultivo de arroz. Estas fases fueron: elongación, macollamiento y floración.

### ***Contenido de N foliar***

Fueron tomadas muestras de suelo al finalizar cada una de las fases de mayor demanda de N, y en las que fue posible tomar muestras foliares en el cultivo de arroz. Estas fases fueron: macollamiento y floración.

### ***Análisis de datos***

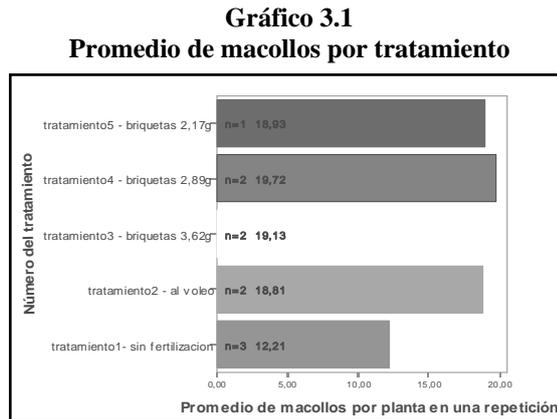
Luego de que se finalizó con la medición de las variables, se procedió a la tabulación y ordenamiento de los datos obtenidos durante a parte experimental del ensayo. Una vez ordenados los datos se los analizó mediante el análisis de varianza (ANOVA). Para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5%, en el caso de varianzas homogéneas; y la prueba de Tamhane al 5%, en el caso de varianzas no homogéneas. El programa estadístico utilizado fue SPSS.

## **3. Resultados**

El análisis de los datos obtenidos de todas las variables se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA). Como primer paso se efectuó la prueba de Levene para determinar la homogeneidad de las varianzas de los tratamientos, y así poder determinar la prueba de separación de medias que más se ajuste al caso. Se utilizó la prueba de Tukey al 5%, en el caso de varianzas homogéneas; y la prueba de Tamhane al 5%, en el caso de varianzas no homogéneas. Se realizó esta prueba debido a que a lo largo de la experimentación se presentaron algunos datos aberrantes. El programa estadístico utilizado fue SPSS.

### 3.1. Número de macollos

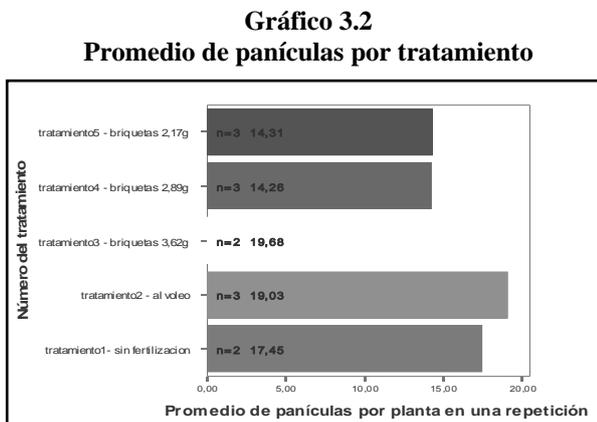
Se realizó primero un test de homogeneidad de varianza en el que el valor de significancia fue de 0,135, por lo que se aceptó la hipótesis nula de que las varianzas son homogéneas. Con una significancia del 0,5%, si se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales, y se acepta la hipótesis alternativa de que al menos un tratamiento es diferente. Gráfico 3.1.



Según la prueba de Tukey al 5%, los tratamientos 2, 3, 4 y 5, correspondientes a los tratamientos al voleo y de briquetas de 3,62 g., 2,89 g. y 2,17 g. respectivamente son estadísticamente iguales. El tratamiento 1 es estadísticamente menor a los demás tratamientos.

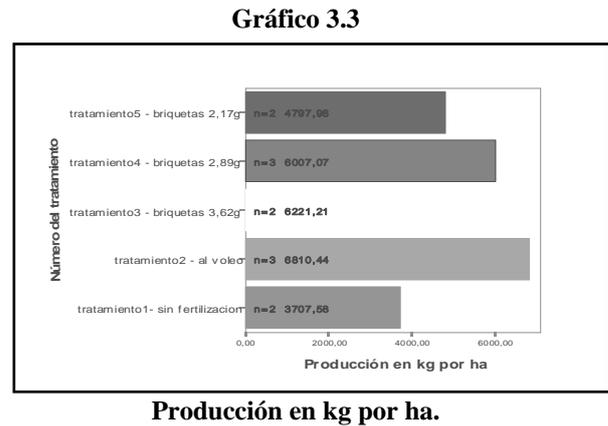
### 3.2. Número de panículas

Se realizó primero un test de homogeneidad de varianza en el que el valor de significancia fue de 0,414, por lo que se aceptó la hipótesis nula de que las varianzas son iguales. Con una significancia del 0,5%, no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se acepta la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales, y se rechaza la hipótesis alternativa de que al menos un tratamiento es diferente. Ver gráfico 3.2.



### 3.3. Producción en Kg. /Ha

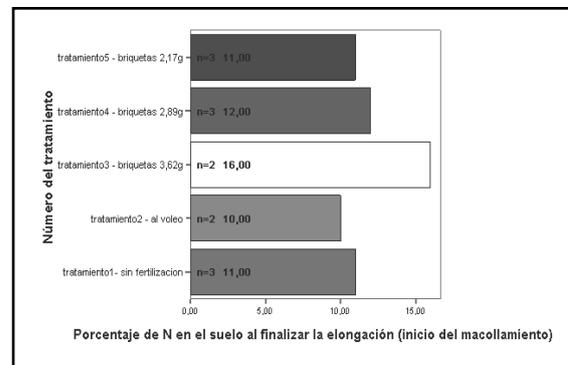
En esta variable se realizó primero un test de homogeneidad de varianza en el que el valor de significancia fue de 0,365, por lo que se aceptó la hipótesis nula de que las varianzas son iguales. Con una significancia del 0,5%, no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se acepta la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales. Ver gráfico 3.3.



### 3.3. Contenido de N en el suelo

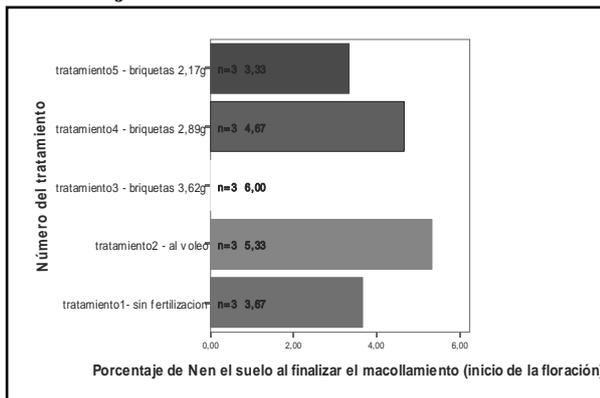
En esta variable se realizó primero un test de homogeneidad de varianza en el que el valor de significancia fue de 0,004, por lo que se rechazó la hipótesis nula de que las varianzas son iguales. Con una significancia del 0,5%, no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos al terminar la etapa de elongación (inicio del macollamiento), por lo que se acepta la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales, y se rechaza la hipótesis alternativa de que al menos un tratamiento es diferente. Ver gráfico 3.4.1.

**Gráfico 3.4.1**  
**Porcentaje de n en suelo al finalizar elongación**



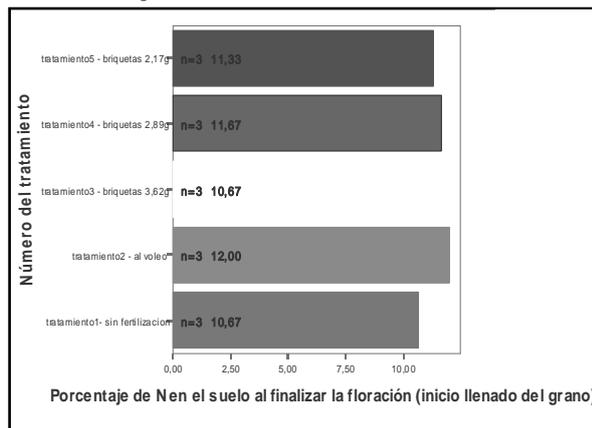
Al término de la etapa de macollamiento, con un valor de significancia de 0,008 en el test de homogeneidad se rechazó la hipótesis nula de que las varianzas son iguales. Con una significancia del 0,5%, no se obtuvieron diferencias significativas por lo que se acepta la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales, y se rechaza la hipótesis alternativa de que al menos un tratamiento es diferente. Ver gráfico 3.4.2.

**Gráfico 3.4.2**  
**Porcentaje de n en suelo al finalizar macollamiento**



Con un valor de significancia de 0,114 en el test de homogeneidad se aceptó la hipótesis nula de que las varianzas son iguales al término de la etapa de floración. Con una significancia del 0,5%, no se obtuvieron diferencias significativas por lo que se acepta la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales, y se rechaza la hipótesis alternativa de que al menos un tratamiento es diferente. Ver gráfico 3.4.3.

**Gráfico 3.4.3**  
**Porcentaje de n en suelo al finalizar floración**

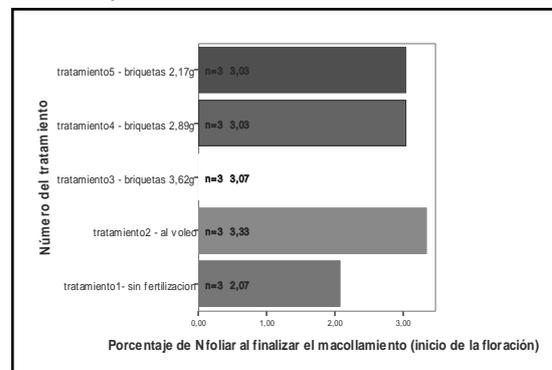


### 3.5. Contenido de N foliar

Con un valor de significancia de 0,228 en el test de homogeneidad se aceptó la hipótesis nula de que las varianzas son iguales al término de la etapa de macollamiento.

Con una significancia del 0,5%, si se obtuvieron diferencias significativas por lo que se rechaza la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales, y se acepta la hipótesis alternativa de que al menos un tratamiento es diferente. Ver gráfico 3.5.1.

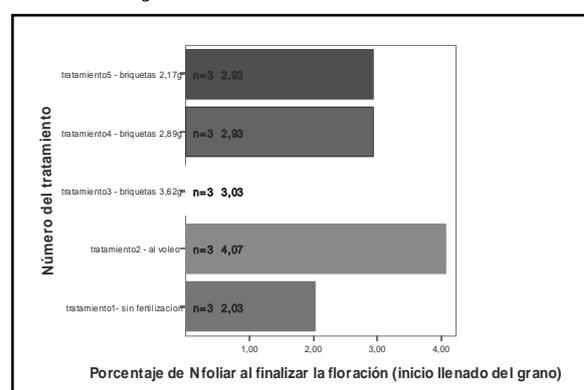
**Gráfico 3.5.1**  
**Porcentaje de n foliar al finalizar macollamiento**



Según la prueba de Tukey al 5%, el porcentaje de N del tratamiento 2 (fertilización al voleo) es estadísticamente mayor a los demás tratamientos. Los tratamientos 2, 3, 4 y 5, correspondientes a los tratamientos al voleo y de briquetas de 3,62 g., 2,89 g. y 2,17 g. respectivamente son estadísticamente iguales. El tratamiento 1 (testigo absoluto) es estadísticamente menor a los demás tratamientos.

Al término de la etapa de floración, con un valor de significancia de 0,114 en el test de homogeneidad se acepta la hipótesis nula de que las varianzas son iguales. Con una significancia del 0,5%, si se obtuvieron diferencias significativas por lo que se rechaza la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales, y se acepta la hipótesis alternativa de que al menos un tratamiento es diferente. Ver gráfico 3.5.2.

**Gráfico 3.5.2**  
**Porcentaje de n foliar al finalizar floración**



Según la prueba de Tukey al 5%, el porcentaje de N del tratamiento 2 (fertilización al voleo) es estadísticamente mayor a los demás tratamientos. Los tratamientos 2, 3, 4 y 5, correspondientes a los tratamientos al voleo y de briquetas de 3,62 g., 2,89 g. y 2,17 g. respectivamente son estadísticamente iguales. El tratamiento 1 (testigo absoluto) es estadísticamente menor a los demás tratamientos.

## DISCUSIÓN

### Número de macollos

Los tratamientos 2, 3, 4 y 5, correspondientes a los tratamientos al voleo y de briquetas de 3,62 g., 2,89 g. y 2,17 g. respectivamente no presentan diferencias significativas, lo que quiere decir que se los puede considerar iguales, o que estos los tratamientos tuvieron el mismo efecto sobre la variable "Número de macollos". Esta situación se pueda dar debido a que ya sea al voleo o en forma de briquetas, todos los tratamientos antes mencionados tuvieron a su disposición el nitrógeno necesario para esta etapa. El tratamiento 1 fue estadísticamente diferente por obvias razones, no fue fertilizado.

### Número de panículas y producción

No se obtuvieron diferencias significativas para ninguno de los tratamientos. Esta situación se presentó a pesar de que los tratamientos con briquetas tenían un contenido de nitrógeno menor que el tratamiento al voleo. El tratamiento al voleo contenía 120 kg. por hectárea y los tratamientos con briquetas sólo 80 kg., 64 kg. y 48 kg. por hectárea.

### Contenido de N en el suelo

No se presentaron diferencias significativas en los tratamientos en ninguna de las etapas, lo que quiere decir que aunque el tratamiento al voleo fue aplicado en dos ocasiones durante el cultivo y los de briquetas tan sólo una vez, estos últimos mantuvieron nitrógeno disponible para todo el ciclo de cultivo. Además, el tratamiento al voleo contenía un 50% más de nitrógeno que el tratamiento de briquetas de 3,62 g.

### Contenido de N foliar

En esta variable tampoco se presentaron diferencias significativas a pesar de lo mencionado anteriormente sobre el contenido de nitrógeno del tratamiento al voleo y los tratamientos de briquetas. Además el contenido de nitrógeno foliar se mantuvo dentro de los porcentajes considerados óptimos para el cultivo de arroz.

## 4. Conclusiones y Recomendaciones

### CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en el experimento, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. El tratamiento 2, correspondiente a la aplicación de urea al voleo, presentó diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos únicamente el variable de número de macollos; en donde fue estadísticamente mayor a los demás tratamientos.
2. En la variable Número de panículas no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Aunque cabe destacar que el tratamiento con mayor número de panículas fue al que se aplicó las briquetas de 3,62 g. (80 Kg. N/Ha.) seguido del tratamiento de la aplicación de urea al voleo.
3. En la variable Producción en Kg. por Hectárea, tampoco se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Es importante mencionar que la mayor producción se presentó en el tratamiento donde se aplicó la urea al voleo seguido del tratamiento de briquetas de 3,62 g., aunque solo en un 8,6%. Estos resultados se dieron a pesar de que el tratamiento al voleo consistía en 120 Kg. de N por Ha. y el tratamiento de briquetas de 3,62 g sólo en 80 Kg. de N por Ha.
4. A pesar de no presentar diferencias significativas con los demás tratamientos, el tratamiento 3 (briquetas de 3,62 g.), fue el que mantuvo el mayor porcentaje de N en el suelo durante las etapas de mayor demanda del cultivo, sean éstas elongación, macollamiento e inicio de llenado del grano.
5. En la variable Porcentaje de N foliar, para la etapa de elongación no hubo diferencias significativas pero para el macollamiento sí. Sin embargo, todos los tratamientos de aplicación de briquetas (tratamientos 3, 4 y 5) presentaron niveles de N foliar dentro del rango óptimo en las dos etapas antes mencionadas.
6. Se obtuvieron ganancias a nivel económico, ya que la cantidad de urea aplicada fue desde el 50% en relación a las aplicaciones convencionales al voleo.
7. Dentro del tema ambiental también se logra una ganancia debido a que se evitan emanaciones de amonio hacia la atmósfera gracias a que las briquetas logran mantener el nitrógeno en el suelo.

## RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones mencionadas anteriormente, se muestran las siguientes recomendaciones:

1. Continuar con la investigación para determinar con exactitud las ganancias ambientales, es decir, determinar cuánto amonio estamos evitando emanar hacia la atmósfera.
2. Aplicar esta tecnología con los pequeños arroceros, ya que hacia ellos está dirigido, y evaluar su adaptabilidad en el campo.
3. Investigar también la posibilidad de trabajar con briquetas de otros compuestos utilizados en la fertilización del cultivo de arroz, tales como muriato de potasio, sulfato de potasio, incluso zeolitas.

## Agradecimiento

A la Ing. Imelda Medina por su invaluable ayuda, a la Escuela Superior Politécnica y al Programa de Ingeniería Agropecuaria.

## Bibliografía y Referencias

1. ALBERTO PANTOJA, ALBERT FISCHER, FERNANDO CORREA-VICTORIA, LUIS R. SANINT, ALVARO RAMÍREZ, MIP en Arroz, Manejo Integrado de Plagas, Artrópodos, Enfermedades y Malezas.
2. ANDRADE FRANCISCO, Proyecto Integral Arroz Manual del Cultivo de Arroz, Iniap-Fenarroz, Ecuador 1998.
3. ANDRADE, F., 1986. Guía para el Agricultor Arrocerero. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). Estación Experimental Boliche. EC. Boletín Divulgativo No. 177.
4. EDIFARM, Vademécum Agrícola 2004 Ecuador, Octava Edición, Ecuador 2004.
5. GONZÁLES, J. 1985. Origen, Taxonomía y Anatomía de la planta de arroz (*Oriza sativa* L.), In Arroz: Investigación y Producción.
6. INFOAGRO, El cultivo del arroz, <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
7. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) Clima, suelos, nutrición y fertilización de Cultivos, Manual Técnico No. 26.
8. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) Manual del Cultivo de Arroz, Manual Técnico No. 66
9. MANUEL B, SUQUILANDA, 2003, Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz, Proyecto Manejo adecuado de plaguicidas.
10. SICA (Servicio de información y censo agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador), Artículo “Arroz (*Oriza sativa*)”, [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/productos/arroz\\_mag.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/productos/arroz_mag.pdf)
11. SICA (Servicio de información y censo agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador), Panorama de la cadena del arroz, [http://www.sica.gov.ec/cadenas/arroz/docs/panorama\\_arroz\\_ecuador06.html](http://www.sica.gov.ec/cadenas/arroz/docs/panorama_arroz_ecuador06.html)
12. EDWARD J. PLASTER. 2006. La ciencia del suelo y su manejo. Fertilizantes (materiales fertilizantes).
13. ACHIM DOBERMANN, THOMAS FAIRHURST. Manejo del Nitrógeno en arroz.