

# “Estudio de varios niveles de nitrógeno aplicados con briquetas de UREA, en el cultivo de arroz en seco con siembra mecanizada en la zona de Lomas de Sargentillo.”

Felipe Renán Franco Plaza  
Marcelo Espinosa Luna  
Facultad en Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador  
ffranco@espol.edu.ec  
mespino@espol.edu.ec

## Resumen

*El estudio se basó en la aplicación de varios niveles de Nitrógeno utilizando la tecnología APBU (Aplicación Profunda de Briquetas de Urea), con el propósito de incrementar la eficiencia y efectividad del Nitrógeno contenido en la Urea. El ensayo fue realizado en la zona de Lomas de Sargentillo utilizando el sistema de siembra mecanizado de seco. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones; T1, sin aplicación de Nitrógeno; T2, 138 Kg N./Ha. (Urea voleo); T3, 108 Kg N./Ha.(Urea en briquetas); T4, 99 Kg N./Ha.(Urea en briquetas); T5, 90 Kg N./Ha.(Urea en briquetas). Se consideraron seis variables: Altura de planta; número de macollos; producción arroz paddy; peso de 1000 granos; granos vanos y llenos por panícula y análisis económico. De los resultados estadísticos se concluye que los tratamientos T2 y T3 son los mejores en todas las variables, con la consideración que el T2 tiene 30 kg N./Ha. más que T3 en la dosificación. El análisis económico denota que la cantidad de jornales que se requieren para su aplicación es elevada, se recomienda la construcción de una máquina para su aplicación en seco, para reducir el costo y obtener mejor rentabilidad.*

**Palabras Claves:** Urea, briqueta y seco.

## Abstract

*This study was based on the implementation of various nitrogen levels using the UBPA (Urea Briquettes for Deep Application) technology, with the idea of increasing the efficiency and effectiveness in the Urea nitrogen content. The experiment was made in Lomas de Sargentillo of using mechanized planting. The cultivation design is blocks completely randomly with five treatments and three repetitions; T1, without application of nitrogen; T2, 138 Kg N. / Ha (Urea spread); T3, 108 Kg N./Ha.(Urea in briquettes); T4, 99 Kg N./Ha.(Urea in briquettes); T5, 90 Kg N./Ha.(Urea in briquettes). The design considered six variables: plant height; number of tillers; paddy rice production; 1000-grain weight; vain and full grain on panicle and economic analysis. Statistical results it is concluded that T2 and T3 treatments are the best in all variables, with the consideration that the T2 has 30 kg N / Ha. than T3 in dosage., with the consideration that the T2 has 30 kg N./Ha. more than T3 in the dosage. The economic analysis indicates that the amount of wages required for this implementation is high, the construction of a machine for rain-fed application, it is recommended to reduce the cost for obtaining a better profitability.*

**Keywords:** Urea, briquettes and rain-fed

## 1. Introducción

El nitrógeno (N) es considerado como uno de los nutrientes que afectan de forma más directa la producción de arroz, ya que está presente en ella durante sus fases fenológicas en diferentes cantidades, lo que redundará en el aumento del porcentaje de espiguillas llenas, incremento de la superficie foliar y contribuye además al aumento de calidad del grano.

El arroz capta mayor cantidad de nitrógeno en dos momentos críticos del cultivo:

En la fase de ahijamiento medio (35-45 días después de la siembra), cuando las plantas están desarrollando la vegetación necesaria para producir arroz.

Desde el comienzo del alargamiento del entrenudo superior hasta que este entrenudo alcanza 1.5-2 cm.

La modernización de la aplicación nitrogenada en países asiáticos se realiza con briquetas de pesos que van 0.9 y 2.7 gr. de Urea incorporadas en el subsuelo de 7 a 10 cm., esta investigación convalida la transferencia tecnológica.

Objetivo General:

- Estudiar varios niveles de nitrógeno aplicados en forma de briquetas de Urea e incorporados al subsuelo en el cultivo de arroz de secano con siembra mecanizada en el Cantón Lomas de Sargentillo.

Objetivos específicos:

- Cambiar del sistema de aplicación tradicional de UREA al voleo, por el sistema de aplicación profunda de briquetas (APBU).
- Mecanizar la siembra de arroz en la zona de Lomas de Sargentillo.
- Reducir número de aplicaciones de nitrógeno al cultivo de arroz.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos sobre los costos de producción.

Este experimento pretende descartar la Hipótesis nula ( $H_0$ ), con la finalidad de aceptar la Hipótesis alternativa ( $H_a = T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq T5$ ), permitiendo establecer una diferencia significativa entre tratamientos aplicando software y test correspondientes.

El presente trabajo de investigación se realizó aplicando el Método Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones, que constan de: testigo nulo; testigo positivo y tres tratamientos con briquetas de Urea. Las mismas que fueron aplicadas al subsuelo a una profundidad de 7 cm. Durante el desarrollo de la

investigación en campo se tomaron lecturas en todos los tratamientos y sus repeticiones de las siguientes variables: altura de planta; número de macollos, rendimiento en grano por unidad experimental, número de granos por panículas y peso de 1000 granos. Los datos obtenidos fueron tabulados y procesados en SPSS 19 y Microsoft Office Excel.

## 2. Materiales y Métodos.

### 2.1. Ubicación del ensayo.

El ensayo se realizó en la provincia del Guayas, Cantón Lomas de Sargentillo. La ubicación geográfica del ensayo es: 1° 52' 52.01" de Latitud Sur; 80° 05' 28.93" de Longitud Oeste; 16 msnm. de Altitud; 26 °C. de Temperatura media anual; 1600 horas anuales de Luminosidad; Época: Invierno desde enero a mayo de 2010.

### 2.2. Diseño experimental.

El ensayo consistió de tres tratamientos con aplicación de Urea como fuente de Nitrógeno bajo el sistema APBU, un testigo positivo (Urea aplicada al sistema de voleo) y el testigo absoluto (Sin aplicación de Urea). A continuación se detallan las cantidades de Urea utilizada en los tratamientos del ensayo:

Tabla 1. Cantidad de Nitrógeno puro y Urea por tratamiento.

TRATAMIENTO	CANTIDAD Kg. N. /Ha	CANTIDAD Kg. Urea (46% N.) /Ha
T1 (sin Urea)	0	0
T2 (300 kg. Urea/Ha al voleo)	138.00	300.00
T3 (234.78 Kg. Urea/Ha en briquetas)	108.00	234.78
T4 (215.22 Kg. Urea/Ha en briquetas)	99.00	215.22
T5 (195.65 Kg. Urea/Ha en briquetas)	90.00	195.65

Tabla 2. Datos adicionales del ensayo.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD Y/O DIMENSIÓN
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	3
Número total de parcelas	15
Número de plantas por metro lineal	35 a 40
Distancia entre hileras (aproximada)	0.15 m.
Área del experimento	496 m <sup>2</sup> .
Dimensiones de la unidad experimental	4 m. x 5 m.
Área de la unidad experimental	20 m <sup>2</sup> .
Número de hileras por ancho de bloque	26
Peso de una briqueta de Urea	2,7 g.

### 2.3. Materiales y herramientas.

A continuación se detalla la lista de materiales y herramientas usadas para este ensayo: Semilla de arroz (INIAP-15), Tractor de llantas, Sembradora de granos, Machete, Rabón, Piola, Estacas de caña, Cinta métrica, Herbicidas, Insecticidas, Fungicidas, Fertilizantes (Foliales, Urea granulada y briqueteada al 46% de Nitrógeno puro), Estaquillas de caña, Flexómetro, Pintura roja, Bomba de mochila 20 litros, Tanque de 200 litros, Bomba de motor, Balanza, Saquillos, Tablero de apuntes.

### 2.4. Trabajo de campo.

En el trabajo de campo se da ejecución a lo planteado en los objetivos del ensayo, éstos corresponden desde la preparación del suelo hasta la cosecha. Adicionalmente a este proceso se añade la toma de datos de las variables a considerar para el estudio de este ensayo.

### 2.5. Metodología.

#### 2.5.1. Análisis de suelo.

El análisis se lo realizó recogiendo 12 muestras de suelo a una profundidad aproximadamente de 25 cm., colocándolas en una bolsa con la finalidad de enviarlos al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) para su respectivo análisis, donde los resultados del mismo indica que la cantidad de Nitrógeno (N), Calcio (Ca) y Boro (B) con nivel medio, Fósforo (P) y Potasio (K) y demás microelementos con niveles altos.

#### 2.5.2. Preparación de suelo.

Se realizó con un tractor con una rastra pesada con doble pase en cruz, antes de la época lluviosa. El fin de esta labor es de obtener un suelo libre de terrones y suelto, para facilitar la siembra mecanizada.

#### 2.5.3. Siembra mecanizada.

Luego de la preparación de suelo se procedió a la siembra mecanizada, la sembradora era de chorro continuo calibrada para depositar 200 Kg/Ha de semilla de arroz. Cabe mencionar que ésta se la realizó antes de que comenzaran las lluvias.



**Fotografía 2.1.** Siembra mecanizada de arroz con sembradora de chorro continuo. (Autor)

#### 2.5.4. Control de malezas.

El control de malezas se realizó de dos tipos debido a las condiciones agronómicas que se presentaron, a continuación se detallan:

##### a) Químico.

Se aplicó a los 12 días después de la germinación después de una lluvia. Las familias de las malezas presentes en el cultivo fueron las gramíneas y hoja ancha.



**Fotografía 2.2.** Control químico de malezas. (Autor)

Los herbicidas usados en preemergencia y postemergencia fueron: BUTACHLOR (2 lt/Ha), PENDIMETALIN (2 lt/Ha) y BISPYRIBAC SODIO 40 SC (100 cc/Ha) mezclado con HUMECTANTE SURFACTANTE ESPARCIDOR (100 cc/Ha). El control fue de un 90 %, por lo que hubo la necesidad de realizar un manqueo con CYHALOFOP BUTYL con una dosis de 1 lt/Ha. a los 29 ddg.

##### b) Manual.

Hubo presencia de malezas de hoja ancha como Clavo de agua (*Ludwigia linnifolia*) y Betilla (*Ipomoea tiliacea*), que hizo necesario el control manual a los 50 ddg. El objetivo de haber realizado este control es por los inconvenientes que se pueden presentar en el momento de la cosecha, este tipo de malezas causan pérdidas al momento de realizar el corte.

### 2.5.5. Control de plagas.

El control de plagas se basó en el monitoreo, tomando en consideración los umbrales económicos de cada plaga para realizar controles químicos.

Las plagas que se controlaron mediante aplicaciones de insecticidas durante el ciclo fueron:

#### a) Hidrelia (*Hydrellia wirthi*).

Se presentó a los 32 ddg., por lo que se aplicó ENGEO (Thiamethoxam con Lambdacialotrina) con una dosis de 125 cc/Ha que controló la mencionada plaga.

#### b) Chinche (*Oebalus ornatus*).

La presencia del chinche se dio a los 81 ddg., por lo que se aplicó METAMIDOFOS (0.5 lt/Ha).



Fotografía 2.3. Control de plagas con aplicaciones nebulizadas de insecticidas. (Autor)

### 2.5.5. Control de enfermedades.

Las enfermedades no se presentaron en ninguna de las fases vegetativas del cultivo, además que por cuestiones del sistema de siembra de secano se rompió el ciclo de cualquier patógeno (una cosecha al año) y la resistencia de la variedad INIAP-15 a ciertas enfermedades de la zona.

### 2.5.5. Fertilización.

La fertilización se la realizó a los 28 ddg. debido a que se esperaba una precipitación alta para que la briqueta pueda ser introducida con facilidad en el subsuelo y comience a ejercer el efecto del nitrógeno en la planta.

En el gráfico siguiente se muestra la forma de la aplicación de las briquetas entre líneas de cultivo.

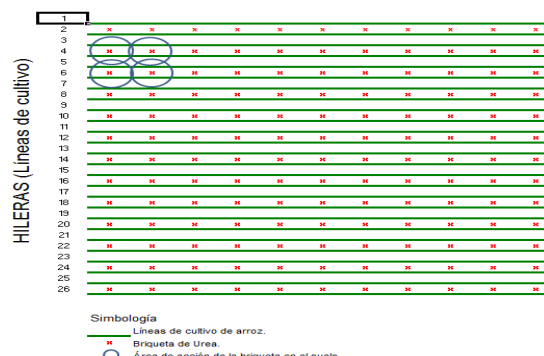


Figura 2.4. Distribución de las briquetas entre las líneas de cultivo. (Autor)

La aplicación de las briquetas en los tratamientos T3 (234.78 Kg. Urea/Ha en briquetas), T4 (215.22 Kg. Urea/Ha en briquetas) y T5 (195.65 Kg. Urea/Ha en briquetas) se aplicó de acuerdo a los cálculos establecidos (ver anexo 1) y la fertilización del testigo positivo (Urea al voleo) se realizó con la misma frecuencia de aplicación (28 y 42 ddg.) y dosis de Urea (300 Kg. divididos en dos aplicaciones) que el cultivo comercial que había a los alrededores del ensayo.



Fotografía 2.4. Aplicación de briquetas de Urea. (Autor)

### 2.5.6. Cosecha.

Se realizó a los 105 días ddg. de forma manual con una hoz y trillado (chicoteado) para que se desprendan los granos sobre una lona. Luego se recogieron y se depositaron en unos saquillos etiquetando cada uno para su posterior pesaje.



Fotografía 2.5. Cosecha de cada tratamiento. (Autor)

### 3. Resultados.

#### 3.1. Producción de arroz paddy (cáscara).

El análisis estadístico demostró que los tratamientos T2 (voleo 138 Kg. N/Ha.) y T3 (briquetas 108 Kg. N/Ha.) fueron los mejores.

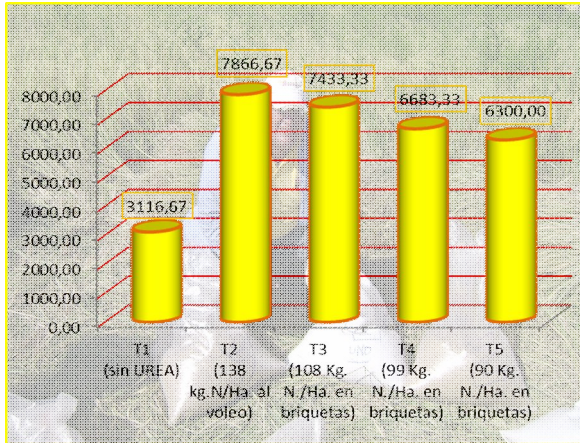


Gráfico 1. Diagrama de Columnas 3D, muestra el rendimiento en Kg/Ha. de cada uno de los tratamientos.

#### 3.1. Análisis económico.

Al realizar el análisis económico se denota que existe una diferencia económica significativa entre las dos tecnologías, considerando sólo los tratamientos T2 (voleo 138 Kg. N/Ha.) y T3 (briquetas 108 Kg. N/Ha.), debido a que son los que tienen altos rendimientos e ingresos netos por hectárea, éstos generan una diferencia de 200.29 USD. a favor del tratamiento T2. A continuación se muestra el gráfico que representa el ingreso neto por cada tratamiento y la tabla muestra el resumen del análisis económico.

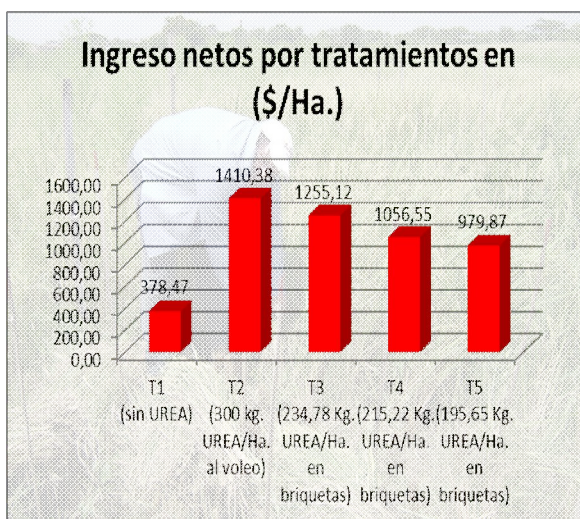


Gráfico 2. Diagrama de Columnas 3D, ingreso neto de cada uno de los tratamientos.

Tabla 3. Muestra el resumen del análisis económico de cada tratamiento.

ANÁLISIS ECONÓMICO	UNIDAD	T1 (sin UREA)	T2 (300 kg. UREA/Ha. al voleo)	T3 (234,78 Kg. UREA/Ha. en briquetas)	T4 (215,22 Kg. UREA/Ha. en briquetas)	T5 (195,65 Kg. UREA/Ha. en briquetas)
RENDIMIENTO ESTIMADO	Saca 205 lb.	33,45	84,42	79,77	71,72	67,61
PRECIO	\$/Saca 205 lb.	28	28	28	28	28
VALOR DE LA PRODUCCIÓN	\$	936,60	2363,76	2233,56	2008,16	1893,08
COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA	\$	558,13	953,38	978,44	951,61	913,21
INGRESO NETO POR HECTÁREA	\$	378,47	1410,38	1255,12	1056,55	979,87
COSTO/Saca 205 lb.	\$	16,69	11,29	12,27	13,27	13,51
GANANCIA POR Saca 205 lb.	\$	11,31	16,71	15,73	14,73	14,49
RELACION BENEFICIO/COSTO		1,68	2,48	2,28	2,11	2,07
RENTABILIDAD	%	67,81	147,93	128,28	111,03	107,30

### 4. Conclusiones y Recomendaciones.

#### 4.1. Conclusiones.

De acuerdo a los resultados en la mayoría de las variables los que mejores resultados ofrecieron fueron T2 y T3, pero considerando que el Tratamiento T2 es testigo positivo y tiene 14.5 kilogramos más de nitrógeno puro que el tratamiento T3 en la dosificación.

a. Los tratamiento T2 (138 Kg. N/Ha al voleo, racionado en dos aplicaciones) y T3 (tecnología APBU 108 kilogramos de Nitrógeno puro por hectárea compactadas en forma de briquetas y aplicadas una sola vez), son estadísticamente iguales con un rendimiento de 84.42 y 79.77 sacas de 205 libras por hectárea respectivamente, de acuerdo a los resultados obtenidos en el Test de comparaciones múltiples.

b. El análisis económico presenta que todos los tratamientos poseen porcentajes de rentabilidad altos, lo que nos permite decir que en todos los tratamientos son económicamente buenos. Aunque el Tratamiento T2 tiene una rentabilidad de 154.67 % la más alta de todos los tratamientos, seguido de los Tratamientos T3, T4 y T5 que tienen una rentabilidad del 123.20 %, 110.94 % y 107.22 % respectivamente, considerando que su rentabilidad se reduce por el costo de mano de obra en la aplicación de la tecnología APBU, que hace que el Tratamiento T2 se considere el mejor.

c. Con respecto a la variable macollos por planta tomada a los ddg. generó que los tratamientos T2 y T3 tengan igualdad en el nivel de significancia formando un subconjunto que no tienen diferencias de macollos entre éstos tratamientos y que el mayor número de macollos los localizamos en los

tratamientos antes mencionados, que a su vez tienen mayor cantidad de nitrógeno aplicado al suelo.

d. La variable altura de planta tomada a los 80 ddg. generó de los tratamientos T2, T3 y T4 tengan igualdad en el nivel de significancia formando un subconjunto que no tienen diferencias de altura de plantas entre éstos tratamiento. Aquí se denota que con un nivel de 90.20 a 112.90 kilogramos de nitrógeno puro por hectárea se obtienen plantas estadísticamente iguales.

e. La variable número de granos vanos y llenos generó estadísticamente que los tratamientos T2, T3 y T4 tengan igualdad con respecto al nivel de significancia formando un subconjunto, esto nos indica que la cantidad de nitrógeno suministrada a la planta nos dará mayor cantidad de granos llenos. En cambio con respecto al número de granos vanos no existe ninguna diferencia estadística entre tratamientos, por lo que concluimos que la cantidad de nitrógeno no afecta dicho número.

f. El peso de 1000 granos generó estadísticamente que los tratamientos T2, T3 y T4 tengan igualdad con respecto al nivel de significancia formando un subconjunto, esto nos indica que la cantidad de nitrógeno suministrada a la planta nos dará mayor peso de grano.

#### 4.2. Recomendaciones.

a. Se recomienda realizar más ensayos con el sistema APBU a partir de los 300 kilogramos de Urea por hectárea y comparar con el sistema al voleo con la misma dosis, realizar los análisis estadísticos necesarios y determinar que tecnología en la aplicación de Urea es el mejor en resultados agronómicos y económicos.

b. Debido a la cantidad de jornales que se requieren para la aplicación profunda de briquetas de Urea, se recomienda la construcción de una máquina para la aplicación de las mismas en seco, con el fin de reducir el costo y obtener una mejor rentabilidad.

#### Referencias

1. “Adopción de la Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) en condiciones de campo extensivo del arroz (*Oryza Sativa*) en la zona del Km. 15 de la vía La Troncal – Puerto Inca”. Disponible en: [http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14796/3/%E2%80%9CAadopci%C3%B3n%20de%20a%20Aplicaci%C3%B3n%20Profunda%20de%20Briquetas%20de%20Urea%20\\_APBU\\_%20en%20condi](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14796/3/%E2%80%9CAadopci%C3%B3n%20de%20a%20Aplicaci%C3%B3n%20Profunda%20de%20Briquetas%20de%20Urea%20_APBU_%20en%20condi)

ciones%20de%20campo%20extensivo%20del%20arroz%20\_O.pdf. 2011.

2. Factores claves en el manejo de arroz de seco, Edward Pulver y Norman Oviedo consultores técnicos de SENUMISA, CFC Y FLAR. Disponible en: <http://www.conarroz.com/pdf/Factores%20claves%20en%20el%20manejo%20de%20arroz%20de%20secano.pdf>. 2011.

3. [http://www.magap.gob.ec/sigagro/charts/arroz\\_p\\_anoramanac.htm](http://www.magap.gob.ec/sigagro/charts/arroz_p_anoramanac.htm), Ecuador 2011.

4. INIAP. 2007. Manual del cultivo de arroz. Manual No 66. Segunda Edición. Quito – Ecuador. Pág. 11-13; 17-18; 33; 59-64.

5. INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO (INPOFOS), Manual Internacional de Fertilidad de Suelos, versión en español, Primera impresión Mayo 1997. Pág. 3-11, 3-12.

6. LA PREFECTURA DEL GUAYAS. Lomas de Sargentillo. Disponible en: <http://www.guayas.gob.ec/cantones/lomas-de-sargentillo>. 2011.

7. TERRANOVA. 1995. Enciclopedia Agropecuaria. Tomo I. Terranova Editores S.A. Santa fe de Bogotá – Colombia.

8. TINARELLI ANTONIO, El arroz, Ediciones Mundi-Prensa, Segunda edición, España 1989.

9. TRILLAS, Manual para Educación Agropecuaria-Arroz-Área producción vegetal, Primera Edición, Octava Impresión, México 1993.

---

Ing. Marcelo Espinoza Luna  
DIRECTOR DE TESIS  
Octubre 03 de 2011