“Adopción de la Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) en condiciones de campo extensivo del arroz (*Oriza Sativa*) en la zona del Km. 15 de la vía La Troncal – Puerto Inca”

Hernán francisco Orellana Solís
Paul Herrera Samaniego
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
horellan@espol.edu.ec

Resumen

La presente investigación se llevo a cabo mediante la implementación de la tecnología de Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) en sistemas de producción extensivo de arroz en la zona costanera de la provincia del Cañar, en la hacienda Macaybi, ubicada en el km. 15 de la vía La Troncal - Puerto Inca. Para la realización de las pruebas se dividieron parcelas de 1 ha. Para cada tratamiento, los cuales se conformaron por: T1, Siembra de arroz al trasplante + Briquetas de Urea de 3,6 gr. T2, Siembra de arroz por método al Voleo + briquetas de 3,6 gr. y T3, Método de siembra típico de la zona + fertilización con urea granulada aplicada Al Voleo. La semilla utilizada fue la variedad mejorada de arroz INIAP – 14. Luego del ensayo correspondiente se obtuvo datos que se asemejan a los resultados antes obtenidos en la aplicación de esta tecnología en otras provincias del Ecuador por parte del centro de Investigaciones Rurales de la Escuela Superior Politecnica del Litoral. Estos resultados muestran un comportamiento con tendencia a mejores producciones cuando se usa la aplicación profunda de briquetas de urea, El tratamiento T1 de fertilización con briquetas de Urea de 3,6 gr. + siembra al trasplante mostro los mejores resultados, en condiciones de producción extensiva, donde se observa un aumento de la producción del 20% comparado con el testigo de fertilización con urea granulada. El ahorro de urea al usar la tecnología de Aplicación Profunda de Briquetas de Urea se expresa de hasta un 30% comparado con el testigo, esto representa un ahorro económico de $34,5 en gasto de urea por hectárea para el pequeño productor. El método de Aplicación Profunda de Briquetas de Urea permite al agricultor incrementar su ingreso neto por hectárea en el cultivo de arroz de hasta $205 en comparación con el testigo como se observo en el análisis económico.

Palabras claves: Briquetas, urea.

Abstract

This research was carried out by the implementing of the technology of Deep Application Urea briquettes (APBU) in extensive production systems of rice in the coastal area of the Province of Cañar, at Macayb’s Farm, located at km.15 “La troncal - Puerto Inca”. To develop the tests the yield were divided as plots of 1 ha for each treatment, which is formed by: T1, Planting rice transplanting + Urea briquettes of 3.6 gr. T2, rice seeding method to Broadcast + briquettes of 3.6 gr. and T3, planting method typical of the area + fertilization with granular urea applied broadcast. The seed used was the improved variety of rice INIAP - 14. After the experimental part, was obtained similar information as the results obtained above in the application of this technology in other provinces of Ecuador by the Rural Research Center at Escuela Superior Politecnica del Litoral. These results show a trend toward better behavior yields when using deep application of urea briquettes, the fertilization T1 Urea briquettes of 3.6 gr. + Planting the transplant showed the best results in extensive production conditions, showing an increase in production of 20% compared with the control of granulated urea fertilization. Urea saving technology using deep application of urea briquettes is expressed in up to 30% compared with the control, this means a cost savings of $ 34.5 in spending urea per hectare for the small producer. Application method Urea Deep briquets allows the farmer to increase his net income per hectare for rice cultivation to $ 205 compared with the control as observed in the economic analysis.

Key words: Briquets, urea.

1. Introducción

Los cereales son los alimentos más importantes y básicos de millones de seres humanos en el mundo y de varias razas de animales domésticos. Su nombre hace honor a la diosa *Ceres*, la deidad romana de las cosechas. El cultivo de los cereales se ha convertido en la actividad agrícola más importante en el mundo; muestra de ello es que el trigo, el maíz y el arroz ocupan los tres primeros lugares como productos para la elaboración de de harinas de panificación, para el consumo humano y para fabricar alimentos concentrados; a su vez, son productos que mueven grandes cantidades de dinero en el comercio internacional.
El cultivo de arroz en nuestro país es de gran importancia socioeconómica, según datos registrados por el lll Censo Agropecuario Nacional, se cultivan alrededor de 343.936 hectáreas, la mayoría de esta superficie está en manos de pequeños productores que desarrollan el cultivo mediante la aplicación de diversas tecnologías, que está en relación con la disposición de recursos económicos, acceso a la capacitación, y al incentivo de los precios del mercado. El cultivo de arroz por su fácil manejo de producción, disposición de tecnologías apropiadas, semillas certificadas, suelos aptos para su cultivo, etc., representa una valiosa alternativa de producción nacional para mejorar la economía rural de pequeños y medianos productores, con base al incremento de la productividad y generación de empleo, así como para la exportación. Para la producción de arroz el (N) nitrógeno es uno de los principales macro nutrientes que necesita el cultivo, y debido a los altos costos de dicho producto en el mercado, se ve la necesidad de mejorar las técnicas de producción y la eficiencia de los fertilizantes utilizados para dicho fin.
La Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) es una tecnología simple y desarrollada en países asiáticos como Bangladesh, Filipinas, La India, etc. Con esta tecnología se estudia el efecto de reducir los niveles de fertilización nitrogenada en un 40% y mejorar la eficiencia en la lenta liberación de nitrógeno, además se puede reducir el impacto ambiental al reducir los niveles de volatilización y lixiviación del nitrógeno.
La presente investigación se enfoco en la aplicación de briquetas de urea en condiciones decampo extensivo como alternativa de fertilización versus al tipo de fertilización habitual en la zona del kilometro 15 vía La Troncal-Puerto Inca para pequeños y medianos productores de arroz (*Oryza Sativa*).

2. Objetivos

2.1 General

- Analizar y comparar los efectos más eficientes de diferentes tipos de fertilización nitrogenada para la producción de arroz.

2.2 Objetivo Específicos

- Implementar la tecnología de la aplicación profunda de briquetas de urea (APBU) en condiciones de campo a gran escala
- Realizar los análisis económicos respectivos a los diferentes tratamientos por hectárea..

3. Materiales y Métodos

3.1 Ubicación geográfica

La Hacienda "Macaybi" se encuentra a 15 Kilómetros del Cantón La Troncal, en la vía "La Troncal – Puerto Inca" en la zona del Cerro Churute con las siguientes coordenadas geográficas: latitud sur 2º28'22'' y 2º30'05'' y longitud oeste 79º14'14'' y 79º31'45'', La zona presenta una altitud que oscila entre los 24 a 200 msnm. La Hacienda Macaybi cuenta con 70 Has de las cuales 40 Has han sido dedicadas a la producción de arroz convencional.

3.2 Materiales

3.2.1 Insumos Agrícolas

Para el ensayo se utilizaron los insumos agrícolas mas comunes para el cultivo de arroz, en el **anexo 3** se detalla un listado de insumos utilizados.

3.2.2UREA (N-46%)

La Urea es un fertilizante químico de origen orgánico. Entre los fertilizantes sólidos, es la fuente nitrogenada de mayor concentración (46%), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno (N).

3.3 Metodología.

A)Determinación del área experimental: dentro de los terrenos de la Hacienda Macaybi se cuadró piscinas de 5000m^2 (25x200) cada m^2 previamente delimitado contó con 20 plantas, esto se debe a que la distancia de siembra es de 20 cm entre planta y 25 cm entre hilera.

B)Preparación del terreno: se realizó un pase de romeplow para aflojar y airear el terreno, luego de eso a los pocos días se dio el segundo pase de romeplow para picar los terrones existentes por el primer pase anteriormente mencionado. Se introdujo en el terreno agua para realizar los dos pases de gavia tejida para batir la tierra y destruir por completo los terrones en las piscinas y poder trasplantar o volear la semilla.

C) Preparación del semillero: se seleccionó un área con fuente de agua para realizar el semillero, cercana al lote donde se realizó el trasplante. Luego se procedió a batir el terreno, para que de esta manera las raíces puedan penetrar con facilidad y no adhieran a terrones, lo que hará que se dificulte la extracción de las plantas a futuro. El semillero se realizó en una parrilla que tuvo una extensión de 1m de ancho x 12m de largo.

Una vez que el semillero tuvo 10 días se aplicó un anti estresante a base de ácidos húmicos, fósforo, etc.
D) Trasplante: el trasplante es una labor que se debe realizar con sumo cuidado para estropear al mínimo la raíz al ser arrancadas las plantas del terreno. El trasplante se realizó a los 21 días después de la siembra y se tuvo sumo cuidado que los trabajadores no golpeen la raíz de las plántulas para quitar el exceso del lodo que queda en las raíces evitando así un futuro estrés para la planta ya trasplantada. El trasplante se realizó a una densidad de siembra de 20cm x 25cm, labores que fueron realizadas por personas con experiencia en trasplante.

E)Determinación del ensayo: para éste ensayo se determinaron los siguientes tratamientos:

T1: Arroz sembrado al trasplante +5.2 qq al 46% N en forma de briquetas de 3.6 gramos por hectárea.

T2: Arroz sembrado al voleo +5.2 qq de urea al 46% N en forma de briquetas de 3.6 gramos por hectárea.

T3: Testigo, dosis según recomendación de un análisis previo y se sembró de la forma convencional utilizada en dicha zona que comprende siembra al voleo +5 qq de urea al 46% N por hectárea.

F)Fabricación de briquetas: se procedió a llevar 5 sacos de 50Kg c/u de urea granulada al 46%N (46-0-0) de la Casa Comercial Fertiandino, dicha urea se briqueteó con la máquina prensadora prototipo fabricado por ESPOL el peso y tamaño de las briquetas se la calculó a base de los resultados del análisis de suelos que se realizó en la Hacienda Macaybi la misma arrojaba briquetas con peso de 3.6 gr.

G) Implementación de las briquetas: a los 20 días del trasplante y una vez briqueteada la urea se procedió a ser aplicada en el suelo de una forma manual, y con una profundidad de 7 a 10 cm y se aplica una briqueta por cada 4 plantas de arroz .

4 RESULTADOS

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el análisis de los resultados en este estudio se basan en los tratamientos experimentados, los cuales se detallan en la **Tabla 4.1**.

	Tratamiento
T1	Siembra Trasplante + Briquetas de 3.6 gr
T2	Siembra Al voleo + Briquetas de 3.6 gr
T3	Testigo; Fertilización Urea Granulada

Tabla 4.1. Descripción de los tratamientos

4.1 RENDIMIENTO DE Kg/Ha CON MÉTODO TRADICIONAL.

El tratamiento 3 de método tradicional de siembra donde se fertilizo con urea granulada suministrando el fertilizante al suelo mediante el mecanismo Al Voleo, se obtuvo la producción más baja como se remarca en la **Tabla 4.2**.

	T1	T2	**T3**
Urea utilizada (Kg)	157	157	**225**
Producción (Kg)	6243	5777	**4938**
Inversión ($)	$ 1.088,64	$ 1.065,80	**$ 901,22**
Ingreso Neto ($)	$ 787,36	$ 670,20	**$ 582,79**

Tabla 4.2. Tabla de resultados; T3

En la tabla se observa que con el método de fertilización al voleo; testigo T3, se cosecho 4938 Kg de arroz paddy, lo cual representa un 20% menos de la producción obtenida con el tratamiento T1 de siembra al Trasplante + Briquetas de 3,6 gr urea.
Es importante observar que esta producción además de ser la más baja, la cantidad de urea utilizada fue superior en un 30% comparada con cantidad utilizada en los tratamientos T1 y T2.
Se observa también que aunque el costo de inversión del T3 es inferior al de los demás tratamientos, el ingreso neto es menor en un 26 % lo que representa $205 de ingreso neto por hectárea para el agricultor.

4.2 RENDIMIENTO DE Kg/ha CON MÉTODO DE BRIQUETAS.

El método de fertilización con briquetas de Urea fue comparado con el método de fertilización convencional al voleo en dos tratamientos T1 y T2, en los cuales se aplico Briquetas de urea de 3,6 gr con los dos métodos de siembra comúnmente usados en la zona: Trasplante y siembra Al Voleo.
A continuación se detallan los resultados obtenidos con los diferentes métodos.

Siembra por trasplante + briquetas de 3.6 gr

	T1	T2	T3
Urea utilizada (Kg)	**157**	157	225
Cosecha (Kg)	**6243**	5777	4938
Inversión ($)	**$ 1.088,64**	$ 1.065,80	$ 901,22
Ingreso Neto ($)	**$ 787,36**	$ 670,20	$ 582,79

Tabla 4.3. Tabla de resultados; T1

El tratamiento T1 de fertilización con briquetas de Urea de 3,6 gr. + siembra al trasplante mostro los mejores resultados, como se muestra en la **Tabla 4.3**, donde se observa un aumento de la producción del 20% comparado con el testigo de fertilización con urea granulada.
Además muestra un ahorro de urea de hasta un 30% lo que representaría un ahorro económico de $34,5 en urea por hectárea. El ahorro económico en la fertilización permitió una alza en el ingreso neto de hasta $205 por hectárea sembrada de arroz.

Siembra al voleo + briquetas de 3.6 gr

	T1	**T2**	T3
Urea utilizada (Kg)	157	**157**	225
Cosecha (Kg)	6243	**5777**	4938
Inversión ($)	$ 1.088,64	**$ 1.065,80**	$ 901,22
Ingreso Neto ($)	$ 787,36	**$ 670,20**	$ 582,79

Tabla 4.4. Tabla de resultados; T2

El tratamiento T2 de fertilización con briquetas de Urea de 3,6 gr. + siembra Al Voleo a pesar de no mostrar los mejores resultados con respecto al T1 de Briquetas de Urea + siembra al Trasplante, como se observa en la **Tabla 4.4** si muestra una alza de la producción ante el testigo T3.

4.3 Costo de inversión

El análisis económico se obtuvo de todos los gastos involucrados en este estudio, diferenciando lo gastado en cada parcela de 1 ha de cada tratamiento.

Análisis Económico			
	T1	**T2**	**T3**
	Siembra Trasplante + Briquetas de 3.6 gr	**Siembra Al voleo + Briquetas de 3.6 gr**	**Testigo; Fertilización Urea Granulada**
Preparación de Suelo	$170,00	$170,00	$170,00
Semillero	$45,00	$120,00	$120,00
Siembra	$144,00	$10,00	$10,00
Fertilización Foliar	$ 173,00	$ 173,00	$ 173,00
# Sacos de Urea Utilizados	**3,5**	**3,5**	**5**
Fertilización de Urea	**$80,50**	**$80,50**	**$115,00**
Aplicación de Urea	**$40,00**	**$40,00**	**$10,00**
Control de Plagas, malezas y enfermedades	$288,00	$288,00	$288,00
Otros	$148,14	$184,30	$15,22
Sacos cosechados	**67**	**62**	**53**
Cosechadora	$167,50	$155,00	$132,00
Total Invertido	$1.088,64	$1.065,80	$901,22
Total Cosechado en Dólares	**$1.876,00**	**$1.736,00**	**$1.484,00**
Ganancia Neta	**$787,36**	**$670,20**	**$582,78**

Tabla 4.5 Análisis Económico

En la **Tabla 4.5** de Análisis económico se observa claramente el desglose de los gastos de cada parcela experimental y detalla además la diferencia de inversión básicamente producida por el método de fertilización con Urea y método de siembra.
Aunque se observa un menor valor en los costos de producción en el método de aplicación de Urea granulada Al Voleo, se puede apreciar también que el costo de urea utilizada es superior, el cual no garantiza una mayor producción como lo expresa el método de Briquetas de urea, tanto en el tratamiento de siembra al voleo, como en el tratamiento de siembra al trasplante.
Económicamente el uso de las Briquetas de Urea da como resultado mayor rentabilidad en los cultivos de arroz en la zona de La troncal, tal como se ha demostrado en estudios anteriores desarrollados en otras provincias del ecuador por parte del SIR.
Así como se muestra en la **figura 4.1** de comparación de la urea utilizada vs. Ingreso neto obtenido.

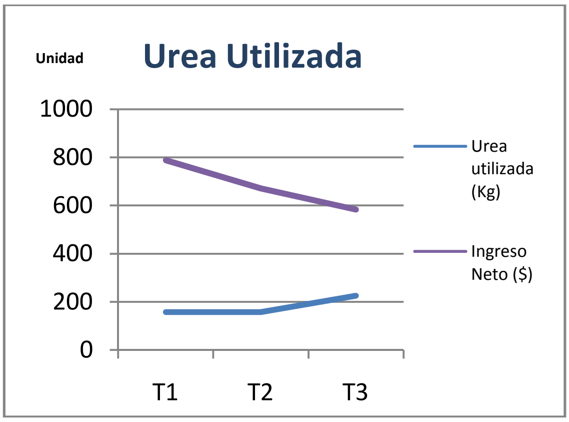

Figura 4.1. Urea utilizada vs. Ingreso Neto

En la grafica se observa que la cantidad de urea utilizada no es directamente proporcional con el ingreso neto, esto es ocasionado porque el uso de briquetas de Urea optimiza el aprovechamiento del nitrógeno lo que da como resultado mayor producción y mayor rentabilidad en los cultivos de arroz.
Algo parecido se observa en el **figura 4.2**, donde se enfrentan la cantidad de urea utilizada con la cosecha.

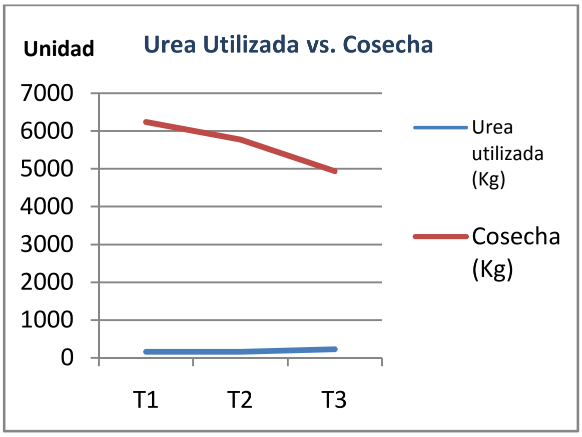

Figura 4.2. Urea utilizada vs. Cosecha

En esta última grafica se observa claramente el decaimiento de los kilogramos de arroz paddy cosechados por hectárea en el tratamiento 3 correspondiente al Testigo.

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

La investigación realizada en la hacienda Macaybi sobre la adaptación de la aplicación profunda de briquetas de urea (APBU) se desarrollo en condiciones de campo extensivo y mas no en condiciones de campo experimental, lo cual nos permite obtener datos más reales en los temas de producción y costos de inversión al aplicar la tecnología estudiada.

El tratamiento T1 de fertilización con briquetas de Urea de 3,6 gr. + siembra al trasplante mostro los mejores resultados, en condiciones de producción extensiva, donde se observa un aumento de la producción del 20% comparado con el testigo de fertilización con urea granulada.

El ahorro de urea al usar la tecnología de Aplicación Profunda de Briquetas de Urea se expresa de hasta un 30% comparado con el testigo, esto representa un ahorro económico de $34,5 en gasto de urea por hectárea para el pequeño productor.

El método de Aplicación Profunda de Briquetas de Urea permite al agricultor incrementar su ingreso neto por hectárea en el cultivo de arroz de hasta $205 en comparación con el testigo como se observo en el análisis económico.

5.2 Recomendaciones

Realizar investigaciones por parte de ESPOL para la fabricación de una máquina implementadora de briquetas ya que ésta tecnología también se la puede aplicar a cultivos de gran escala, considerando que el factor tiempo y capital humano no se llegue a convertir en una limitante para ésta innovadora técnica.

Publicar resultados en medios de comunicación y días de campo para que los agricultores conozcan sobre la aplicación profunda de briquetas de urea (APBU).

Crear centros de acopio en puntos estratégicos en zonas agrícolas del Ecuador con el objetivo de permitir a productores de arroz acceso a una maquina briquetadora o el servicio de traqueteado de la urea para la utilización de la tecnología.

Promover investigaciones sobre el tema de liberación lenta de Nitrógeno y su contribución al Medio ambiente el cual se va degradando día a día.

Realizar investigación acerca del Impacto Ambiental que ésta tecnología pueda causar en el Ecuador, específicamente en las provincias arroceras.

Referencias

1) INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria, EC) 1987. Manual Agrícola de los Principales Cultivos del Ecuador. Manual No. 10

2) INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, Estación Experimental Boliche. Manual No. 66. Manual del cultivo de arroz. Guayas - Ecuador 2007.

3) Angladette, A 1969 Botánica y Sistemática. El Arroz. Barcelona, ES. Editorial Blume.

4) TRILLAS, Manual para Educación Agropecuaria Arroz Área producción vegetal, Primera Edición, Octava Impresión, México 1993

5) Importancia del nitrógeno del arroz, http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/ltamn.nsf/87cba98.

6) James Wargo, agrónomo de la empresa Georgia-Pacific, briquetas de urea , www.hortalizas.com/pdh/?storyid =1313

7) Beneficios de las briquetas de urea, www.secsuelo.org/PDF%20todo%20simposio/PDF%20Nutricion/Nutricion%20Magistrales/3.%20Dr.%20Walter%20Bowen.pdf

8) Característicasedafoclimaticas, www.inamhi.gov.ec/html/inicio .htm

9) Calle O, 2009. Análisis de la aplicación profunda de briquetas de urea en el suelo como fuente de lenta liberación de nitrógeno en la producción de arroz, EC.

10) Mora S, 2009. COMPARACIÓN DE DOS TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN DE NITRÓGENO (UREA) EN DIFERENTES NIVELES EN EL CULTIVO DE ARROZ: APLICACIÓN PROFUNDA DE BRIQUETAS DE UREA Y LA APLICACIÓN TRADICIONAL AL VOLEO, Ec

11) Peter E. Hildebrand & John T. Russell 1996, Adaptability Analysis, a method for the Design, Analysis and interpretation of *on-Farm research-Extension*. First Edition.

12) Bowen, W., R. B. Diamond, U. Singh, T. P. Thompson. 2005. Farmer and Environmental Benefits Derived from Deep Placement of Urea Briquettes for Flooded Rice in Bangladesh. Paper contributed to the 3rd International Nitrogen Conference. Science Press, USA, pp. 71-76.

13) Josep María Franquet Berniz & Cinta Borras Pamies 2007 Economía del Arroz: Variedades y mejoras. Universidad Internacional de Cataluña (UIC).

14) Orlando D. Contreras Bernal, 2008. Diseño y Cálculo de una Máquina para Producir Briquetas de Urea. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción; Escuela Superior politécnica del Litoral (ESPOL).

15) Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Boliche. Manual No. 66. Manual del cultivo de arroz. Guayas - Ecuador 2007.

Ph.D. Paul Herrera S.
Director de Proyecto de Graduación
Febrero 09 del 2011