



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

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.

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Presentada por:

Felipe Renán Franco Plaza

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2011

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente a mi Director de Tesis Ing. Marcelo Espinosa L., por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A MIS ABUELAS (+)

A MI MADRE

A MI PADRE

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

A MIS AMIGAS

A MIS AMIGOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gustavo Guerrero M.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Marcelo Espinosa L.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Haydeé Torres C.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Felipe Renán Franco Plaza

RESUMEN

El estudio se basó en la aplicación de varios niveles de Nitrógeno utilizando la tecnología APBU (Aplicación Profunda de Briquetas de Urea), con la finalidad de reducir la pérdida del mismo por evaporación, lixiviación, absorción coloidal, absorción por microorganismos y retención por materia orgánica en el cultivo de arroz; con el propósito de incrementar la eficiencia y efectividad del Nitrógeno contenido en la Urea, ya que con el sistema tradicional de fertilización (Urea al voleo) se presentan procesos de pérdida mencionados anteriormente; logrando de esta forma disminuir el costo de dosis de fertilizantes por hectárea.

El ensayo con briquetas de Urea realizado en la zona de Lomas de Sargentillo utilizando el sistema de siembra mecanizado de seco es el primero en este campo por cuya razón no se posee datos en el Ecuador. Se aplicó 108 Kg de Nitrógeno puro por hectárea para el tratamiento T3; 99 kg. de Nitrógeno puro por hectárea para el tratamiento T4; 90 kg. de Nitrógeno puro por hectárea para el tratamiento T5; 138 Kg/Ha. de Nitrógeno puro con la tecnología tradicional (Urea al voleo) para T2 que es el testigo positivo y sin aplicación de Nitrógeno para el tratamiento T1 que es el testigo cero.

El Diseño experimental que se aplicó es el de Bloques Completamente al

Azar con cinco tratamientos y tres repeticiones, con unidades experimentales de 4 m x 5 m. Se consideraron seis variables: Altura de planta; número de macollos; producción de arroz paddy; peso de 1000 granos; granos vanos y llenos por panícula y análisis económico. Los datos obtenidos fueron tabulados y procesados con los Software Microsoft Office Excel y SPSS 19, donde se realizaron análisis estadísticos con un nivel de confianza al 95 %.

Los resultados estadísticos obtenidos determinaron que los tratamientos T2 (138 Kg de N. /Ha. al voleo) y T3 (108 Kg de N. /Ha. en briquetas) fueron los mejores en la mayoría de las variables consideradas, pero con la consideración de que el tratamiento T2 tiene 30 Kg de N. /Ha. más que el tratamiento T3. Cabe mencionar que el Urea contiene 46% de concentración de nitrógeno puro.

Finalmente, se determinó que el costo de producción de arroz con fertilización usando la tecnología de Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) es costoso, comparado con el sistema tradicional (Urea al voleo), debido al incremento de mano de obra que se requiere para su aplicación. Por lo tanto, diseñar y construir una máquina aplicadora de briquetas sería un nuevo tema para este estudio.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|-------------------------|------|
| RESÚMEN..... | I |
| ÍNDICE GENERAL..... | III |
| ABREVIATURAS..... | VI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VII |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | VIII |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | IX |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |

CAPÍTULO 1

| | |
|---|----|
| 1. EL ARROZ..... | 4 |
| 1.1. Taxonomía..... | 5 |
| 1.2. Crecimiento y desarrollo del arroz..... | 8 |
| 1.2.1. Etapa vegetativa..... | 9 |
| 1.2.2. Etapa reproductiva..... | 10 |
| 1.2.3. Etapa de maduración..... | 10 |
| 1.3. Sistema de siembra de arroz de seco..... | 11 |
| 1.3.1. Labores culturales..... | 11 |

| | |
|---|----|
| • Preparación de suelo..... | 12 |
| • Siembra..... | 12 |
| • Recurso hídrico..... | 13 |
| • Control de malezas..... | 14 |
| • Control de plagas y enfermedades..... | 15 |
| • Fertilización mediante briquetas de Urea..... | 16 |
| • Cosecha..... | 17 |
| 1.4. Importancia económica del arroz en Lomas de Sargentillo, provincia y el país..... | 18 |
| 1.5. Importancia de la fertilización en el cultivo..... | 20 |
| 1.6. Eficiencia y asimilación de Nitrógeno en los cultivos de arroz.... | 20 |
| 1.7. Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) en el cultivo de arroz en el cantón Lomas de Sargentillo..... | 22 |

CAPÍTULO 2

| | |
|-------------------------------------|----|
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 24 |
| 2.1. Ubicación del ensayo..... | 24 |
| 2.2. Diseño experimental..... | 24 |
| 2.3. Materiales y herramientas..... | 27 |
| 2.4. Trabajo de campo..... | 28 |
| 2.5. Metodología..... | 28 |

CAPÍTULO 3

| | |
|----------------------------------|----|
| 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS..... | 37 |
| 3.1. Análisis agronómico..... | 37 |
| 3.2. Análisis económico..... | 50 |
| 3.3. Análisis de producción..... | 51 |

CAPÍTULO 4

| | |
|--|----|
| 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 54 |
|--|----|

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

| | |
|----------|--------------------------------------|
| \$ | Dólares americanos |
| % | Porcentaje |
| c.c. | Centímetro cúbico |
| cm. | Centímetros |
| ddg | días después de germinado |
| F | F calculado |
| F (0.05) | F al 5% de probabilidad |
| g. | gramos |
| gl | Grados de libertad |
| Ha. | Hectárea |
| Kg N/Ha | kilogramos de Nitrógeno por hectárea |
| Kg/Ha. | kilogramos por hectárea |
| l/ha. | litros por hectárea |
| m. | metro |
| N | Nitrógeno |
| ns | No significativo |
| °C. | Grados Celsius |
| Sig. | Significancia |
| T1 | Tratamiento 1 |
| T2 | Tratamiento 2 |
| T3 | Tratamiento 3 |
| T4 | Tratamiento 4 |
| T5 | Tratamiento 5 |
| TM | Toneladas métricas |
| U.E. | Unidad experimental |
| USD | Dólares americanos |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 1.1. Superficie y producción de arroz en el Ecuador. | 5 |
| Figura 1.2. Fases de crecimiento y desarrollo de la planta de arroz. ... | 8 |
| Figura 2.1. Dimensiones del diseño experimental. | 26 |
| Figura 2.2. Diseño de bloques completamente aleatorio..... | 26 |
| Figura 2.3. Siembra mecanizada de arroz con sembradora de chorro continuo. | 29 |
| Figura 2.4. Control químico de malezas. | 30 |
| Figura 2.5. Control de plagas con aplicaciones nebulizadas de insecticidas. | 32 |
| Figura 2.6. Distribución de las briquetas entre las líneas de cultivo..... | 33 |
| Figura 2.7. Aplicación de briquetas de Urea. | 34 |
| Figura 2.8. Cosecha de cada tratamiento. | 35 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | Pág. |
|---|------|
| Gráfico 1. Diagrama de Columnas 3D, muestra el promedio de macollos por planta de cada uno de los tratamientos. | 40 |
| Gráfico 2. Diagrama de Columnas 3D, muestra el promedio de alturas por planta de cada uno de los tratamientos..... | 42 |
| Gráfico 3. Diagrama de líneas con marcadores, muestra el promedio de alturas por planta de cada uno de los tratamientos por fechas..... | 43 |
| Gráfico 4. Diagrama de Columnas 3D, muestra cantidad de granos vanos, llenos y totales por 5 panículas de cada uno de los tratamientos..... | 47 |
| Gráfico 5. Diagrama de Columnas 3D, muestra el peso de 1000 granos de cada uno de los tratamientos..... | 49 |
| Gráfico 6. Diagrama de Columnas 3D, ingreso neto de cada uno de los tratamientos..... | 50 |
| Gráfico 7. Diagrama de Columnas 3D, muestra el rendimiento en Kg/Ha de cada uno de los tratamientos..... | 53 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Cantidad de Nitrógeno puro y Urea por tratamiento..... | 25 |
| Tabla 2. Datos adicionales del ensayo. | 25 |
| Tabla 3. Análisis estadístico ANOVA de macollos por planta de cada tratamiento. | 38 |
| Tabla 4. Prueba de homogeneidad de varianzas de macollos por planta de cada tratamiento. | 39 |
| Tabla 5. Análisis de múltiple comparación de Tamhane de macollos por planta de cada tratamiento. | 39 |
| Tabla 6. Análisis estadístico ANOVA de altura de plantas de cada tratamiento. | 41 |
| Tabla 7. Prueba de homogeneidad de varianzas de altura de plantas. | 41 |
| Tabla 8. Análisis de múltiple comparación de Tamhane de altura de plantas de cada tratamiento. | 42 |
| Tabla 9. Análisis estadístico ANOVA de granos vanos y llenos por tratamiento. | 44 |
| Tabla 10. Prueba de homogeneidad de varianzas de granos llenos y vanos. | 45 |
| Tabla 11. Análisis de múltiple comparación de Tamhane de granos vanos. | 46 |
| Tabla 12. Análisis de múltiple comparación de Tamhane de granos llenos. | 46 |
| Tabla 13. Análisis estadístico ANOVA del peso de 1000 granos en gramos por tratamiento. | 47 |
| Tabla 14. Prueba de homogeneidad de varianzas del peso de 1000 granos en gramos. | 48 |
| Tabla 15. Análisis de múltiple comparación de Tamhane del peso de 1000 granos en gramos. | 49 |
| Tabla 16. Muestra el resumen del análisis económico de cada tratamiento. | 51 |
| Tabla 17. Análisis estadístico ANOVA de producción de arroz paddy. | 52 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 18. | Prueba de homogeneidad de varianzas de producción de arroz paddy. | 52 |
| Tabla 19. | Análisis de múltiple comparación de Tamhane de producción de arroz paddy. | 53 |

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:

1. En la fase de ahijamiento medio (35-45 días después de la siembra), cuando las plantas están desarrollando la vegetación necesaria para producir arroz.
2. 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 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.

CAPÍTULO 1

1. EL ARROZ

En el continente asiático tiene su origen y de ahí fue llevado hasta Europa, para después llegar al continente americano y establecerse como ingrediente principal en la alimentación a nivel mundial. Es el alimento básico de diecisiete países de Asia y del Pacífico, de ocho países de África, de siete países de América Latina y del Caribe y de uno del Cercano Oriente. Después del trigo es el segundo cultivo más sembrado a nivel mundial.

Ecuador sembró aproximadamente 371.000 Ha en el año 2009 (Figura 1.1), siendo considerado después del proceso de pilado como parte de la alimentación básica de las ecuatorianas y ecuatorianos, éste proporciona gran cantidad de calorías (aporta aproximadamente 350 calorías por cada 100 gramos en forma de carbohidratos complejos) en relación con otros de su especie.

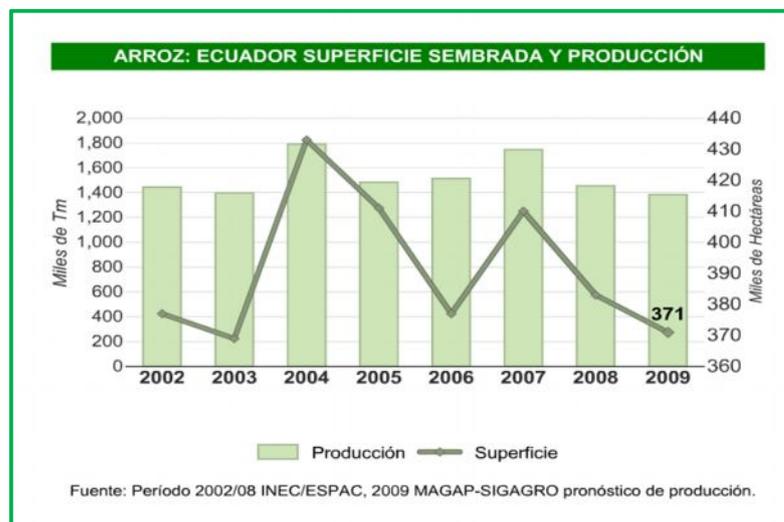


Figura 1.1. Superficie y producción de arroz en el Ecuador. (3)

1.1. Taxonomía.

El arroz es una monocotiledónea, fanerógama, tipo espermatofita, subtipo angiosperma. A continuación se detallan otras descripciones (4):

| | |
|-------------------|---------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Anthophyta |
| Clase | Monocotyledoneae |
| Orden | Cyperales |
| Familia | Poaceae |
| Género | Oryza |
| Especie | Sativa |
| Nombre científico | <u>Oryza sativa</u> |
| Nombre Vulgar | Arroz |

A. Morfología de la planta de arroz.

El arroz es una gramínea anual, de tipo acuático.

Los órganos de la planta de arroz se han clasificado en dos grupos: órganos vegetativos y órganos reproductivos. (4)

B. Órganos vegetativos.

- **Raíz.**

La planta de arroz posee dos tipos de raíces: las seminales (temporales) que se originan en la radícula y las adventicias (permanentes) son de tipo fibroso y tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

La punta de la raíz está protegida por una masa de células de forma semejante a la de un dedal, llamada coleoriza, la cual facilita su penetración en suelos duros como los arcillosos.

- **Tallo.**

El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm. de longitud. En el nudo o región nodal se forma una hoja y una yema, esta última

puede desarrollarse y formar una macolla. La yema se encuentra entre el nudo y la base de la vaina de la hoja.

- **Hoja**

Las hojas de la planta de arroz son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.

C. Órganos reproductivos.

- **Espiguillas.**

Las espiguillas de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula, que están situadas sobre el nudo apical del tallo. La base de la panícula se denomina cuello. Una espiguilla consta de dos lemas estériles, glumas rudimentarias y la florecilla. La florecilla consta de dos brácteas o glumas florales (lema y pálea) con seis estambres y un pistilo.

(4)

- **Semillas.**

El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente;

consta de la cáscara, formada por una parte llamada lema y la otra pálea; el embrión, situado en el lado ventral cerca de la lema, y el endospermo que provee alimento al embrión durante la germinación. El fruto es una cariósida. (4)

1.2. Crecimiento y Desarrollo del arroz.

Existen nueve etapas de crecimiento de la planta de arroz, que están dadas por los cambios fisiológicos que sufre a lo largo de su vida, las cuales están dentro de las fases vegetativas, reproductivas y de maduración (ver Figura 1.2).

El Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en sus publicaciones subdivide a las fases mencionadas en etapas que a continuación se detallan (2):

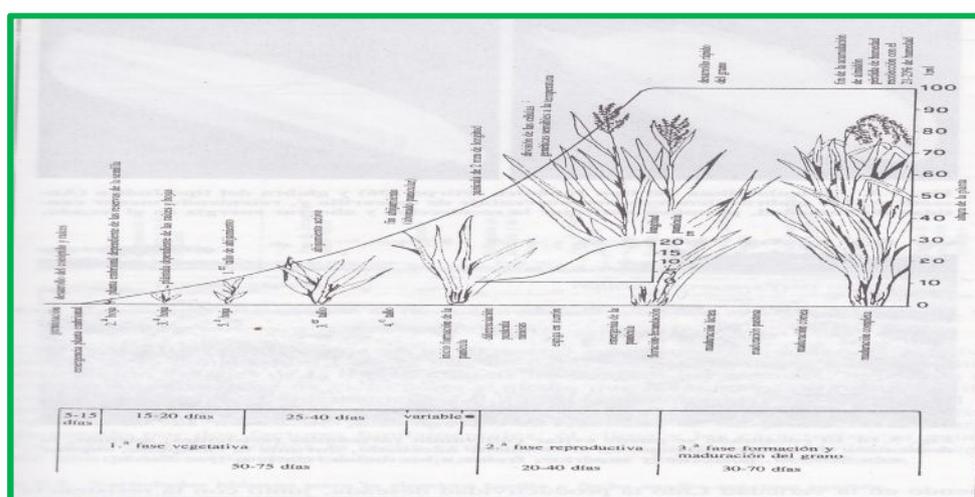


Figura. 1.2. Fases de crecimiento y desarrollo de la planta de arroz (8).

1.2.1. Etapa vegetativa.

Etapa 0

Germinación emergencia: Desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja a través del coleóptilo, demora de 5 a 10 días.

Etapa 1

Plántula: Desde la emergencia hasta antes de aparecer el primer hijo o macollo, tarda de 15 a 20 días.

Etapa 2

Macollamiento: Desde la aparición del primer hijo o macollo hasta cuando la planta alcanza el número máximo de ellos, o hasta el comienzo de la siguiente etapa. Su duración depende del ciclo de la vida de la variedad. En la variedad INIAP 15 Boliche varía entre 25 y 35 días.

Etapa 3

Elongación del tallo: Desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacarse por su longitud, hasta el comienzo de la siguiente etapa, varía de cinco a siete días.

1.2.2. Etapa reproductiva.

Etapa 4

Iniciación de la panícula o primordio: Desde cuando se inicia el primordio de la panícula en el punto de crecimiento, hasta cuando la panícula diferenciada es visible como “punto de algodón”. Tiene un lapso de 10 a 11 días.

Etapa 5

Desarrollo de la panícula: Desde cuando la panícula es visible como una estructura algodonosa, hasta cuando la punta de ella está inmediatamente debajo del cuello de la hoja bandera. Esta etapa demora entre 15 y 16 días.

Etapa 6

Floración. Desde la salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera hasta cuando se completa la antesis en toda la panícula. Tiene un lapso de 7 a 10 días.

1.2.3. Etapa de maduración.

Etapa 7

Grano lechoso. Desde la fertilización de las flores hasta

cuando las espiguillas están llenas de un líquido lechoso. Varía de 7 a 10 días.

Etapa 8

Grano pastoso. Desde cuando el líquido que contiene los granos tiene una consistencia lechosa, hasta cuando es pastosa dura. Su periodo es de 10 a 13 días.

Etapa 9

Grano maduro. Desde cuando los granos contienen una consistencia pastosa, hasta cuando están totalmente maduros. Su tiempo es de 6 a 7 días.

1.3. Sistema de siembra de arroz de secano.

1.3.1. Labores culturales.

El cultivo de arroz de secano depende de las lluvias como fuente de agua para riego. Antes de que estas empiecen los arroceros comienzan sus actividades con la preparación de suelo y siembra mecanizada en algunos agricultores y con el inicio de esta época comenzará todas las demás labores culturales, que a continuación se detallan:

- **Preparación de suelo**

En cuanto a la exigencia de suelos para el cultivo de arroz son aquellos con textura arcillosa, arcillo arenosa o arcillo limosa. En cuanto al pH del suelo, es recomendable evitar la acidez excesiva y la alcalinidad, pues son perjudiciales para la planta y se verá afectada la producción. El pH óptimo es de 5.5 y 6.5.

Para el sistema de arroz seco, la preparación del terreno consiste en pasar el arado o rastra pesada (Rome Plow), dando el segundo pase perpendicular a la primera a una profundidad de 10 a 15 centímetros dependiendo del tipo de suelo. Luego se afina el terreno con rastras livianas y la última pasada de rastra se hace un día antes de sembrarse.

- **Siembra.**

La calidad de la semilla debe ser muy buena, con un poder de germinación superior al 80 %, de gran pureza genética y libre de semillas de malezas. Debiendo ser semilla Certificada.

A continuación se describen los tipos de sistemas de siembra de arroz de seco:

Mecánico en hilera.

Consiste en utilizar una sembradora de granos que distribuye las semillas y en ocasiones fertilizantes granulados en forma de chorro continuo, formando líneas de siembra. La dosis de siembra varía entre los 90 y 115 kg. de semilla con este sistema de siembra.

Siembra al voleo.

Se distribuye la semilla con un equipo de voleo acoplado al tractor, o bien en forma manual (con morral). En grandes extensiones puede utilizarse avionetas para esta labor.

• Recurso hídrico.

El agua es aportada por las lluvias cuando se cultiva en seco. Las lluvias si bien son importantes son irregulares en cantidad y distribución. Por lo que se depende de un buen invierno, con la finalidad de cumplir con los requerimientos fisiológicos de la planta.

En un cultivo normal los requisitos de agua varían con las condiciones climáticas, las condiciones físicas del suelo, manejo del cultivo y periodo vegetativo de las variedades. Los

requerimientos de agua (mm) dependen mucho de la estación en la cual se produce el arroz (9):

| | |
|------------------------|------------|
| Variedades tempranas | 400-500 mm |
| Variedades de temporal | 600-700 mm |
| Variedades tardías | 800-900 mm |

- **Control de malezas.**

Un rubro alto en la producción de arroz es el costo de control de malezas, ya sea de forma manual o con la aplicación de herbicidas. Siendo necesario hacerlo ya que estas compiten por luz, nutrientes, agua y espacio, además de ser hospederos de plagas y enfermedades, causar alelopatía (desprenden sustancias tóxicas), producir inconvenientes con la maquinaria de la cosecha y la contaminación del producto.

Por lo que es necesaria la aplicación de herbicidas pre-emergentes y posteriormente un mancheo con productos que existen actualmente en el mercado.

Las malezas que mayormente se presentan son: *Digitaria sanguinalis* (Pata de gallina), *Echinochloa crus-galli* (Pata de

gallo), *Lolium multiflorum* (Vallico), *Poa annua* (Espiguilla), *Leptochloa virgata* (Paja mona), *Leptochloa filiformis* (Plumilla), (*Cyperus iria* (Cortadera), *Sesbania exaltata* (Tamarindillo), *Leersia hexandra* (Cegua), *Ipomea tiliácea* (Betilla), *Euphorbia heterophylla* (Lechosa), *Rottboellia exaltata* (Caminadora), *Oryza sativa* (Arroz rojo), *Ludwigia sp.* (Clavo de agua). (4)

- **Control de plagas y enfermedades.**

- Plagas**

- Las plagas que frecuentemente se presentan en el cultivo de arroz son:

- Polilla (*Diatrea sp.*)
 - Enrollador (*Syngamia sp.*)
 - Hidrelia (*Hydrellia sp.*)
 - Falsa langosta (*Spodoptera frugiperda*)
 - Sogata (*Tagosodes oryzicolus*)
 - Ácaros (*Schizotetranychus oryzae*)
 - Chinche (*Oebalus ornatus*)

Enfermedades

Las enfermedades más comunes que se presentan en el cultivo de arroz son:

- Tizón de la vaina (*Rhizoctonia solani*)
- Pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*)
- Quemazón (*Pyricularia oryzae*)
- Falso carbón (*Ustilaginoidea virens*)
- Hoja blanca (VHB)

• Fertilización mediante briquetas de Urea.

La Urea (46% Nitrógeno puro) 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). (4)

La tecnología APBU (Aplicación Profunda de Briquetas de UREA) consiste inicialmente en comprimir los pellets de UREA en una máquina briqueteadora, formando briquetas con la

finalidad de depositarlos en el suelo a una profundidad de 7 a 10 cm después de 15 a 20 ddg.

- **Cosecha.**

La cosecha es el proceso final de producción, siendo muy importante del ciclo del cultivo, y cuando en ocasiones no es técnicamente bien realizada se pueden producir pérdidas de grano, reduciendo el rendimiento y en consecuencia el margen de utilidad se percibirá reducido.

El contenido de humedad en los granos en esta labor constituye un factor determinante en la obtención de un mayor rendimiento de granos enteros a la postcosecha. Ésta se debe realizar cuando el grano este maduro, es decir cuando la parte superior de la panícula se muestren claros y firmes, y los granos de la base estén en etapa de endurecimiento, la panícula se muestra inclinada, lo cual coincide con un 18 a 22 % de humedad, en variedades de fácil desgrane hasta 25 % de humedad en el grano para su recolección.

La recolección de granos se realiza de forma manual con hoz y trillando (manual o trilladora) y con máquinas combinadas

(cosechadoras mecánicas) que se encargan de cortar la planta, hacer la labor de trilla, limpiar los granos y de depositarlo en la tolva.

1.4.Importancia económica del arroz en Lomas de Sargentillo, provincia y el país.

Lomas de Sargentillo está asentada a 20 m.s.n.m., su temperatura promedio es de 23° a 26°C y su precipitación promedio anual es de 700 mm. (6)

Dada su situación geográfica y con una buena infraestructura para riego, el cantón puede lograr un gran desarrollo en el área agrícola y pecuario. Es el cantón más pequeño de la provincia, pero con gran potencial económico. (6)

El cultivo de arroz tiene su superficie dentro del cantón, pero debido a la falta de recurso hídrico en la época de verano, hace que no sea explotado como agricultura intensiva. En el caso del pilado de arroz tiene sus industrias, siendo considerado como Cantón Industrial de esta gramínea, la materia prima (arroz paddy) es trasladado desde los cantones de las provincias del Guayas, los Ríos y El Oro para ser procesado y posteriormente distribuidos a todo el Ecuador en bolsas

de 100 lb. Esta actividad permite establecerse como un cantón joven en constante crecimiento económico.

La provincia del Guayas y Los Ríos son las que producen el 94 % de la gramínea a nivel nacional (4). Los productores de arroz hacen mover el motor de la economía de estas dos provincias desde el campo, luego pasa por los intermediarios para ser llevados a las Piladoras para su industrialización. Desde este sitio se distribuye a los compradores mayoristas para ser distribuidos a los minoristas y de ahí a los hogares de las familias ecuatorianas.

Con lo mencionado anteriormente nos damos cuenta, de la cadena que se genera para el proceso de este cultivo desde la siembra hasta su comercialización donde ocupa mucha mano de obra de numerosas familias ubicadas en los estratos socioeconómicos rurales medios y bajos y también genera ingresos a otros sectores que intervienen en el proceso: industriales, comerciantes mayoristas y minoristas y transportistas. Se estima que el 11% de la población económicamente activa del sector agrícola trabaja en este rubro. Los subproductos de la fase de campo e industrial (arrocillo y polvillo) se utilizan en actividades relacionadas a producción bovina, porcina y avícola. (7)

En el 2002, el arroz, se ubicó en el segundo lugar de los cultivos con mayor área sembrada (336429 Ha) y tercero de los de mayor aporte en producción (1246634 TM) para Ecuador, por tanto contribuyó con una importante 9.1 % en la formación del Producto Interno Bruto agrícola. (7)

1.5. Importancia de la fertilización en el cultivo.

El nitrógeno (N) es un elemento fundamental en el crecimiento de la planta, siendo parte de cada célula viviente. Las plantas requieren de grandes cantidades de N para su crecimiento normal.

Es un constituyente esencial en los aminoácidos, ácidos nucleídos y de la clorofila. Promueve el rápido crecimiento (incremento del tamaño de las plantas y números 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 Nitrógeno afecta todos los parámetros que contribuyen el rendimiento. (7)

1.6 Eficiencia y asimilación de Nitrógeno en los cultivos de arroz.

Los cultivos remueven abundante N del suelo. La cantidad depende del tipo de cultivo y cantidad de cosecha. A pesar de que la remoción de nutrientes en la cosecha no se considera como pérdida, en realidad lo

es. El efecto neto de la remoción de N por los cultivos es que reduce los niveles de N en el suelo. Por otro lado, las pérdidas de N en forma gaseosa son tantas o más importantes y se describen a continuación.

(5)

- **Reacciones del amonio** - Cuando se aplican fertilizantes nitrogenados que contienen NH_4^+ , como el nitrato de amonio y el sulfato de amonio, en la superficie de suelos alcalinos o calcáreos, se producen reacciones químicas que pueden causar pérdidas de N en forma de amoniaco (NH_3) gaseoso, en un proceso denominado **volatilización**. Reacciones similares pueden ocurrir en suelos recientemente encalados. Las pérdidas por volatilización pueden ser elevadas en condiciones de alta temperatura y humedad. Para evitar estas pérdidas se debe incorporar los fertilizantes que contienen NH_4^+ , cuando éstos se utilizan en suelos alcalinos o calcáreos (5).

- **Urea** - El N aplicado en forma de urea a la superficie del suelo se convierte rápidamente en NH_3 o NH_4^+ cuando existe humedad y temperatura apropiada y la presencia de la enzima ureasa. El NH_3 formado puede pasar a la atmósfera mediante volatilización. Las pérdidas de N de la urea pueden evitarse con la incorporación del

fertilizante, con aplicación cuando las temperaturas son bajas y con el riego inmediato que permite que la urea se introduzca en el suelo (5).

- **Amoniaco anhidro** - El amoniaco anhidro (NH_3) es un gas cuando no está bajo presión. Debe ser aplicado bajo la superficie del suelo para prevenir pérdidas por volatilización. Las pérdidas pueden ocurrir cuando se aplica NH_3 a suelos extremadamente húmedos. Se debe aplicar NH_3 cuando la humedad del suelo está por debajo de la capacidad de campo. Los suelos deben estar húmedos pero no inundados, ni tampoco muy secos. Los suelos arenosos y de baja CIC necesitan de una aplicación más profunda de NH_3 que los suelos arcillosos. (5)

En consideración si se utiliza eficientemente el N se contribuye a la obtención de una alta producción de los cultivos, mínima contaminación, conservación de la energía y un impacto positivo en la economía de los productores.

1.7. Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) en el cultivo de arroz en el cantón Lomas de Sargentillo.

La tecnología de la Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) es sencilla, pero aplicable a pequeña y gran escala en la producción

del cultivo de arroz, desarrollada con la finalidad de incrementar la eficiencia y efectividad del Nitrógeno contenido en la Urea. Desarrollada en Asia y probada con éxito, siendo ya introducida en nuestro país donde ya se tienen buenos resultados. Consiste en la inserción profunda (a 7 o 10 cm) a mano de briquetas de Urea pocos días después del trasplante en arroz inundado o arroz de secano. Las briquetas, que pueden pesar entre 0.9 y 2.7 gramos, son producidas a través de la compresión de urea granulada por medio de máquinas pequeñas con discos dentados. Estas briquetas, aplicadas una sola vez durante el ciclo productivo, se colocan en el centro de cuadrados alternados formados por cada cuatro plantas de arroz trasplantadas.

(7)

La mejora en la eficiencia se logra principalmente manteniendo el N en el suelo cerca de las raíces de la planta y lejos del agua fluida donde es más susceptible a pérdidas por evaporación o lixiviación. (7)

No hay registro en la que se haya aplicado la tecnología Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) en el Cantón Lomas de sargentillo y sobre todo en secano, por lo que este ensayo servirá para dar inicio a la transferencia de tecnología a los productores arroceros de la zona y de arroz de secano.

CAPÍTULO 2

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:

Latitud Sur: 1° 52' 52.01''

Longitud Oeste: 80° 05' 28.93''

Altitud: 16 msnm.

Temperatura media anual: 26 °C.

Luminosidad: 1600 horas anuales.

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 |
|---|------------------------|-------------------------------------|
| <i>T1 (sin Urea)</i> | 0 | 0 |
| <i>T2 (300 kg. Urea/Ha al voleo)</i> | 138.00 | 300.00 |
| <i>T3 (234.78 Kg. Urea/Ha en briquetas)</i> | 108.00 | 234.78 |
| <i>T4 (215.22 Kg. Urea/Ha en briquetas)</i> | 99.00 | 215.22 |
| <i>T5 (195.65 Kg. Urea/Ha en briquetas)</i> | 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 hilera (aproximada) | 0.15 m. |
| Área del experimento | 496 m ² . |
| Dimensiones de la unidad experimental | 4 m. x 5 m. |
| Área de la unidad experimental | 20 m ² . |
| Número de hileras por ancho de bloque | 26 |
| Peso de una briqueta de Urea | 2,7 g. |

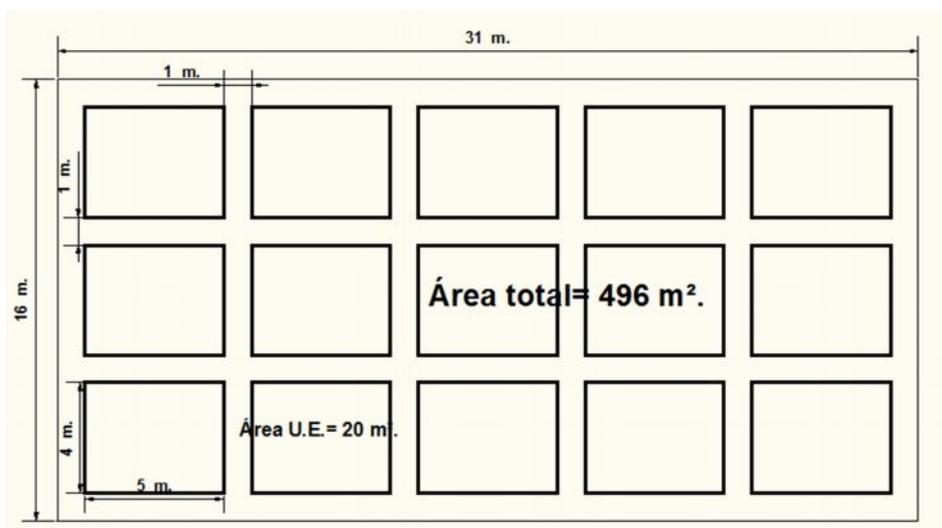


Figura 2.1. Dimensiones del diseño experimental.

En la siguiente figura (Figura 2.2) se representa la forma como se distribuyó el diseño completamente aleatorio en campo, cumpliendo con las normas técnicas de un ensayo aplicando Diseño Experimental.

| | | | | | |
|------------|----|----|----|----|----|
| I | T1 | T2 | T4 | T3 | T5 |
| II | T4 | T2 | T5 | T3 | T1 |
| III | T5 | T1 | T4 | T2 | T3 |

Figura 2.2. Diseño de bloques completamente aleatorio.

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.
- ✓ Estaquillas de caña.
- ✓ Cinta métrica.
- ✓ Herbicidas.
- ✓ Insecticidas.
- ✓ Fungicidas.
- ✓ Fertilizantes.
 - Foliares.
 - Urea granulada (46% de Nitrógeno puro).
 - Urea briquetada (46% de Nitrógeno puro).
- ✓ Estaquillas de caña.
- ✓ Flexómetro.
- ✓ Pintura roja.

- ✓ Bomba de mochila 20 litros.
- ✓ Tanque de 200 litros.
- ✓ Bomba nebulizadora a 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.

A. 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.

B. 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.

C. 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. (Figura 2.3)



Figura 2.3. Siembra mecanizada de arroz con sembradora de chorro continuo. (Autor)

D. 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. (Figura 2.4)



Figura 2.4. 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 mancho 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 perdidas al momento de realizar el corte.

E. 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 dió a los 81 ddg., por lo que se aplicó METAMIDOFOS (Metamidofos) (0.5 lt/Ha). (Figura 2.5)



Figura 2.5. Control de plagas con aplicaciones nebulizadas de insecticidas. (Autor)

F. 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 rompe el ciclo de cualquier patógeno (una

cosecha al año) y la resistencia de la variedad INIAP-15 a ciertas enfermedades de la zona.

G. 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 la figura 2.6 se muestra la forma de la aplicación de las briquetas entre líneas de cultivo.

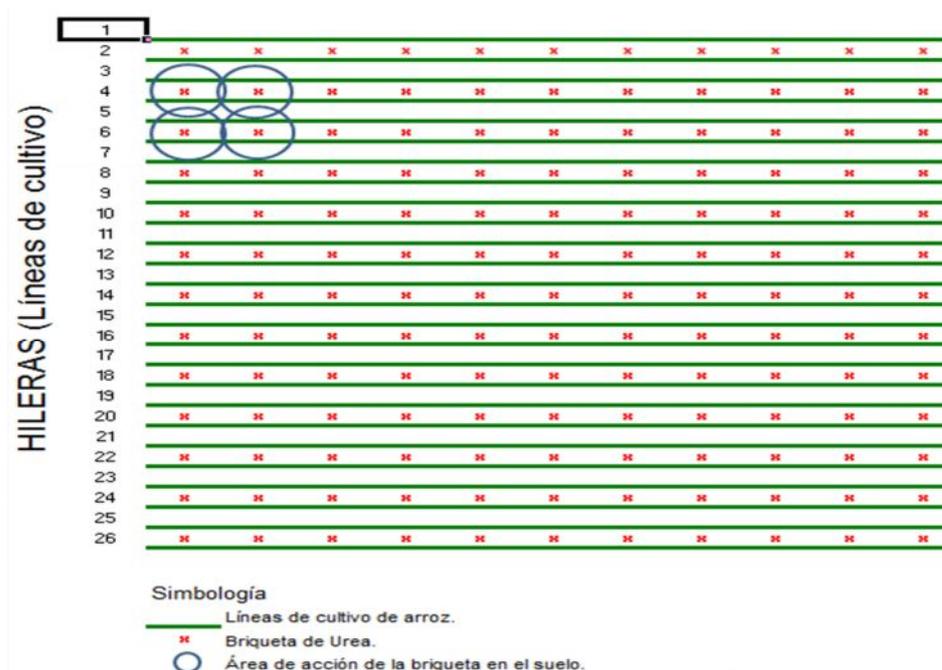


Figura 2.6. Distribución de las briquetas entre las líneas de cultivo. (Autor)

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/Ha. divididos en dos aplicaciones) que el cultivo comercial que había a los alrededores del ensayo. (Figura 2.7)



Figura 2.7. Aplicación de briquetas de Urea. (Autor)

H. 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. (Figura 2.8)



Figura 2.8. Cosecha de cada tratamiento. (Autor)

I. Variables consideradas.

Las variables consideradas para este ensayo tenemos seis, algunas tomadas en campo y las restantes en laboratorio, a continuación se detallan:

- Altura de planta.
- Número de macollos.
- Producción por unidad experimental.
- Peso de 1000 granos.
- Cantidad de granos vanos y llenos por panícula.
- Análisis económico de los tratamientos.

J. Tabulación de datos.

Los gráficos representando los resultados y la tabulación de datos se la realizó en el Software Microsoft Office Excel, para luego ser transportado al programa SPSS 19.

K. Análisis estadístico.

Luego de la tabulación de datos se procedió a procesarlos, con la finalidad de realizar un Análisis de Varianza (ANOVA) y determinar si existen diferencias entre tratamientos. Además, se utilizó un Test de Homogeneidad de Varianzas y los Test de Tukey y Tamhane al 95 % de confianza.

L. Análisis económico.

El análisis económico se basó en el costo de producción y la venta del producto. Además se consideró realizar una comparación entre el sistema de volear Urea y la aplicación de Briquetas.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.1. Análisis agronómicos.

Para el análisis de resultado se tomaron en consideración dos variables: el número de macollos y producción de arroz paddy (peso en cáscara inmediatamente después de la cosecha) por cada tratamiento y por repetición.

Luego de tabular los datos se usaron los Programas Microsoft Office Excel y SPSS 19, obteniendo el análisis ANOVA, Test de Homogeneidad y además las pruebas de Tukey y Tamhane con 95 % de confiabilidad.

Todas las pruebas estadísticas se efectuaron con la finalidad de validar o rechazar la hipótesis nula.

Hipótesis Nula (H_0): $T1 = T2 = T3 = T4 = T5$

Hipótesis Alternativa (H_a): $T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq T5$

A. Número de macollos por planta.

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

El análisis estadístico ANOVA demuestra que existen diferencias entre cada tratamiento, por lo que aceptamos la hipótesis alternativa, debido a que el valor de significancia es menor a 0.05 como se muestra en la tabla 3:

Tabla 3. Análisis estadístico ANOVA de macollos por planta de cada tratamiento.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|-----|------------------|---------|------|
| Inter-grupos | 5725.702 | 4 | 1431.426 | 745.660 | .000 |
| Intra-grupos | 854.256 | 445 | 1.920 | | |
| Total | 6579.958 | 449 | | | |

El test de homogeneidad de varianzas demuestra que las varianzas de cada tratamiento son diferentes, esto debido a que su significancia es de 0.020 como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Prueba de homogeneidad de varianzas de macollos por planta de cada tratamiento.

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 2.947 | 4 | 445 | .020 |

A consecuencia del valor de significancia en el test de homogeneidad de varianzas, se aplicó el análisis de múltiple comparación de Tamhane, el cual demostró que los tratamientos T2 (voleo 138 Kg. N/Ha.) y T3 (briquetas 108 Kg. N/Ha.) fueron los mejores y estadísticamente iguales, la tabla 5 muestra un resumen de la comparación múltiple (Análisis completo ver anexo 3).

Tabla 5. Análisis de múltiple comparación de Tamhane de macollos por planta de cada tratamiento.

| TRATAMIENTO | | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|----------------|------|----|------------------------------|---------|---------|---------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Tukey | 1 | 90 | 7.6444 | | | |
| B ^a | 5 | 90 | | 13.2778 | | |
| | 4 | 90 | | | 14.8778 | |
| | 3 | 90 | | | | 17.0667 |
| | 2 | 90 | | | | 17.5444 |
| | Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .143 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 90.000.

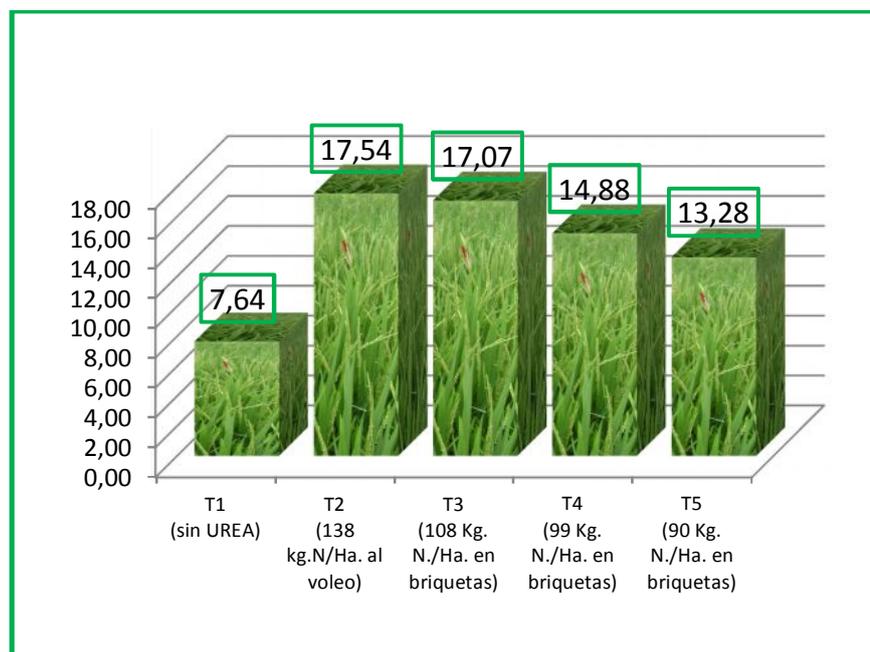


Gráfico 1. Diagrama de Columnas 3D, muestra el promedio de macollos por planta de cada uno de los tratamientos.

B. Altura de planta.

El análisis estadístico demostró que los tratamientos T2 (voleo 138 Kg. N/Ha.), T3 (briquetas 108 Kg. N/Ha.) y T4 (briquetas 99 Kg. N/Ha.) fueron los mejores. (Gráfico 2 y 3)

El análisis estadístico ANOVA demuestra que existen diferencias entre cada tratamiento, por lo que aceptamos la hipótesis alternativa, debido a que el valor de significancia es menor a 0.05 como se muestra en la tabla 6:

TABLA 6. Análisis estadístico ANOVA de altura de plantas de cada tratamiento.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|-----|------------------|--------|------|
| Inter-grupos | 43431.716 | 4 | 10857.929 | 70.595 | .000 |
| Intra-grupos | 68443.986 | 445 | 153.807 | | |
| Total | 111875.702 | 449 | | | |

El test de homogeneidad de varianzas demuestra que las varianzas de cada tratamiento son diferentes, esto debido a que su significancia es de 0.000 como se muestra en la tabla 7.

TABLA 7. Prueba de homogeneidad de varianzas de altura de plantas.

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 41.339 | 4 | 445 | .000 |

A consecuencia del valor de significancia en el test de homogeneidad de varianzas, se aplicó el análisis de múltiple comparación de Tamhane, el cual demostró que los tratamientos T2 (voleo 138 Kg. N/Ha.), T3 (briquetas 108 Kg. N/Ha.) y T4 (briquetas 99 Kg. N/Ha.) fueron los mejores y estadísticamente iguales, el cuadro siguiente muestra un

resumen de la comparación múltiple (Análisis completo ver anexo 4).

TABLA 8. Análisis de múltiple comparación de Tamhane de altura de plantas de cada tratamiento.

| TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------|------|------------------------------|---------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| HSD de Tukey ^a | 1 | 90 | 79.7456 | |
| | 5 | 90 | | 87.3778 |
| | 4 | 90 | | 99.7911 |
| | 3 | 90 | | 103.6656 |
| | 2 | 90 | | 104.6822 |
| | Sig. | | 1.000 | 1.000 |
| | | | | .064 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 90.000.

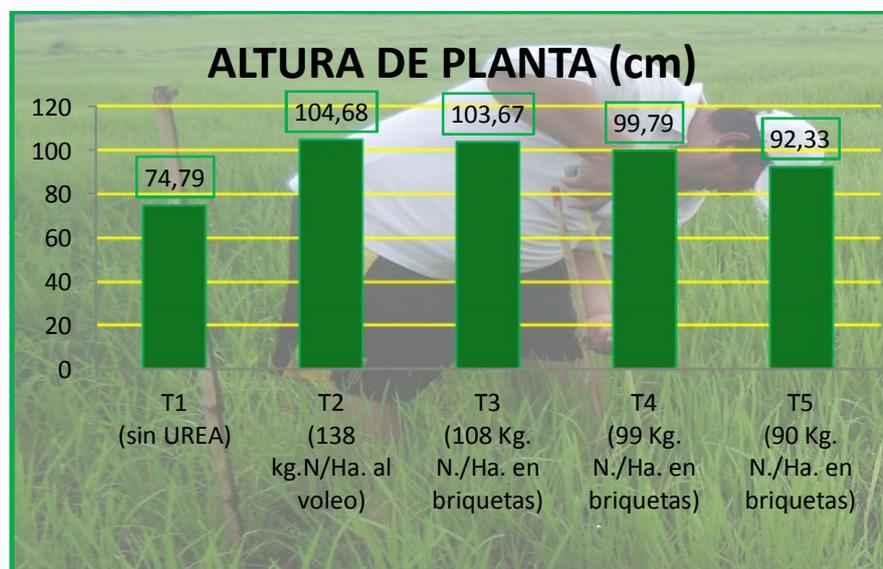


Gráfico 2. Diagrama de Columnas 3D, muestra el promedio de alturas por planta de cada uno de los tratamientos.

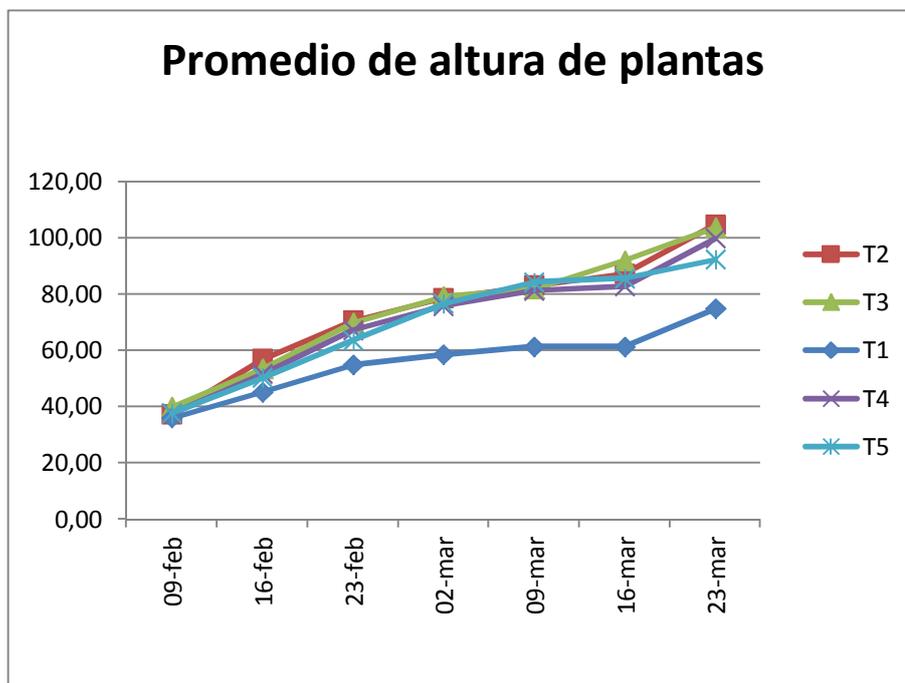


Gráfico 3. Diagrama de líneas con marcadores, muestra el promedio de alturas por planta de cada uno de los tratamientos por fechas.

C. Número de granos vanos y llenos por 5 panículas.

El análisis estadístico demostró que los tratamientos T2 (voleo 138 Kg. N/Ha.), T3 (briquetas 108 Kg. N/Ha.) y T4 (briquetas 99 Kg. N/Ha.) fueron los mejores con respecto a granos llenos. En relación a los granos vanos no hay diferencias entre tratamientos.

El análisis estadístico ANOVA demuestra que con respecto a granos llenos existen diferencias entre cada tratamiento, por lo

que aceptamos la hipótesis alternativa, debido a que el valor de significancia es menor a 0.05. Con relación a los granos vanos se demuestra que no hay diferencias entre tratamientos ya que el valor de significancia es de mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula. A continuación se muestra la tabla siguiente de la ANOVA:

TABLA 9. Análisis estadístico ANOVA de granos vanos y llenos por tratamiento.

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---------------|--------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| GRANOS VANOS | Inter-grupos | 2216.933 | 4 | 554.233 | 3.229 | .060 |
| | Intra-grupos | 1716.667 | 10 | 171.667 | | |
| | Total | 3933.600 | 14 | | | |
| GRANOS LLENOS | Inter-grupos | 186259.600 | 4 | 46564.900 | 12.991 | .001 |
| | Intra-grupos | 35844.000 | 10 | 3584.400 | | |
| | Total | 222103.600 | 14 | | | |

El test de homogeneidad de varianzas demuestra que las varianzas de cada tratamiento son diferentes con relación a los granos llenos, esto debido a que su significancia es de 0.043. Con respecto a granos vanos el valor de significancia es 0.088. En la siguiente tabla se detalla los resultados:

TABLA 10. Prueba de homogeneidad de varianzas de granos llenos y vanos.

| | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|---------------|-----------------------|-----|-----|------|
| GRANOS VANOS | 2.761 | 4 | 10 | .088 |
| GRANOS LLENOS | 3.696 | 4 | 10 | .043 |

A consecuencia de los valores de significancia en el test de homogeneidad de varianzas, se aplicó el análisis de múltiple comparación de Tamhane para granos llenos, el cual demostró que los tratamientos T2 (voleo 138 Kg. N/Ha.), T3 (briquetas 108 Kg. N/Ha.) y T4 (briquetas 99 Kg. N/Ha.) fueron los mejores y estadísticamente iguales; y para granos vanos utilizamos el test de Tukey como una prueba de múltiple comparación demostrándose que todos los tratamientos son estadísticamente iguales.

Los cuadros siguientes muestran un resumen de la comparación múltiple (Análisis completo ver anexo 6).

TABLA 11. Análisis de múltiple comparación de Tukey de granos vanos.

| TRATAMIENTO | | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|---------------------------|------|---|------------------------------|--|
| | | | 1 | |
| HSD de Tukey ^a | 1 | 3 | 29.00 | |
| | 3 | 3 | 41.33 | |
| | 2 | 3 | 46.67 | |
| | 5 | 3 | 57.33 | |
| | 4 | 3 | 63.67 | |
| | Sig. | | .054 | |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

TABLA 12. Análisis de múltiple comparación de Tamhane de granos llenos.

| TRATAMIENTO | | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------|------|---|------------------------------|--------|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| HSD de Tukey ^a | 1 | 3 | 288.00 | | |
| | 5 | 3 | 383.33 | 383.33 | |
| | 4 | 3 | | 454.33 | 454.33 |
| | 3 | 3 | | | 549.33 |
| | 2 | 3 | | | 597.00 |
| | Sig. | | .353 | .611 | .089 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

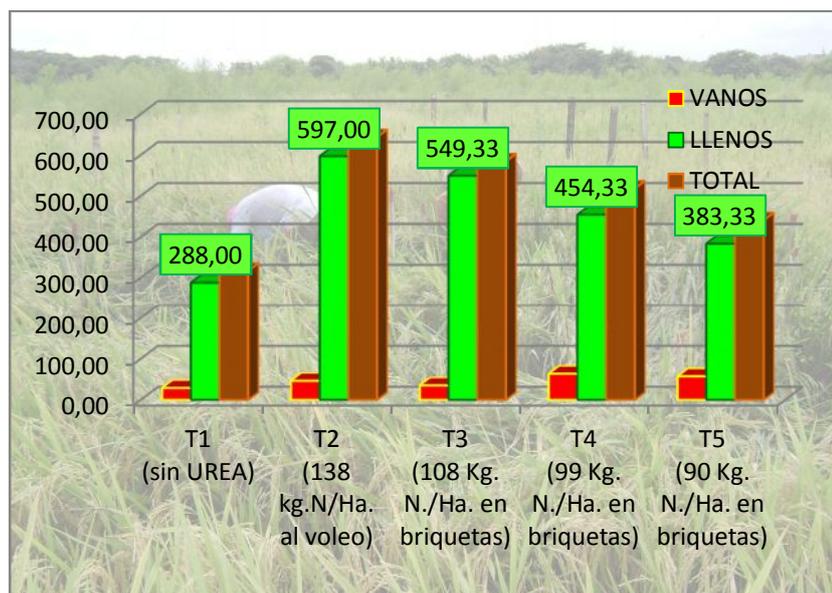


Gráfico 4. Diagrama de Columnas 3D, muestra cantidad de granos vanos, llenos y totales por 5 panículas de cada uno de los tratamientos.

D. Peso de 1000 granos en (g).

El análisis estadístico ANOVA demuestra que existen diferencias entre cada tratamiento, por lo que aceptamos la hipótesis alternativa, debido a que el valor de significancia es menor a 0.05 como se muestra en la tabla siguiente:

TABLA 13. Análisis estadístico ANOVA del peso de 1000 granos en gramos por tratamiento.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Inter-grupos | 17.938 | 4 | 4.484 | 21.815 | .000 |
| Intra-grupos | 2.056 | 10 | .206 | | |
| Total | 19.993 | 14 | | | |

El test de homogeneidad de varianzas demuestra que las varianzas de cada tratamiento son iguales, esto debido a que su significancia es de 0.059 como se muestra en la tabla siguiente:

TABLA 14. Prueba de homogeneidad de varianzas del peso de 1000 granos en gramos.

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 3.267 | 4 | 10 | .059 |

A consecuencia del valor de significancia en el test de homogeneidad de varianzas, se aplicó el análisis de múltiple comparación de Tukey, el cual demostró que los tratamientos T2 (voleo 138 Kg. N/Ha.) y T3 (briquetas 108 Kg. N/Ha.) fueron los mejores y estadísticamente iguales, el cuadro siguiente muestra un resumen de la comparación múltiple (Análisis completo ver anexo 7).

TABLA 15. Análisis de múltiple comparación de Tukey del peso de 1000 granos en gramos.

| TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|--------------------|---|------------------------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| HSD de 1 | 3 | 24.9667 | | |
| Tukey ^a | | | | |
| 5 | 3 | | 26.5767 | |
| 4 | 3 | | 27.1967 | 27.1967 |
| 3 | 3 | | 27.6700 | 27.6700 |
| 2 | 3 | | | 28.1067 |
| Sig. | | 1.000 | .084 | .177 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

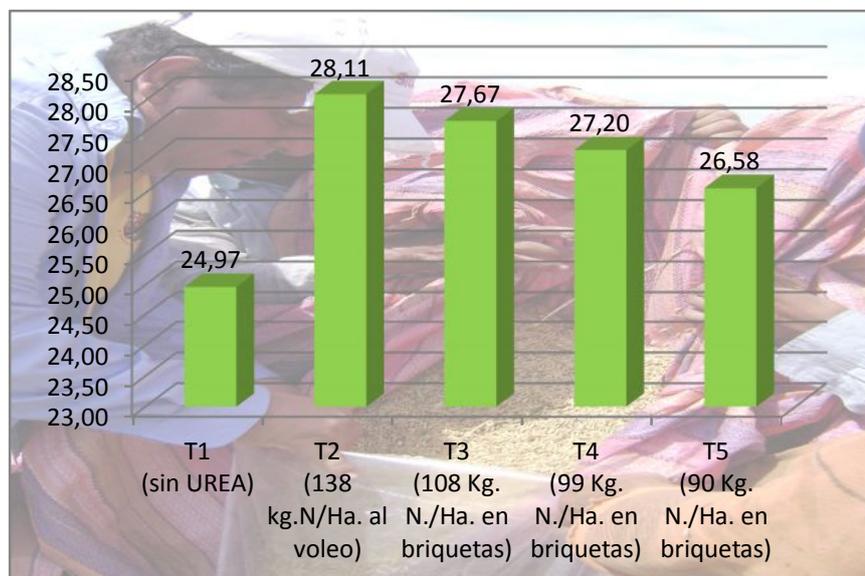


Gráfico 5. Diagrama de Columnas 3D, muestra el peso (g) de 1000 granos de cada uno de los tratamientos.

3.2. 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 (ver anexos 8 - 12).

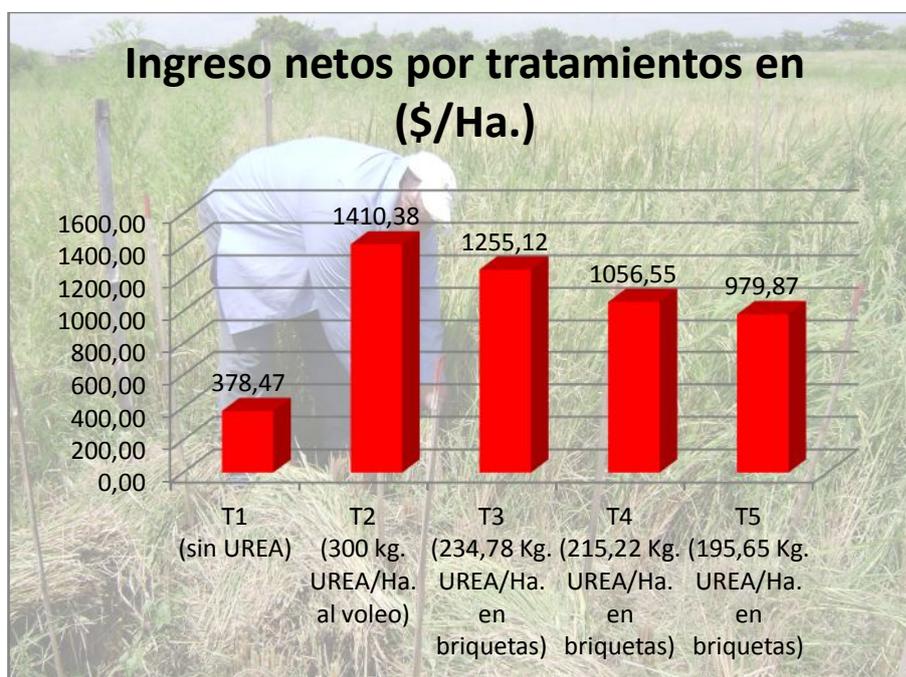


Gráfico 6. Diagrama de Columnas 3D, ingreso neto de cada uno de los tratamientos.

Tabla 16. 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 |
| RELACIÓN BENEFICIO/COSTO | | 1,68 | 2,48 | 2,28 | 2,11 | 2,07 |
| RENTABILIDAD | % | 67,81 | 147,93 | 128,28 | 111,03 | 107,30 |

3.3. Análisis de producción.

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

El análisis estadístico ANOVA demuestra que existen diferencias entre cada tratamiento, por lo que aceptamos la hipótesis alternativa, debido a que el valor de significancia es menor a 0.05 como se muestra en la tabla siguiente:

TABLA 17. Análisis estadístico ANOVA de producción de arroz paddy.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Inter-grupos | 42052333.333 | 4 | 10513083.333 | 135.362 | .000 |
| Intra-grupos | 776666.667 | 10 | 77666.667 | | |
| Total | 42829000.000 | 14 | | | |

El test de homogeneidad de varianzas demuestra que las varianzas de cada tratamiento son diferentes, esto debido a que su significancia es de 0.018 como se muestra en la tabla.

TABLA 18. Prueba de homogeneidad de varianzas de producción de arroz paddy.

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 4.954 | 4 | 10 | .018 |

A consecuencia del valor de significancia en el test de homogeneidad de varianzas, se aplicó el análisis de múltiple comparación de Tamhane, el cual demostró que los tratamientos T2 (voleo 138 Kg. N/Ha.) y T3 (briquetas 108 Kg. N/Ha.) fueron los mejores y estadísticamente iguales, el cuadro siguiente muestra un resumen de la comparación múltiple (Análisis completo ver anexo 5).

TABLA 19. Análisis de múltiple comparación de Tamhane de producción de arroz paddy.

| TRATAMIENTO | | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------|------|---|------------------------------|-----------|-----------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| HSD de Tukey ^a | 1 | 3 | 3116.6667 | | |
| | 5 | 3 | | 6300.0000 | |
| | 4 | 3 | | 6683.3333 | |
| | 3 | 3 | | | 7433.3333 |
| | 2 | 3 | | | 7866.6667 |
| | Sig. | | | 1.000 | .483 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

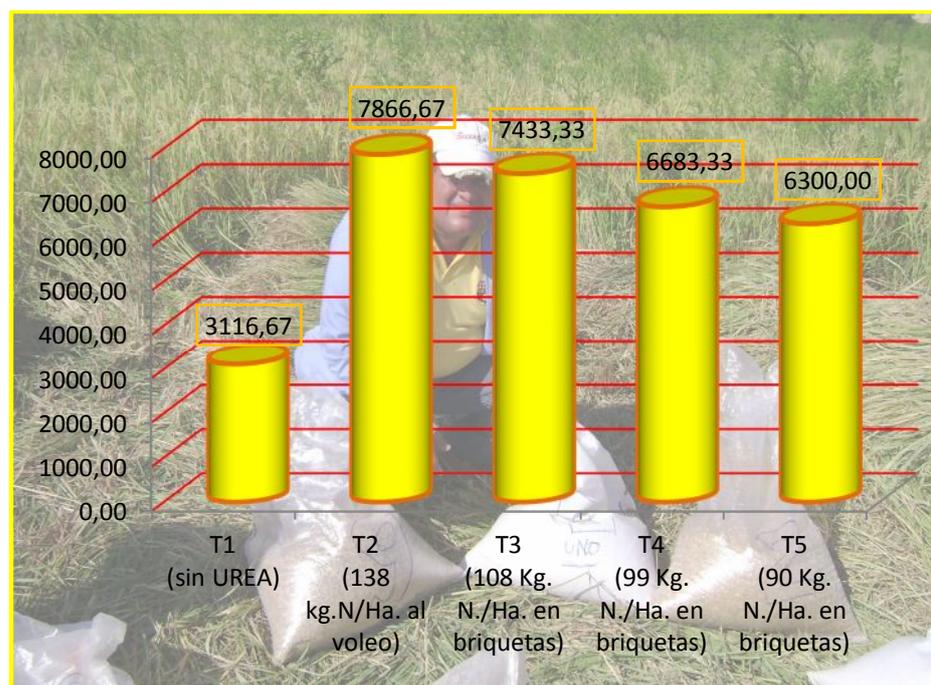


Gráfico 7. Diagrama de Columnas 3D, muestra el rendimiento en Kg/Ha. de cada uno de los tratamientos.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

A. 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 30 kilogramos más de nitrógeno puro que el tratamiento T3 en la dosificación.

- 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.

- 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.
- Con respecto a la variable macollos por planta tomada a los 60 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.
- La variable altura de planta tomada a los 70 ddg. mostró que 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.

- 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.
- 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.

B. Recomendaciones.

- 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.
- 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.

ANEXOS

ANEXO 1. CÁLCULOS DE LA CANTIDAD DE NITRÓGENO, CANTIDAD DE BRIQUETAS, DISTANCIA DE APLICACIÓN ENTRE BRIQUETAS Y DATOS ADICIONALES.

| DESCRIPCIÓN | T2-VOLEO | T3 | T4 | T5 |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| NITRÓGENO Kg. | 138,00 | 108,00 | 99,00 | 90,00 |
| NITRÓGENO lb. | 303,60 | 237,60 | 217,80 | 198,00 |
| NITRÓGENO g. | 138000,00 | 108000,00 | 99000,00 | 90000,00 |
| UREA lb/Ha. | 660,00 | 516,52 | 473,48 | 430,43 |
| UREA Kg/Ha. | 300,00 | 234,78 | 215,22 | 195,65 |
| UREA BOLSAS de 50 kg. | 6,00 | 4,70 | 4,30 | 3,91 |
| UREA gr/Ha. | | 234782,61 | 215217,39 | 195652,17 |
| NÚMERO DE BRIQUETAS/Ha. | | 86957 | 79710 | 72464 |
| NÚMERO DE BRIQUETAS/U.E. | | 174 | 159 | 145 |
| NÚMERO DE BRIQUETAS/HILERA. | | 13 | 12 | 11 |
| DISTANCIA HILERA m. | | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| DISTANCIA BRIQUETA m. | | 0,37 | 0,41 | 0,45 |
| DISTANCIA BRIQUETA cm. | | 37 | 41 | 45 |

ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DE LA FASE DE CAMPO.



Fotografía 1. Vista completa de la sembradora de chorro continuo acoplada al tractor, en la labor de siembra del arroz. (Autor)



Fotografía 2. Medición del lote para el experimento. (Autor)



Fotografía 3. Mostrando las líneas de cultivo. (Autor)



Fotografía 4. Aplicación de enraizador vía foliar con bombas de motor. (Autor)



Fotografía 5. Haciendo las estaquillas de caña, para demarcar tratamientos.
(Autor)



Fotografía 6. Estaquillando el experimento. (Autor)



Fotografía 7. Briquetas de Urea de 2,7 gramos. (Autor)



Fotografía 8. Aplicación de briquetas de Urea. (Autor)



Fotografía 9. Mostrando distancia entre briquetas de Urea. (Autor)



Fotografía 10. Aplicación de Urea al voleo en tratamiento 2. (Autor)



Fotografía 11. Toma de lecturas de altura de plantas. (Autor)



Fotografía 12. Tratamiento 1 (sin Urea), muestra clorosis. (Autor)



Fotografía 13. Tratamiento 3 (briquetas 108 Kg. N/Ha.). (Autor)



Fotografía 14. Muestra la etapa 6 de la fase vegetativa de la planta de arroz (floración). (Autor)



Fotografía 15. Floración del tratamiento 1 (sin Urea). (Autor)



Fotografía 16. Cosecha del arroz, muestra el corte con hoz. (Autor)



Fotografía 17. Cosecha del arroz, muestra el proceso de trillado (chicoteado). (Autor)



Fotografía 18. Cosecha del arroz, proceso de llenado para su posterior pesaje. (Autor)



Fotografía 19. Mostrando la producción de tres tratamientos. (Autor)

ANEXO 3. RESULTADO DEL SPSS 19, NÚMERO DE MACOLLOS.

ANOVA de un factor

Descriptivos

MACOLLOS

| | N | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Mínimo | Máximo |
|-------|-----|---------|----------------------|-----------------|--|--------------------|--------|--------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| 1 | 90 | 7,6444 | 1,48635 | ,15668 | 7,3331 | 7,9558 | 4,00 | 12,00 |
| 2 | 90 | 17,5444 | 1,08266 | ,11412 | 17,3177 | 17,7712 | 14,00 | 21,00 |
| 3 | 90 | 17,0667 | 1,36407 | ,14379 | 16,7810 | 17,3524 | 14,00 | 21,00 |
| 4 | 90 | 14,8778 | 1,35603 | ,14294 | 14,5938 | 15,1618 | 12,00 | 18,00 |
| 5 | 90 | 13,2778 | 1,58666 | ,16725 | 12,9455 | 13,6101 | 10,00 | 17,00 |
| Total | 450 | 14,0822 | 3,82815 | ,18046 | 13,7276 | 14,4369 | 4,00 | 21,00 |

Prueba de homogeneidad de varianzas

MACOLLOS

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------------------------|-----|-----|------|
| 2,947 | 4 | 445 | ,020 |

ANOVA

MACOLLOS

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|----------------------|-----|------------------|---------|------|
| Inter-grupos | 5725,702 | 4 | 1431,426 | 745,660 | ,000 |
| Intra-grupos | 854,256 | 445 | 1,920 | | |
| Total | 6579,958 | 449 | | | |

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: MACOLLOS

| | (I) | (J) | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|---------|-----|-----|----------------------------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| | | | | | | TRATAMIENTO | TRATAMIENTO |
| Tamhane | 1 | 2 | -9,90000 [*] | ,19383 | ,000 | -10,4501 | -9,3499 |
| | | 3 | -9,42222 [*] | ,21265 | ,000 | -10,0251 | -8,8193 |
| | | 4 | -7,23333 [*] | ,21208 | ,000 | -7,8346 | -6,6321 |
| | | 5 | -5,63333 [*] | ,22917 | ,000 | -6,2830 | -4,9837 |
| | 2 | 1 | 9,90000 [*] | ,19383 | ,000 | 9,3499 | 10,4501 |
| | | 3 | ,47778 | ,18357 | ,096 | -,0429 | ,9985 |
| | | 4 | 2,66667 [*] | ,18291 | ,000 | 2,1478 | 3,1855 |
| | | 5 | 4,26667 [*] | ,20247 | ,000 | 3,6917 | 4,8416 |
| | 3 | 1 | 9,42222 [*] | ,21265 | ,000 | 8,8193 | 10,0251 |
| | | 2 | -,47778 | ,18357 | ,096 | -,9985 | ,0429 |
| | | 4 | 2,18889 [*] | ,20275 | ,000 | 1,6142 | 2,7636 |
| | | 5 | 3,78889 [*] | ,22056 | ,000 | 3,1635 | 4,4143 |
| | 4 | 1 | 7,23333 [*] | ,21208 | ,000 | 6,6321 | 7,8346 |
| | | 2 | -2,66667 [*] | ,18291 | ,000 | -3,1855 | -2,1478 |
| | | 3 | -2,18889 [*] | ,20275 | ,000 | -2,7636 | -1,6142 |
| | | 5 | 1,60000 [*] | ,22001 | ,000 | ,9761 | 2,2239 |
| | 5 | 1 | 5,63333 [*] | ,22917 | ,000 | 4,9837 | 6,2830 |
| | | 2 | -4,26667 [*] | ,20247 | ,000 | -4,8416 | -3,6917 |
| | | 3 | -3,78889 [*] | ,22056 | ,000 | -4,4143 | -3,1635 |
| | | 4 | -1,60000 [*] | ,22001 | ,000 | -2,2239 | -,9761 |

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

| MACOLLOS | | | | | |
|-----------------------------|----|------------------------------|---------|---------|---------|
| TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| HSD de Tukey ^a 1 | 90 | 7,6444 | | | |
| 5 | 90 | | 13,2778 | | |
| 4 | 90 | | | 14,8778 | |
| 3 | 90 | | | | 17,0667 |
| 2 | 90 | | | | 17,5444 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | ,143 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 90,000.

ANEXO 4. RESULTADO DEL SPSS 19, ALTURA DE PLANTAS.

ANOVA de un factor

Descriptivos

ALTURADEPLANTAS

| | N | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Mínimo | Máximo |
|-------|-----|----------|----------------------|-----------------|--|-----------------|--------|--------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| 1 | 90 | 79,7456 | 15,45073 | 1,62865 | 76,5095 | 82,9816 | 51,50 | 114,00 |
| 2 | 90 | 104,6822 | 8,99765 | ,94844 | 102,7977 | 106,5667 | 82,00 | 124,50 |
| 3 | 90 | 103,6656 | 6,33036 | ,66728 | 102,3397 | 104,9914 | 83,20 | 115,00 |
| 4 | 90 | 99,7911 | 8,59079 | ,90555 | 97,9918 | 101,5904 | 81,00 | 120,20 |
| 5 | 90 | 87,3778 | 18,31599 | 1,93067 | 83,5416 | 91,2140 | 51,00 | 121,00 |
| Total | 450 | 95,0524 | 15,78500 | ,74411 | 93,5901 | 96,5148 | 51,00 | 124,50 |

Prueba de homogeneidad de varianzas

ALTURADEPLANTAS

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------------------------|-----|-----|------|
| 41,339 | 4 | 445 | ,000 |

ANOVA

ALTURADEPLANTAS

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|----------------------|-----|------------------|--------|------|
| Inter-grupos | 43431,716 | 4 | 10857,929 | 70,595 | ,000 |
| Intra-grupos | 68443,986 | 445 | 153,807 | | |
| Total | 111875,702 | 449 | | | |

Comparaciones múltiples

Variable dependiente:ALTURADEPLANTAS

| (I) TRATAMIENTO | (J) TRATAMIENTO | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Tamhane 1 | 2 | -24,93667* | 1,88468 | ,000 | -30,2957 | -19,5776 |
| | 3 | -23,92000* | 1,76005 | ,000 | -28,9413 | -18,8987 |
| | 4 | -20,04556* | 1,86347 | ,000 | -25,3466 | -14,7445 |
| | 5 | -7,63222* | 2,52587 | ,029 | -14,7951 | -,4694 |
| 2 | 1 | 24,93667* | 1,88468 | ,000 | 19,5776 | 30,2957 |
| | 3 | 1,01667 | 1,15965 | ,992 | -2,2754 | 4,3087 |
| | 4 | 4,89111* | 1,31132 | ,003 | 1,1737 | 8,6085 |
| | 5 | 17,30444* | 2,15105 | ,000 | 11,1780 | 23,4309 |
| 3 | 1 | 23,92000* | 1,76005 | ,000 | 18,8987 | 28,9413 |
| | 2 | -1,01667 | 1,15965 | ,992 | -4,3087 | 2,2754 |
| | 4 | 3,87444* | 1,12485 | ,007 | ,6822 | 7,0667 |
| | 5 | 16,28778* | 2,04274 | ,000 | 10,4518 | 22,1238 |
| 4 | 1 | 20,04556* | 1,86347 | ,000 | 14,7445 | 25,3466 |
| | 2 | -4,89111* | 1,31132 | ,003 | -8,6085 | -1,1737 |
| | 3 | -3,87444* | 1,12485 | ,007 | -7,0667 | -,6822 |
| | 5 | 12,41333* | 2,13249 | ,000 | 6,3370 | 18,4896 |
| 5 | 1 | 7,63222* | 2,52587 | ,029 | ,4694 | 14,7951 |
| | 2 | -17,30444* | 2,15105 | ,000 | -23,4309 | -11,1780 |
| | 3 | -16,28778* | 2,04274 | ,000 | -22,1238 | -10,4518 |
| | 4 | -12,41333* | 2,13249 | ,000 | -18,4896 | -6,3370 |

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

ALTURADEPLANTAS

| TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------|----|------------------------------|---------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| HSD de Tukey ^a | | | | |
| 1 | 90 | 79,7456 | | |
| 5 | 90 | | 87,3778 | |
| 4 | 90 | | | 99,7911 |
| 3 | 90 | | | 103,6656 |
| 2 | 90 | | | 104,6822 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | ,064 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 90,000.

ANEXO 5. RESULTADO DEL SPSS 19, PRODUCCIÓN ARROZ PADDY.

ANOVA de un factor

Descriptivos

PRODUCCIÓN

| | N | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Mínimo | Máximo |
|-------|----|-----------|-------------------|--------------|---|-----------------|---------|---------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| 1 | 3 | 3116,6667 | 548,48276 | 316,66667 | 1754,1600 | 4479,1734 | 2500,00 | 3550,00 |
| 2 | 3 | 7866,6667 | 208,16660 | 120,18504 | 7349,5522 | 8383,7812 | 7700,00 | 8100,00 |
| 3 | 3 | 7433,3333 | 144,33757 | 83,33333 | 7074,7789 | 7791,8877 | 7350,00 | 7600,00 |
| 4 | 3 | 6683,3333 | 76,37626 | 44,09586 | 6493,6042 | 6873,0625 | 6600,00 | 6750,00 |
| 5 | 3 | 6300,0000 | 132,28757 | 76,37626 | 5971,3795 | 6628,6205 | 6150,00 | 6400,00 |
| Total | 15 | 6280,0000 | 1749,06097 | 451,60560 | 5311,4023 | 7248,5977 | 2500,00 | 8100,00 |

Prueba de homogeneidad de varianzas

PRODUCCIÓN

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 4,954 | 4 | 10 | ,018 |

ANOVA

PRODUCCIÓN

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Inter-grupos | 42052333,333 | 4 | 10513083,333 | 135,362 | ,000 |
| Intra-grupos | 776666,667 | 10 | 77666,667 | | |
| Total | 42829000,000 | 14 | | | |

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: PRODUCCIÓN

| (I) TRATAMIENTO | (J) TRATAMIENTO | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|--------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Tamhane 1 | 2 | -4750,00000* | 338,70669 | ,017 | -7828,8652 | -1671,1348 |
| | 3 | -4316,66667* | 327,44805 | ,033 | -7909,0490 | -724,2843 |
| | 4 | -3566,66667 | 319,72210 | ,067 | -7700,1191 | 566,7858 |
| | 5 | -3183,33333 | 325,74700 | ,069 | -6878,4998 | 511,8331 |
| 2 | 1 | 4750,00000* | 338,70669 | ,017 | 1671,1348 | 7828,8652 |
| | 3 | 433,33333 | 146,24941 | ,388 | -467,6001 | 1334,2668 |
| | 4 | 1183,33333 | 128,01910 | ,050 | -4,4999 | 2371,1666 |
| | 5 | 1566,66667* | 142,40006 | ,009 | 645,5382 | 2487,7951 |
| 3 | 1 | 4316,66667* | 327,44805 | ,033 | 724,2843 | 7909,0490 |
| | 2 | -433,33333 | 146,24941 | ,388 | -1334,2668 | 467,6001 |
| | 4 | 750,00000* | 94,28090 | ,039 | 63,2879 | 1436,7121 |
| | 5 | 1133,33333* | 113,03883 | ,006 | 500,6981 | 1765,9686 |
| 4 | 1 | 3566,66667 | 319,72210 | ,067 | -566,7858 | 7700,1191 |
| | 2 | -1183,33333 | 128,01910 | ,050 | -2371,1666 | 4,4999 |
| | 3 | -750,00000* | 94,28090 | ,039 | -1436,7121 | -63,2879 |
| | 5 | 383,33333 | 88,19171 | ,180 | -222,5826 | 989,2493 |
| 5 | 1 | 3183,33333 | 325,74700 | ,069 | -511,8331 | 6878,4998 |
| | 2 | -1566,66667* | 142,40006 | ,009 | -2487,7951 | -645,5382 |
| | 3 | -1133,33333* | 113,03883 | ,006 | -1765,9686 | -500,6981 |
| | 4 | -383,33333 | 88,19171 | ,180 | -989,2493 | 222,5826 |

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

PRODUCCIÓN

| TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------|---|------------------------------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| HSD de Tukey ^a | | | | |
| 1 | 3 | 3116,6667 | | |
| 5 | 3 | | 6300,0000 | |
| 4 | 3 | | 6683,3333 | |
| 3 | 3 | | | 7433,3333 |
| 2 | 3 | | | 7866,6667 |
| Sig. | | 1,000 | ,483 | ,374 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

ANEXO 6. RESULTADO DEL SPPS 19, NÚMERO DE GRANOS VANOS Y LLENOS.

ANOVA de un factor

Descriptivos

| | N | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Mínimo | Máximo |
|----------------|----|--------|-------------------|--------------|---|-----------------|--------|--------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| GRANOSVANOS 1 | 3 | 29,00 | 16,643 | 9,609 | -12,34 | 70,34 | 17 | 48 |
| 2 | 3 | 46,67 | 12,583 | 7,265 | 15,41 | 77,92 | 35 | 60 |
| 3 | 3 | 41,33 | 19,088 | 11,020 | -6,08 | 88,75 | 27 | 63 |
| 4 | 3 | 63,67 | 7,024 | 4,055 | 46,22 | 81,11 | 57 | 71 |
| 5 | 3 | 57,33 | 3,055 | 1,764 | 49,74 | 64,92 | 54 | 60 |
| Total | 15 | 47,60 | 16,762 | 4,328 | 38,32 | 56,88 | 17 | 71 |
| GRANOSLLENOS 1 | 3 | 288,00 | 11,000 | 6,351 | 260,67 | 315,33 | 277 | 299 |
| 2 | 3 | 597,00 | 74,485 | 43,004 | 411,97 | 782,03 | 553 | 683 |
| 3 | 3 | 549,33 | 101,041 | 58,336 | 298,33 | 800,33 | 462 | 660 |
| 4 | 3 | 454,33 | 25,325 | 14,621 | 391,42 | 517,24 | 435 | 483 |
| 5 | 3 | 383,33 | 37,448 | 21,620 | 290,31 | 476,36 | 343 | 417 |
| Total | 15 | 454,40 | 125,955 | 32,521 | 384,65 | 524,15 | 277 | 683 |

Prueba de homogeneidad de varianzas

| | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------------|-----------------------|-----|-----|------|
| GRANOSVANOS | 2,761 | 4 | 10 | ,088 |
| GRANOSLLENOS | 3,696 | 4 | 10 | ,043 |

ANOVA

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|--------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| GRANOSVANOS | Inter-grupos | 2216,933 | 4 | 554,233 | 3,229 | ,060 |
| | Intra-grupos | 1716,667 | 10 | 171,667 | | |
| | Total | 3933,600 | 14 | | | |
| GRANOSLLENOS | Inter-grupos | 186259,600 | 4 | 46564,900 | 12,991 | ,001 |
| | Intra-grupos | 35844,000 | 10 | 3584,400 | | |
| | Total | 222103,600 | 14 | | | |

Comparaciones múltiples

| Variable dependiente | (I) | (J) | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | | |
|----------------------|--------------|-----|----------------------------|--------------|--------|-------------------------------|-----------------|-------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior | |
| GRANOSVANOS | HSD de Tukey | 1 | 2 | -17,667 | 10,698 | ,501 | -52,87 | 17,54 |
| | | 3 | -12,333 | 10,698 | ,776 | -47,54 | 22,87 | |
| | | 4 | -34,667 | 10,698 | ,054 | -69,87 | ,54 | |
| | | 5 | -28,333 | 10,698 | ,134 | -63,54 | 6,87 | |
| | | 2 | 1 | 17,667 | 10,698 | ,501 | -17,54 | 52,87 |
| | | 3 | 3 | 5,333 | 10,698 | ,986 | -29,87 | 40,54 |
| | | 4 | 4 | -17,000 | 10,698 | ,535 | -52,21 | 18,21 |
| | | 5 | 5 | -10,667 | 10,698 | ,851 | -45,87 | 24,54 |
| | | 3 | 1 | 12,333 | 10,698 | ,776 | -22,87 | 47,54 |
| | | 2 | 2 | -5,333 | 10,698 | ,986 | -40,54 | 29,87 |
| | 4 | 4 | -22,333 | 10,698 | ,296 | -57,54 | 12,87 | |
| | 5 | 5 | -16,000 | 10,698 | ,587 | -51,21 | 19,21 | |
| | 4 | 1 | 34,667 | 10,698 | ,054 | -,54 | 69,87 | |
| | 2 | 2 | 17,000 | 10,698 | ,535 | -18,21 | 52,21 | |
| | 3 | 3 | 22,333 | 10,698 | ,296 | -12,87 | 57,54 | |
| | 5 | 5 | 6,333 | 10,698 | ,973 | -28,87 | 41,54 | |

| | | | | | | | |
|--------------|---------|---|-----------|--------|-------|---------|---------|
| | 5 | 1 | 28,333 | 10,698 | ,134 | -6,87 | 63,54 |
| | | 2 | 10,667 | 10,698 | ,851 | -24,54 | 45,87 |
| | | 3 | 16,000 | 10,698 | ,587 | -19,21 | 51,21 |
| | | 4 | -6,333 | 10,698 | ,973 | -41,54 | 28,87 |
| GRANOSLLENOS | | | | | | | |
| | Tamhane | 1 | | | | | |
| | | 2 | -309,000 | 43,470 | ,159 | -866,05 | 248,05 |
| | | 3 | -261,333 | 58,681 | ,368 | - | 518,97 |
| | | | | | | 1041,64 | |
| | | 4 | -166,333* | 15,941 | ,028 | -299,19 | -33,48 |
| | | 5 | -95,333 | 22,534 | ,327 | -330,89 | 140,22 |
| | 2 | 1 | 309,000 | 43,470 | ,159 | -248,05 | 866,05 |
| | | 3 | 47,667 | 72,474 | 1,000 | -385,68 | 481,01 |
| | | 4 | 142,667 | 45,421 | ,503 | -297,73 | 583,07 |
| | | 5 | 213,667 | 48,133 | ,200 | -149,43 | 576,76 |
| | 3 | 1 | 261,333 | 58,681 | ,368 | -518,97 | 1041,64 |
| | | 2 | -47,667 | 72,474 | 1,000 | -481,01 | 385,68 |
| | | 4 | 95,000 | 60,141 | ,937 | -577,59 | 767,59 |
| | | 5 | 166,000 | 62,214 | ,613 | -407,77 | 739,77 |
| | 4 | 1 | 166,333* | 15,941 | ,028 | 33,48 | 299,19 |
| | | 2 | -142,667 | 45,421 | ,503 | -583,07 | 297,73 |
| | | 3 | -95,000 | 60,141 | ,937 | -767,59 | 577,59 |
| | | 5 | 71,000 | 26,100 | ,467 | -91,94 | 233,94 |
| | 5 | 1 | 95,333 | 22,534 | ,327 | -140,22 | 330,89 |
| | | 2 | -213,667 | 48,133 | ,200 | -576,76 | 149,43 |
| | | 3 | -166,000 | 62,214 | ,613 | -739,77 | 407,77 |
| | | 4 | -71,000 | 26,100 | ,467 | -233,94 | 91,94 |
| | 5 | 1 | 123,667 | 27,510 | ,141 | -50,91 | 298,24 |
| | | 2 | -203,000 | 54,841 | ,322 | -641,49 | 235,49 |
| | | 3 | -150,000 | 72,986 | ,810 | -867,01 | 567,01 |
| | | 4 | -77,333 | 26,946 | ,444 | -255,89 | 101,23 |

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

GRANOSVANOS

| TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|---------------------------|---|---------------------------------|-------|
| | | 1 | |
| HSD de Tukey ^a | | | |
| 1 | 3 | | 29,00 |
| 3 | 3 | | 41,33 |
| 2 | 3 | | 46,67 |
| 5 | 3 | | 57,33 |
| 4 | 3 | | 63,67 |
| Sig. | | | ,054 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

GRANOSLLENOS

| TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------|---|------------------------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| HSD de Tukey ^a | | | | |
| 1 | 3 | 288,00 | | |
| 5 | 3 | 383,33 | 383,33 | |
| 4 | 3 | | 454,33 | 454,33 |
| 3 | 3 | | | 549,33 |
| 2 | 3 | | | 597,00 |
| Sig. | | ,353 | ,611 | ,089 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

ANEXO 7. RESULTADO DEL SPPS 19, PESO DE 1000 GRANOS EN GRAMOS.

ANOVA de un factor

Descriptivos

PESO1000GRANOS

| | N | Media | Desviación típica | Error típico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Mínimo | Máximo |
|-------|----|---------|-------------------|--------------|---|-----------------|--------|--------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior | | |
| 1 | 3 | 24,9667 | ,86031 | ,49670 | 22,8295 | 27,1038 | 24,04 | 25,74 |
| 2 | 3 | 28,1067 | ,17926 | ,10349 | 27,6614 | 28,5520 | 27,90 | 28,22 |
| 3 | 3 | 27,6700 | ,17776 | ,10263 | 27,2284 | 28,1116 | 27,53 | 27,87 |
| 4 | 3 | 27,1967 | ,09504 | ,05487 | 26,9606 | 27,4328 | 27,10 | 27,29 |
| 5 | 3 | 26,5767 | ,46361 | ,26766 | 25,4250 | 27,7283 | 26,15 | 27,07 |
| Total | 15 | 26,9033 | 1,19503 | ,30856 | 26,2415 | 27,5651 | 24,04 | 28,22 |

Prueba de homogeneidad de varianzas

PESO1000GRANOS

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 3,267 | 4 | 10 | ,059 |

ANOVA

PESO1000GRANOS

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Inter-grupos | 17,938 | 4 | 4,484 | 21,815 | ,000 |
| Intra-grupos | 2,056 | 10 | ,206 | | |
| Total | 19,993 | 14 | | | |

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: PESO1000GRANOS

| | (I) | (J) | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|-----------------|-------------|-------------|----------------------------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| | TRATAMIENTO | TRATAMIENTO | | | | | |
| HSD de Tukey | 1 | 2 | -3,14000 [*] | ,37020 | ,000 | -4,3583 | -1,9217 |
| | | 3 | -2,70333 [*] | ,37020 | ,000 | -3,9217 | -1,4850 |
| | | 4 | -2,23000 [*] | ,37020 | ,001 | -3,4483 | -1,0117 |
| | | 5 | -1,61000 [*] | ,37020 | ,010 | -2,8283 | -,3917 |
| | 2 | 1 | 3,14000 [*] | ,37020 | ,000 | 1,9217 | 4,3583 |
| | | 3 | ,43667 | ,37020 | ,763 | -,7817 | 1,6550 |
| | | 4 | ,91000 | ,37020 | ,177 | -,3083 | 2,1283 |
| | | 5 | 1,53000 [*] | ,37020 | ,014 | ,3117 | 2,7483 |
| | 3 | 1 | 2,70333 [*] | ,37020 | ,000 | 1,4850 | 3,9217 |
| | | 2 | -,43667 | ,37020 | ,763 | -1,6550 | ,7817 |
| | | 4 | ,47333 | ,37020 | ,709 | -,7450 | 1,6917 |
| | | 5 | 1,09333 | ,37020 | ,084 | -,1250 | 2,3117 |
| | 4 | 1 | 2,23000 [*] | ,37020 | ,001 | 1,0117 | 3,4483 |
| | | 2 | -,91000 | ,37020 | ,177 | -2,1283 | ,3083 |
| | | 3 | -,47333 | ,37020 | ,709 | -1,6917 | ,7450 |
| | | 5 | ,62000 | ,37020 | ,488 | -,5983 | 1,8383 |
| | 5 | 1 | 1,61000 [*] | ,37020 | ,010 | ,3917 | 2,8283 |
| | | 2 | -1,53000 [*] | ,37020 | ,014 | -2,7483 | -,3117 |
| | | 3 | -1,09333 | ,37020 | ,084 | -2,3117 | ,1250 |
| | | 4 | -,62000 | ,37020 | ,488 | -1,8383 | ,5983 |

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

PESO1000GRANOS

| TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|---------------------------|---|------------------------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| HSD de Tukey ^a | | | | |
| 1 | 3 | 24,9667 | | |
| 5 | 3 | | 26,5767 | |
| 4 | 3 | | 27,1967 | 27,1967 |
| 3 | 3 | | 27,6700 | 27,6700 |
| 2 | 3 | | | 28,1067 |
| Sig. | | 1,000 | ,084 | ,177 |

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

ANEXO 8. COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 1.

| Cultivo arroz tecnificado – INIAP-15. Sistema de siembra mecanizada de seco, sin fertilización de UREA. | | | | |
|---|---------------------------------------|----------|-------------------------------|------------------|
| Concepto | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal |
| 1. ANÁLISIS DE SUELO | | | | |
| Análisis de Suelo | muestra | 1 | \$ 22,80 | \$ 22,80 |
| | | | Subtotal 1 | \$ 22,80 |
| 2. PREPARACIÓN DE SUELO | | | | |
| Rastra pesada | Hora | 2 | \$ 18,00 | \$ 36,00 |
| Sembrada mecanizada | Hora | 1 | \$ 20,00 | \$ 20,00 |
| | | | Subtotal 2 | \$ 56,00 |
| 3. ADQUISICIÓN DE INSUMOS | | | | |
| Semilla Registrada | Kg. | 90 | \$ 0,90 | \$ 81,00 |
| Butachlor | lt. | 2 | \$ 3,00 | \$ 6,00 |
| Pendimetalin | lt. | 2 | \$ 3,50 | \$ 7,00 |
| Bispyribac Sodio 40 SC | Frasco de 100 cc. | 1 | \$ 25,00 | \$ 25,00 |
| Cloner | lt. | 1 | \$ 60,03 | \$ 60,03 |
| Engeo | lt. | 0,125 | \$ 80,00 | \$ 10,00 |
| Metamidofos | lt. | 0,5 | \$ 11,00 | \$ 5,50 |
| | | | Subtotal 3 | \$ 194,53 |
| 4. ADQUISICIÓN DE FERTILIZANTES | | | | |
| Enraizante | lt. | 1 | \$ 6,50 | \$ 6,50 |
| Vigorfol/Multipropósito | Kg. | 1 | \$ 4,00 | \$ 4,00 |
| Zinc | lt. | 1 | \$ 4,50 | \$ 4,50 |
| Supervigorfol | lt. | 1 | \$ 4,50 | \$ 4,50 |
| Calciboro | lt. | 1 | \$ 4,75 | \$ 4,75 |
| Potassium | lt. | 1 | \$ 5,10 | \$ 5,10 |
| Power-fol | lt. | 0,5 | \$ 15,00 | \$ 7,50 |
| | | | Subtotal 4 | \$ 36,85 |
| 5. JORNALES –LABORES Y APLICACIÓN | | | | |
| Siembra mecanizada | Jornal | 0,25 | \$ 7,00 | \$ 1,75 |
| Aplicación de herbicidas | Tanque de 200 lt. | 3 | \$ 10,00 | \$ 30,00 |
| Aplicación de Insecticidas | Tanque de 200 lt. | 2 | \$ 10,00 | \$ 20,00 |
| Aplicación de foliares | Tanque de 200 lt. | 3 | \$ 10,00 | \$ 30,00 |
| Deshierba manual | Jornal | 8 | \$ 7,00 | \$ 56,00 |
| | | | Subtotal 5 | \$ 137,75 |
| 6. COSECHA (SACAS 205Lb) | | | | |
| Cosecha Mecánica | Saco | 33,45 | \$ 2,50 | \$ 83,63 |
| | | | Subtotal 6 | \$ 83,63 |
| Costo Total por Ha. | SUMA SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6) | | \$ 531,56 | |
| Imprevisto | 5,0% | | \$ 26,58 | |
| | | | TOTAL COSTOS | \$ 558,13 |
| | | | Precio saca de 205 lb. | \$ 28,00 |
| Ingreso bruto | 33,45 sacas de 205 lb. | | \$ 936,60 | |
| Ingreso neto | Ingreso bruto - total costos | | \$ 378,47 | |

ANEXO 9. COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 2.

Cultivo arroz tecnificado – INIAP-15. Sistema de siembra mecanizada de secano, fertilización al voleo (300,00 kg. de Urea/Ha.).

| Concepto | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal |
|--|--|----------|-------------------------------|------------------|
| 1. ANÁLISIS DE SUELO | | | | |
| Análisis de Suelo | muestra | 1 | \$ 22,80 | \$ 22,80 |
| | | | Subtotal 1 | \$ 22,80 |
| 2. PREPARACIÓN DE SUELO | | | | |
| Rastra pesada | Hora | 2 | \$ 18,00 | \$ 36,00 |
| Sembrada mecanizada | Hora | 1 | \$ 20,00 | \$ 20,00 |
| | | | Subtotal 2 | \$ 56,00 |
| 3. ADQUISICIÓN DE INSUMOS | | | | |
| Semilla Registrada | Kg. | 90 | \$ 0,90 | \$ 81,00 |
| Butachlor | lt. | 2 | \$ 3,00 | \$ 6,00 |
| Pendimetalin | lt. | 2 | \$ 3,50 | \$ 7,00 |
| Bispyribac Sodio 40 SC | Frasco de 100 cc. | 1 | \$ 25,00 | \$ 25,00 |
| Cloner | lt. | 1 | \$ 60,03 | \$ 60,03 |
| Engeo | lt. | 0,125 | \$ 80,00 | \$ 10,00 |
| Metamidofos | lt. | 0,5 | \$ 11,00 | \$ 5,50 |
| | | | Subtotal 3 | \$ 194,53 |
| 4. ADQUISICIÓN DE FERTILIZANTES | | | | |
| Urea | Kg. | 300 | \$ 0,80 | \$ 240,00 |
| Enraizante | lt. | 1 | \$ 6,50 | \$ 6,50 |
| Vigorfol/Multipropósito | Kg. | 1 | \$ 4,00 | \$ 4,00 |
| Zinc | lt. | 1 | \$ 4,50 | \$ 4,50 |
| Supervigorfol | lt. | 1 | \$ 4,50 | \$ 4,50 |
| Calciboro | lt. | 1 | \$ 4,75 | \$ 4,75 |
| Potassium | lt. | 1 | \$ 5,10 | \$ 5,10 |
| Power-fol | lt. | 0,5 | \$ 15,00 | \$ 7,50 |
| | | | Subtotal 4 | \$ 276,85 |
| 5. JORNALES –LABORES Y APLICACIÓN | | | | |
| Siembra mecanizada | Jornal | 0,25 | \$ 7,00 | \$ 1,75 |
| Aplicación de herbicidas | Tanque de 200 lt. | 3 | \$ 10,00 | \$ 30,00 |
| Aplicación de Insecticidas | Tanque de 200 lt. | 2 | \$ 10,00 | \$ 20,00 |
| Aplicación de foliares | Tanque de 200 lt. | 3 | \$ 10,00 | \$ 30,00 |
| Aplicación de Urea al voleo | Fundas de 50 Kg | 6 | \$ 1,50 | \$ 9,00 |
| Deshierba manual | Jornal | 8 | \$ 7,00 | \$ 56,00 |
| | | | Subtotal 5 | \$ 146,75 |
| 6. COSECHA (SACAS 205Lb) | | | | |
| Cosecha Mecánica | Saco | 84,42 | \$ 2,50 | \$ 211,05 |
| | | | Subtotal 6 | \$ 211,05 |
| Costo Total por Ha. | SUMA SUBTOTAL <i>(1+2+3+4+5+6)</i> | | \$ 907,98 | |
| Imprevisto | 5,0% | | \$ 45,40 | |
| | | | TOTAL COSTOS | \$ 953,38 |
| | | | Precio saca de 205 lb. | \$ 28,00 |
| Ingreso bruto | 84,42 sacas de 205 lb. | | \$ 2.363,76 | |
| Ingreso neto | Ingreso bruto - total costos | | \$ 1.410,38 | |

ANEXO 10. COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 3.

Cultivo arroz tecnificado – INIAP-15. Sistema de siembra mecanizada de seco, fertilización con briquetas (234,78 Kg. de Urea/Ha.).

| Concepto | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal |
|--|---------------------------------------|----------|-------------------------------|------------------|
| 1. ANÁLISIS DE SUELO | | | | |
| Análisis de Suelo | muestra | 1 | \$ 22,80 | \$ 22,80 |
| | | | Subtotal 1 | \$ 22,80 |
| 2. PREPARACIÓN DE SUELO | | | | |
| Rastra pesada | Hora | 2 | \$ 18,00 | \$ 36,00 |
| Sembrada mecanizada | Hora | 1 | \$ 20,00 | \$ 20,00 |
| | | | Subtotal 2 | \$ 56,00 |
| 3. ADQUISICIÓN DE INSUMOS | | | | |
| Semilla Registrada | Kg. | 90 | \$ 0,90 | \$ 81,00 |
| Butachlor | lt. | 2 | \$ 3,00 | \$ 6,00 |
| Pendimetalin | lt. | 2 | \$ 3,50 | \$ 7,00 |
| Bispyribac Sodio 40 SC | Frasco de 100 cc. | 1 | \$ 25,00 | \$ 25,00 |
| Cloner | lt. | 1 | \$ 60,03 | \$ 60,03 |
| Engeo | lt. | 0,125 | \$ 80,00 | \$ 10,00 |
| Metamifofos | lt. | 0,5 | \$ 11,00 | \$ 5,50 |
| | | | Subtotal 3 | \$ 194,53 |
| 4. ADQUISICIÓN DE FERTILIZANTES | | | | |
| Urea | Kg. | 235,3 | \$ 0,80 | \$ 188,24 |
| Enraizante | lt. | 1 | \$ 6,50 | \$ 6,50 |
| Vigorfol/Multipropósito | Kg. | 1 | \$ 4,00 | \$ 4,00 |
| Zinc | lt. | 1 | \$ 4,50 | \$ 4,50 |
| Supervigorfol | lt. | 1 | \$ 4,50 | \$ 4,50 |
| Calciboro | lt. | 1 | \$ 4,75 | \$ 4,75 |
| Potassium | lt. | 1 | \$ 5,10 | \$ 5,10 |
| Power-fol | lt. | 0,5 | \$ 15,00 | \$ 7,50 |
| | | | Subtotal 4 | \$ 225,09 |
| 5. JORNALES –LABORES Y APLICACIÓN | | | | |
| Siembra mecanizada | Jornal | 0,25 | \$ 7,00 | \$ 1,75 |
| Aplicación de herbicidas | Tanque de 200 lt. | 3 | \$ 10,00 | \$ 30,00 |
| Aplicación de Insecticidas | Tanque de 200 lt. | 2 | \$ 10,00 | \$ 20,00 |
| Aplicación de foliares | Tanque de 200 lt. | 3 | \$ 10,00 | \$ 30,00 |
| Aplicación de Urea en briquetas | Jornal | 16,52 | \$ 7,00 | \$ 115,64 |
| Deshierba manual | Jornal | 8 | \$ 7,00 | \$ 56,00 |
| | | | Subtotal 5 | \$ 253,39 |
| 6. COSECHA (SACAS 205Lb) | | | | |
| Cosecha Mecánica | Saco | 79,77 | \$ 2,50 | \$ 199,43 |
| | | | Subtotal 6 | \$ 199,43 |
| Costo Total por Ha. | SUMA SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6) | | \$ 951,24 | |
| Imprevisto | 5,0% | | \$ 47,56 | |
| | | | TOTAL COSTOS | \$ 998,80 |
| | | | Precio saca de 205 lb. | \$ 28,00 |
| Ingreso bruto | 79,77 sacas de 205 lb. | | \$ 2.233,56 | |
| Ingreso neto | Ingreso bruto - total costos | | \$ 1.234,76 | |

ANEXO 11. COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 4.

Cultivo arroz tecnificado – INIAP-15. Sistema de siembra mecanizada de secano, fertilización con briquetas (215,22 Kg. de Urea/Ha.).

| Concepto | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal |
|--|---------------------------------------|----------|-------------------------------|------------------|
| 1. ANÁLISIS DE SUELO | | | | |
| Análisis de Suelo | muestra | 1 | \$ 22,80 | \$ 22,80 |
| | | | Subtotal 1 | \$ 22,80 |
| 2. PREPARACIÓN DE SUELO | | | | |
| Rastra pesada | Hora | 2 | \$ 18,00 | \$ 36,00 |
| Sembrada mecanizada | Hora | 1 | \$ 20,00 | \$ 20,00 |
| | | | Subtotal 2 | \$ 56,00 |
| 3. ADQUISICIÓN DE INSUMOS | | | | |
| Semilla Registrada | Kg. | 90 | \$ 0,90 | \$ 81,00 |
| Butachlor | lt. | 2 | \$ 3,00 | \$ 6,00 |
| Pendimetalin | lt. | 2 | \$ 3,50 | \$ 7,00 |
| Bispyribac Sodio 40 SC | Frasco de 100 cc. | 1 | \$ 25,00 | \$ 25,00 |
| Cloner | lt. | 1 | \$ 60,03 | \$ 60,03 |
| Engeo | lt. | 0,125 | \$ 80,00 | \$ 10,00 |
| Metamidofos | lt. | 0,5 | \$ 11,00 | \$ 5,50 |
| | | | Subtotal 3 | \$ 194,53 |
| 4. ADQUISICIÓN DE FERTILIZANTES | | | | |
| Urea | Kg. | 215,22 | \$ 0,80 | \$ 172,18 |
| Enraizante | lt. | 1 | \$ 6,50 | \$ 6,50 |
| Vigorfol/Multipropósito | Kg. | 1 | \$ 4,00 | \$ 4,00 |
| Zinc | lt. | 1 | \$ 4,50 | \$ 4,50 |
| Supervigorfol | lt. | 1 | \$ 4,50 | \$ 4,50 |
| Calciboro | lt. | 1 | \$ 4,75 | \$ 4,75 |
| Potasium | lt. | 1 | \$ 5,10 | \$ 5,10 |
| Power-fol | lt. | 0,5 | \$ 15,00 | \$ 7,50 |
| | | | Subtotal 4 | \$ 209,03 |
| 5. JORNALES –LABORES Y APLICACIÓN | | | | |
| Siembra mecanizada | Jornal | 0,25 | \$ 7,00 | \$ 1,75 |
| Aplicación de herbicidas | Tanque de 200 lt. | 3 | \$ 10,00 | \$ 30,00 |
| Aplicación de Insecticidas | Tanque de 200 lt. | 2 | \$ 10,00 | \$ 20,00 |
| Aplicación de foliares | Tanque de 200 lt. | 3 | \$ 10,00 | \$ 30,00 |
| Aplicación de Urea en briquetas | Jornal | 15,14 | \$ 7,00 | \$ 105,98 |
| Deshierba manual | Jornal | 8 | \$ 7,00 | \$ 56,00 |
| | | | Subtotal 5 | \$ 243,73 |
| 6. COSECHA (SACAS 205Lb) | | | | |
| Cosecha Mecánica | Saco | 71,72 | \$ 2,50 | \$ 179,30 |
| | | | Subtotal 6 | \$ 179,30 |
| Costo Total por Ha. | SUMA SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6) | | \$ 905,39 | |
| Imprevisto | 5,0% | | \$ 45,27 | |
| | | | TOTAL COSTOS | \$ 950,66 |
| | | | Precio saca de 205 lb. | \$ 28,00 |
| Ingreso bruto | 71,72 sacas de 205 lb. | | \$ 2.008,16 | |
| Ingreso neto | Ingreso bruto - total costos | | \$ 1.057,50 | |

ANEXO 12. COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 5.

Cultivo arroz tecnificado – INIAP-15. Sistema de siembra mecanizada de secano, fertilización con briquetas (195,65 Kg. de Urea/Ha.).

| Concepto | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal |
|--|---------------------------------------|----------|-------------------------------|------------------|
| 1. ANÁLISIS DE SUELO | | | | |
| Análisis de Suelo | muestra | 1 | \$ 22,80 | \$ 22,80 |
| | | | Subtotal 1 | \$ 22,80 |
| 2. PREPARACIÓN DE SUELO | | | | |
| Rastra pesada | Hora | 2 | \$ 18,00 | \$ 36,00 |
| Sembrada mecanizada | Hora | 1 | \$ 20,00 | \$ 20,00 |
| | | | Subtotal 2 | \$ 56,00 |
| 3. ADQUISICIÓN DE INSUMOS | | | | |
| Semilla Registrada | Kg. | 90 | \$ 0,90 | \$ 81,00 |
| Butachlor | lt. | 2 | \$ 3,00 | \$ 6,00 |
| Pendimetalin | lt. | 2 | \$ 3,50 | \$ 7,00 |
| Bispyribac Sodio 40 SC | Frasco de 100 cc. | 1 | \$ 25,00 | \$ 25,00 |
| Cloner | lt. | 1 | \$ 60,03 | \$ 60,03 |
| Engeo | lt. | 0,125 | \$ 80,00 | \$ 10,00 |
| Metamidofos | lt. | 0,5 | \$ 11,00 | \$ 5,50 |
| | | | Subtotal 3 | \$ 194,53 |
| 4. ADQUISICIÓN DE FERTILIZANTES | | | | |
| Urea | Kg. | 195,65 | \$ 0,80 | \$ 156,52 |
| Enraizante | lt. | 1 | \$ 6,50 | \$ 6,50 |
| Vigorfol/Multipropósito | Kg. | 1 | \$ 4,00 | \$ 4,00 |
| Zinc | lt. | 1 | \$ 4,50 | \$ 4,50 |
| Supervigorfol | lt. | 1 | \$ 4,50 | \$ 4,50 |
| Calciboro | lt. | 1 | \$ 4,75 | \$ 4,75 |
| Potassium | lt. | 1 | \$ 5,10 | \$ 5,10 |
| Power-fol | lt. | 0,5 | \$ 15,00 | \$ 7,50 |
| | | | Subtotal 4 | \$ 193,37 |
| 5. JORNAL –LABORES Y APLICACIÓN | | | | |
| Siembra mecanizada | Jornal | 0,25 | \$ 7,00 | \$ 1,75 |
| Aplicación de herbicidas | Tanque de 200 lt. | 3 | \$ 10,00 | \$ 30,00 |
| Aplicación de Insecticidas | Tanque de 200 lt. | 2 | \$ 10,00 | \$ 20,00 |
| Aplicación de foliares | Tanque de 200 lt. | 3 | \$ 10,00 | \$ 30,00 |
| Aplicación de Urea en briquetas | Jornal | 13,76 | \$ 7,00 | \$ 96,32 |
| Deshierba manual | Jornal | 8 | \$ 7,00 | \$ 56,00 |
| | | | Subtotal 5 | \$ 234,07 |
| 6. COSECHA (SACAS 205Lb) | | | | |
| Cosecha Mecánica | Saco | 67,61 | \$ 2,50 | \$ 169,03 |
| | | | Subtotal 6 | \$ 169,03 |
| Costo Total por Ha. | SUMA SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6) | | \$ 869,80 | |
| Imprevisto | 5,0% | | \$ 43,49 | |
| | | | TOTAL COSTOS | \$ 913,28 |
| | | | Precio saca de 205 lb. | \$ 28,00 |
| Ingreso bruto | 67,61 sacas de 205 lb. | | \$ 1.893,08 | |
| Ingreso neto | Ingreso bruto - total costos | | \$ 979,80 | |

BIBLIOGRAFÍA

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%20la%20Aplicaci%C3%B3n%20Profunda%20de%20Briquetas%20de%20Urea%20_APBU_%20en%20condiciones%20de%20campo%20extensivo%20del%20arroz%20_O.pdf. 2011.
2. **Factores claves en el manejo de arroz de secano**, 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_panoramanac.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. **MORA SAMUEL,** COMPARACIÓN DE DOS TECNOLOGÍAS DE APLICACION DE NITROGENO (UREA) EN DIFERENTES NIVELES EN EL CULTIVO DE ARROZ. APLICACION PROFUNDA DE BRIQUETAS DE UREA Y LA APLICACION TRADICIONAL AL VOLEO, TESIS DE GRADO, FIMCP-ESPOL, Guayaquil-Ecuador 2010.

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

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

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