



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Estudio Comparativo de Aplicación de Urea y Zeolita Bajo  
Condiciones de Gránulos y Briquetas en el Cultivo de Arroz  
Variedad F-50 Bajo Riego en el Cantón Daule”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

Presentada por:

**Carmelo Lenin Alvarado Salas**

**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 Luna, por su invaluable ayuda.

## DEDICATORIA

A MIS PADRES (†)  
A MI ESPOSA  
A MIS HIJOS:  
HENNER LENIN Y  
VYANKA ARIANNA  
A MIS HERMANOS  
A MIS AMIGOS

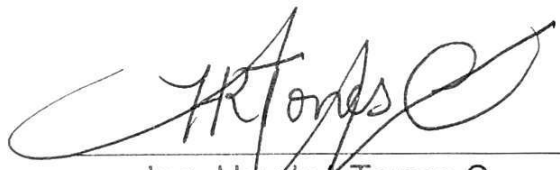
## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Gustavo Guerrero M.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



Ing. Marcelo Espinosa L.  
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Haydee Torres C.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carmelo Alvarado Salas', is written over a horizontal line.

Carmelo Lenin Alvarado Salas

## RESUMEN

El estudio se fundamenta en comparar la aplicación de urea y zeolita bajo condiciones de gránulos y briquetas en el cultivo de arroz variedad F-50 bajo riego en el Cantón Daule, utilizando las tecnologías, APBU y tradicional (voleo). Con el empleo de la técnica de briquetas con zeolita (Clinoptilolita) enterradas en fango, se intentará corregir la problemática de pérdidas de nitrógeno (urea) en el suelo causada por lixiviación o volatilización, no obstante así la aplicación de la práctica al voleo de urea mezclada con zeolita en gránulos. La intención del ensayo es el de mejorar la eficiencia del nitrógeno adicionado con zeolita y optimizar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en el suelo para obtener un fertilizante de liberación lenta, 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.

Se partió con una dosis de 178.26 kg de urea (3.56 sacos de 50kg) que representa 82 kg de nitrógeno puro, así como también zeolita natural (clinoptilolita) al 10 % (17.83kg) y al 20 % (35.65kg), valores que fueron elaborados en forma de briquetas para la tecnología APBU y mezclados en

gránulos para la técnica tradicional. Estos fueron aplicados en condiciones de tratamientos al cultivo de arroz a los 20 ddt, proyección que se efectuó para una superficie de una hectárea. El Diseño Experimental que se aplicó fue el de Bloques Completamente al Azar con seis tratamientos y tres repeticiones, con unidades experimentales de 25 m<sup>2</sup>. Se consideraron seis variables: Altura de planta; Número de macollos; Número de espigas por panículas; Granos llenos y vanos; Análisis de producción; Análisis económico. Los datos obtenidos fueron tabulados y procesados con los Software Microsoft Office Excel y SPSS 19, donde se realizaron análisis estadísticos con la prueba de Tukey al nivel del 5 % de probabilidad ( $P \geq 0,05$ ) y Tamhane al 95 % de confianza.

Los tratamientos estudiados en el experimento fueron los siguientes: T1 (Briquetas de Urea), T2 Briquetas (Urea + 10 % Z), T3 Briquetas (Urea + 20 % Z), T4 (Urea + 10 % Z) voleada, T5 (Urea + 20 % Z) voleada, T6 (Testigo Absoluto) cero aplicación.

Los resultados estadísticos obtenidos determinaron que los tratamientos T3 Briquetas (Urea + 20 % Z), y T2 Briquetas (Urea + 10 % Z) fueron los mejores en las variables consideradas. Demostrando en el análisis producción rendimientos (proyectado a sacas de 205 lb/ha), para T3 (68.40) y para T2 (67.18) respectivamente.

En conclusión el análisis económico demuestra que T2 y T3 representan ingresos netos por hectárea en dólares americanos (USD) de (973.60) y (971.40), comparativamente, y alcanzaron una rentabilidad porcentual de (107,29 %) y (102,92 %), por lo que se concluye que existe mayor efecto de nitrógeno aplicando la tecnología APBU complementada con zeolita natural que aplicar la tradicional al voleo.

Se recomienda que el Centro de Investigaciones Rurales (CIR – ESPOL) con la FIMCP, financien un proyecto para el diseño y construcción de un equipo portátil, para la aplicación de las briquetas en aéreas extensas, lo que reduciría las horas laborales de la tecnología APBU, ya que esta técnica genera costos elevados por hectárea.



# 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..... | 9  |
| 1.2.1. Etapa vegetativa.....                 | 11 |
| 1.2.2. Etapa reproductiva.....               | 12 |
| 1.2.3. Etapa de maduración.....              | 13 |
| 1.3. Producción de arroz en piscina.....     | 17 |
| 1.3.1. Labores culturales.....               | 19 |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| • Preparación de suelo.....                                                                  | 19 |
| • Elaboración de parrillas.....                                                              | 19 |
| • Sistema de riego y drenaje.....                                                            | 20 |
| • Preparación de semilleros.....                                                             | 21 |
| • Siembra.....                                                                               | 21 |
| • Control de malezas.....                                                                    | 21 |
| • Fertilización mediante urea y zeolita<br>granulada y briquetas.....                        | 22 |
| • Cosecha.....                                                                               | 31 |
| 1.4. Importancia económica del arroz.....                                                    | 32 |
| 1.5. Importancia de la fertilización en el cultivo.....                                      | 33 |
| 1.6. Aplicación de briquetas en el cultivo de arroz.....                                     | 34 |
| 1.7. Integración de urea, zeolita y briquetas para ser usadas en el<br>cultivo de arroz..... | 35 |

## **CAPÍTULO 2**

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....        | 38 |
| 2.1. Ubicación del ensayo.....      | 38 |
| 2.2. Diseño experimental.....       | 39 |
| 2.3. Materiales y herramientas..... | 41 |
| 2.4. Trabajo de campo.....          | 42 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 2.5. Metodología..... | 54 |
|-----------------------|----|

### **CAPÍTULO 3**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....   | 61 |
| 3.1. Análisis agronómico.....    | 62 |
| 3.2. Análisis económico.....     | 77 |
| 3.3. Análisis de producción..... | 81 |

### **CAPÍTULO 4**

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 84 |
|----------------------------------------|----|

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

|                   |                                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------|
| APBU              | Aplicación de Briquetas de Urea                     |
| APBUZ             | Aplicación de Briquetas de Zeolita                  |
| c.c.              | Centímetro cúbico                                   |
| CIC               | Capacidad de Intercambio Catiónico                  |
| cm.               | Centímetros                                         |
| ddt               | días después de transplante                         |
| F                 | F calculada                                         |
| F (0.05)          | F al 5% de probabilidad                             |
| g.                | gramos                                              |
| gl                | Grados de libertad                                  |
| g/m <sup>2</sup>  | gramos por metro cuadrado                           |
| Ha                | Hectárea                                            |
| Kg N/ha           | kilogramos de Nitrógeno por hectárea                |
| Kg/ha             | kilogramos por hectárea                             |
| Kg Z/ha           | kilogramos de zeolita por hectárea                  |
| l/ha.             | Litros por hectárea                                 |
| lb                | libra                                               |
| mm                | milímetro                                           |
| m.                | metro                                               |
| m <sup>2</sup>    | metro cuadrado                                      |
| m.s.n.m           | metros sobre nivel del mar                          |
| ns                | No significativo                                    |
| °C.               | Grados Celsius                                      |
| Sig.              | Significancia                                       |
| T1                | Tratamiento 1                                       |
| T2                | Tratamiento 2                                       |
| T3                | Tratamiento 3                                       |
| T4                | Tratamiento 4                                       |
| T5                | Tratamiento 5                                       |
| T6                | Tratamiento 6                                       |
| TM                | Toneladas métricas                                  |
| Tn/m <sup>3</sup> | Tonelada por metro cúbico                           |
| U.E.              | Unidad experimental                                 |
| USD               | Dólares americanos                                  |
| INIAP             | Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias |

## SIMBOLOGÍA

|                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| \$                             | Dólares americanos    |
| %                              | Porcentaje            |
| Ca                             | Calcio                |
| K                              | Potasio               |
| Mg                             | Magnesio              |
| N                              | Nitrógeno             |
| P                              | Fósforo               |
| Z                              | Zeolita               |
| SiO <sub>2</sub>               | Oxido de Silicio      |
| Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | Oxido de Aluminio     |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Oxido de Hierro       |
| CaO                            | Oxido de Calcio       |
| K <sub>2</sub> O               | Oxido de Potasio      |
| TiO <sub>2</sub>               | Oxido de Titanio      |
| MgO                            | Oxido de Magnesio     |
| Na <sub>2</sub> O              | Oxido de Sodio        |
| F <sub>2</sub> O               | Oxido de Fluor        |
| Ppl                            | Pérdidas por Ignición |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                           | Pág. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1.1. Método de fertilización al voleo (Bowen IFAS).....                                            | 27   |
| Figura 1.2. Briquetas de urea.....                                                                        | 28   |
| Figura 1.3. Esquema de la aplicación de urea al voleo vs aplicación de<br>briquetas (W. Bowen, 2008)..... | 29   |
| Figura 1.4. Briquetas de urea con zeolita.....                                                            | 35   |
| Figura 1.5. Densidad de (APBU) por m <sup>2</sup> .....                                                   | 37   |
| Figura 1.6. (APBU) en el cultivo de arroz.....                                                            | 30   |
| Figura 2.1. Actividades de Preparación de Suelo.....                                                      | 43   |
| Figura 2.2. Etapas de Crecimiento y Desarrollo del Semillero de Arroz<br>Variedad F-50.....               | 45   |
| Figura 2.3. Construcción de Bloques y Parcelas para Establecimiento<br>de Ensayo.....                     | 46   |
| Figura 2.4. Procedimientos de Transplante de Arroz variedad F-50.....                                     | 47   |
| Figura 2.5. Canal de Riego.....                                                                           | 49   |
| Figura 2.6. Máquina de Fabricación de Briquetas.....                                                      | 50   |
| Figura 2.7. Elaboración y Muestras de Briquetas.....                                                      | 52   |
| Figura 2.8. Aplicación de Tecnologías APBU y Tradicional.....                                             | 53   |
| Figura 2.9. Actividades de Cosecha Arroz Variedad F – 50.....                                             | 54   |
| Figura 2.10. Variable Altura de Plantas (20 - 68- 120) ddt.....                                           | 56   |
| Figura 2.11. Variable Número de Macollos.....                                                             | 57   |
| Figura 2.12. Número de Espigas por Panícula.....                                                          | 58   |
| Figura 2.13. Número de granos Llenos y Vanos por .....                                                    | 59   |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                                                                            | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------|------|
| Gráfico 2.1. Distribución del Diseño de Bloques Completamente al Azar..... | 40   |
| Gráfico 3.1. Altura de Plantas (Primer Diagnóstico).....                   | 63   |
| Gráfico 3.2. Altura de Plantas (Segundo Diagnóstico).....                  | 65   |
| Gráfico 3.3. Número de Macollos (68 ddt).....                              | 68   |
| Gráfico 3.4. Número de Espigas por Panícula.....                           | 71   |
| Gráfico 3.5. Granos LLenos y Vanos.....                                    | 74   |
| Gráfico 3.6. Ingreso Neto (USD) por Hectárea.....                          | 79   |
| Gráfico 3.7. Ganancias (USD) por Sacas de 205 Libras.....                  | 79   |
| Gráfico 3.8. Rentabilidad en Porcentaje (%).....                           | 80   |
| Gráfico 3.9. Análisis de Producción (Sacas 205 lb / ha).....               | 81   |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                         | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1.1. Taxonomía del Arroz.....                                                                                                                                     | 4    |
| Tabla 1.2. Características Agronómicas del Arroz Variedad F- 50.....                                                                                                    | 15   |
| Tabla 1.3. Aspectos Técnicos para la Cosecha de Arroz Variedad F- 50.....                                                                                               | 17   |
| Tabla 1.4. Composición Química de la Zeolita                                                                                                                            | 25   |
| Tabla 1.5. Composición Física de la Zeolita.....                                                                                                                        | 26   |
| Tabla 1.6. Resultado de los Mejores Tratamientos del Estudio del Efecto de las Zeolitas Naturales sobre la Eficiencia de la Urea en el Cultivo de Arroz de Cosecha..... | 31   |
| Tabla 1.7. Recomendaciones de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O con Base al Análisis de Suelo.....                                                    | 33   |
| Tabla 2.1. Condiciones Meteorológicas Bajo Estudio en la Zona Daule.....                                                                                                | 39   |
| Tabla 2.2. Ubicación de los Tratamientos con sus Repeticiones al Azar.....                                                                                              | 54   |
| Tabla 3.1. ANOVA Altura de Plantas (68 ddt).....                                                                                                                        | 64   |
| Tabla 3.2. Test de Homogeneidad de Varianzas Altura de Plantas (68 ddt).....                                                                                            | 64   |
| Tabla 3.3. Análisis de Comparación Múltiple Altura de Plantas (68 ddt).....                                                                                             | 65   |
| Tabla 3.4. ANOVA Altura de Plantas (120 ddt).....                                                                                                                       | 66   |
| Tabla 3.5. Test de Homogeneidad de Varianzas Altura de Plantas (120 ddt).....                                                                                           | 67   |
| Tabla 3.6. Análisis de Comparación Múltiple Altura de Plantas (120 ddt).....                                                                                            | 67   |
| Tabla 3.7. ANOVA Número de Macollos (68 ddt).....                                                                                                                       | 69   |
| Tabla 3.8. Test de Homogeneidad de Varianzas Número de Macollos (68 ddt).....                                                                                           | 69   |
| Tabla 3.9. Análisis de Múltiple Comparación Número de Macollos (68 ddt).....                                                                                            | 70   |
| Tabla 3.10. ANOVA Número de Espigas por Panículas.....                                                                                                                  | 72   |
| Tabla 3.11. Test de Homogeneidad de Varianzas Número de Espigas por Panículas.....                                                                                      | 72   |
| Tabla 3.12. Análisis de Múltiple Comparación Número de Espigas por                                                                                                      | 73   |



|             |                                                               |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------|----|
|             | Panículas.....                                                |    |
| Tabla 3.13. | ANOVA Granos LLenos y Vanos.....                              | 75 |
| Tabla 3.14. | Test de Homogeneidad de Varianzas Granos LLenos y Vanos.....  | 75 |
| Tabla 3.15. | Análisis de Múltiple Comparación Granos Llenos.....           | 76 |
| Tabla 3.16. | Análisis de Múltiple Comparación Granos Vanos.....            | 77 |
| Tabla 3.17. | Análisis Económico por Hectárea.....                          | 80 |
| Tabla 3.18. | ANOVA Análisis de Producción.....                             | 82 |
| Tabla 3.19. | Test de Homogeneidad de Varianzas Análisis de Produccion..... | 82 |
| Tabla 3.20. | Análisis de Múltiple Comparación Análisis de Producción...    | 83 |

# INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se fundamenta en el “Estudio comparativo de aplicación de urea y zeolita bajo condiciones de gránulos y briquetas en el cultivo de arroz variedad F-50 bajo riego en el Cantón Daule”.

Estudio que se ejecutará con el fin de corregir la problemática de las pérdidas de nitrógeno (urea), aplicada bajo riego, en los sectores agrícolas donde se cultiva el arroz, principalmente en la zona arrocería de Daule, pérdidas continuas que afectan al cultivo de la gramínea ya sea por efectos físico químico y climáticos, teniendo como resultado bajos rendimientos del producto por hectárea, y un elevado costo de producción por el exceso de dosis de fertilizantes nitrogenados en los cultivos.

En esta investigación se aplicarán dos tecnologías: “Aplicación de briquetas de urea” (**APBU**), con y sin zeolita y “Aplicación de gránulos de urea y zeolita” (Voleo), con la primera se procura, mejorar la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) en el suelo y obtener un fertilizante de lenta liberación.

El procedimiento de los tratamientos consiste en aplicar las briquetas a cierta profundidad en el fango, y estas a la vez comparadas con la técnica

tradicional de urea voleada y un testigo absoluto, actividades que se desarrollaran en piscinas de arroz trasplantado bajo riego controlado.

En el estudio del experimento se evaluarán los tratamientos en parcelas y bloques para determinar los rendimientos de producción.

El Centro de Investigaciones Rurales (CIR – ESPOL) ha realizado diferentes estudios en la provincia del Guayas y Los Ríos. Dando a conocer y demostrando a los agricultores a través de experimentos prácticos la tecnología APBU, obteniendo resultados muy favorables en la parte económica y agronómica, y que son semejantes a los que han sido estudiados durante algunos años en diferentes países asiáticos.

El CIR – ESPOL, cuenta con una máquina briqueteadora de urea, equipo que fue importado desde Bangladesh en el año 2009 para efecto de estudio, y cuenta con una capacidad de convertir un quintal de urea a briquetas en promedio de tiempo de cinco minutos, y se espera sea diseñada y construida en el Ecuador para ser distribuida a asociaciones con el objeto de mejorar sus beneficios económicos.

## **Objetivos**

### **General**

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (Oryza Sativa) variedad F-50 bajo prácticas de riego con la aplicación de las tecnologías APBU y tradicional.

### **Específicos**

- Establecer el trasplante del cultivo de arroz variedad F-50
- Evaluar los comportamientos agronómicos del cultivo de arroz variedad F-50 en respuesta a los tratamientos.
- Comparar la efectividad de las tecnologías: APBU y tradicional complementadas con zeolita natural (Clinoptilolita).
- Tabular los resultados de los tratamientos con sus repeticiones para elaborar e interpretar los análisis: económico y de producción

### **Hipótesis**

- Existe el mismo o igual efecto entre los tratamientos?
- Existe alguna diferencia entre los tratamientos?

# CAPÍTULO 1

## 1. EL ARROZ

### 1.1. Taxonomía

El arroz es una fanerógama, tipo espermatofita, subtipo angiospermo. Ver tabla 1.1.

**Tabla 1.1. TAXONOMÍA DEL ARROZ**

|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| <b>Clase:</b>                   | Liliopsida  |
| <b>Orden:</b>                   | Poales      |
| <b>Familia:</b>                 | Poaceae     |
| <b>Subfamilia:</b>              | Panicoideae |
| <b>Tribu:</b>                   | Oryzeae     |
| <b>Subtribu:</b>                | Oryzineae   |
| <b>Genero:</b>                  | Oryza       |
| <b>Fuente: INIAP – 2007 (1)</b> |             |

Existen más de veinte especies correspondientes al género Oryza, pero se cultiva la O. Sativa y la O. Glaberrima. Las más

importantes variedades se han dividido en tres grandes grupos (2).

En la especie *Oryza sativa* L. se considera tres grupos de arroz “Indica”, “Japónica” y “Javanica o Bulú”. Su origen puede ser el resultado de las selecciones hechas en los procesos de domesticación de arrozeros silvestres, bajo diferentes ambientes. Los arroces “Indica” y “Japónica” fueron considerados como subespecies de *Oryza Sativa* L, y ahora son considerados como razas ecogeográficas (1).

Las variedades tradicionales de tipo “Índica” cultivadas en los trópicos tienen como características: mayor altura, macollamiento denso, hojas largas e inclinadas de color verde pálido, y grano de tamaño medio a largo, y contenido amiloso de medio a alto lo cual le da el aspecto seco, blanco y poco desintegrado en la cocción (1).

Los trabajos de mejoramiento genético han producido variedades de arroz tipo “Índica”, de estatura corta, alto macollamiento y de buena respuesta a las aplicaciones de

fertilizantes nitrogenados, produciendo rendimientos tan altos como los de “Japónica” (1).

Las variedades de tipo “Japónica” tienen hojas erectas de color verde intenso, con menor capacidad de macollamiento que las “Índicas”, con mayor respuesta al nitrógeno en rendimiento; son insensibles al fotoperiodo y tolerantes a bajas temperaturas. Los granos son cortos y anchos con contenido de amilosa baja son pegajosos y tienden a desintegrarse en la cocción (1).

El tipo “Javánica o Bulú”, es morfológicamente similar al tipo “Japónica”, pero sus hojas son más anchas y pubescentes, su macollamiento es bajo, pero la planta es fuerte y rígida, insensible al fotoperiodo y los granos son aristados. Está adaptada a bajas latitudes y se encuentra principalmente en Indonesia (2).

Morfológicamente la planta de arroz se clasifica en dos grupos de órganos y estos se dividen en: órganos vegetativos y órganos reproductivos (1).

**Órganos Vegetativos.** Están compuestos por: raíz, tallo y hojas.

**Raíz.** Las plantas tienen dos tipos de raíces: las seminales o temporales, y las adventicias o permanentes. Las primeras sobreviven corto tiempo y son reemplazadas por las segundas que brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes, y en algunos casos también de los nudos aéreos. Las raíces adventicias son fibrosas, con raíces secundarias y pelos radicales. La punta de las raíces está protegida por una masa de células de forma semejante a la de un dedal, llamada coleorriza, la cual facilita su penetración en el suelo (1).

**Tallo.** La planta de arroz es una gramínea anual de tallos redondos y huecos, compuestos de nudos y entrenudos en un número variable. Los entrenudos de la base no se elongan, lo cual hace que la base del tallo sea sólida. Los cinco entrenudos superiores se prolongan de manera creciente a fin de llevar la inflorescencia sobre la planta. El último entrenudo (pedúnculo) termina en el nudo ciliar de donde continúa la panícula (3).



Los entrenudos son abultados y sólidos; en su interior está el septo o división que separa las cavidades huecas de dos entrenudos consecutivos. La superficie del tallo es lisa por fuera y finamente estriada por dentro (3).

Un hijo es un tallo con sus hojas. Los hijos se desarrollan en orden alterno en el tallo principal. Los hijos primarios se originan en orden ascendente en los nudos más bajos y a su vez producen hijos secundarios; éstos últimos producen hijos terciarios. El conjunto de hijos y tallos principales forman los macollos características de la especie (3).

**Hojas.** En cada nudo del tallo se desarrolla una hoja, la superior que se encuentra debajo de la panícula se la conoce como hoja bandera y es más corta y ancha que las precedentes (1).

En una hoja completa se distinguen la vaina, el cuello y la lámina. En el cuello se encuentra la lígula y las aurículas que son estructuras que fijan las hojas alrededor del tallo a manera de protección (1).

**Órganos Reproductivos.** Están compuestos por: espiguillas y semillas

**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 lemmas estériles, glumas rudimentarias y la florecilla. La florecilla consta de dos brácteas o glumas florales (lemma y pálea) con seis estambres y un pistilo (3).

**Semillas.** El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehisciente; consta de la cáscara, formada por la lemma y la pálea; el embrión, situado en el lado ventral cerca de la lemma, y el endosperma que provee alimento al embrión durante la germinación. El fruto es una cariósida (1).

## **1.2. Crecimiento y Desarrollo del Arroz**

El crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende un ciclo completo de la germinación hasta la maduración del grano. El desarrollo de la planta de arroz es un proceso de cambios fisiológicos y morfológicos que

tiene lugar en la planta y modifica su funcionamiento. El crecimiento y desarrollo de la planta de arroz se divide en tres fases principales: vegetativa, reproductiva y maduración (1).

**Fase Vegetativa.** Comprende desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panícula. En esta fase el proceso da inicio a la germinación, seguido de la formación de la plántula, macollamiento, y concluye en la elongación del tallo (1).

**Fase Reproductiva.** Comprende desde la iniciación de panícula hasta la floración. En esta fase se da el inicio del primordio floral, desarrollo de la panícula, y la floración (1).

**Fase Maduración.** Comprende desde la floración hasta la madurez total de los granos. En ambientes tropicales la fase reproductiva tiene un periodo de 30 días y la maduración entre 30 y 35 días. En esta fase se requiere alta radiación solar, ausencia de estrés, plantas en condiciones sanas para que tenga un buen periodo de llenado de granos y una maduración uniforme. Esta fase da inicio al grano lechoso, grano pastoso y finaliza con el grano maduro (1).

Estas fases se subdividen en diez etapas o periodos fisiológicos distintos pero de fácil identificación.

### **1.2.1.Etapa Vegetativa**

#### **Etapas 0**

**Germinación Emergencia.** Desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja a través del coleóptilo, demora de 5 a 10 días. La semilla absorbe agua se hincha comienza el metabolismo de sus reservas de almidón y proteínas, crece el embrión se activa la respiración. La primera hoja que carece de lámina rompe el coleóptilo y se hace visible sobre el suelo (5).

#### **Etapas 1**

**Plántula.** Desde la emergencia hasta antes de aparecer el primer hijo o macollo, tarda de 15 a 20 días (1) (5) (6).

#### **Etapas 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-14 Boliche varía entre 25 y 35 días (1) (5) (6).

### **Etapas 3**

**Elongación del Tallo.** Desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacarse por su longitud, esto es por debajo de la inflorescencia, hasta el comienzo de la siguiente etapa, varía de cinco a siete días (1).

## **1.2.2. Etapa Reproductiva**

### **Etapas 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 (1) (6).

### **Etapas 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. En el primordio se diferencia las espiguillas y forman con el raquis la inflorescencia que ofrece dentro de la vaina de la hoja de bandera (embuchamiento). Esta etapa demora entre 15 y 16 días (1) (6).

#### **Etapas 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) (6).

### **1.2.3.Etapas de Maduración**

#### **Etapas 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 (1) (6).

#### **Etapas 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 (1).

## **Etapas 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) (6).

En esta investigación se escogió la variedad Fedearroz - 50 (F - 50), por su excelente adaptación en época invernal.

Fedearroz - 50, se obtiene del cruce de Oryzica Llanos 4(P5413-8-3-511), con la línea P1274-6-8M-1-3M-1, obteniéndose una planta completa de crecimiento inicial rápido, rústica, de follaje verde intenso con hojas semierectas, alto potencial de rendimiento y excelente calidad de molinería (7) (8). Ver tabla 1.2 características agronómicas de arroz, variedad F - 50.

La variedad F - 50, presenta un comportamiento agronómico, resistente a enfermedades y plagas, generando un rendimiento productivo de 115 – 140 qq / ha (1) (20).

**Tabla 1.2.** CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL ARROZ VARIEDAD F- 50

|                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Periodo vegetativo                  | 130-135 días                          |
| Macollamiento Intermedio            | Sistema de siembra tradicional        |
| Macollamiento Alto                  | Sistema de siembra transplante        |
| Tipo de Planta                      | Semicompacta                          |
| Tallos                              | Flexibles, alta resistencia al vuelco |
| Hoja Bandera                        | Erecta, senescencia tardía,           |
| Vaneamiento                         | 12 % - 25 %                           |
| Rendimiento molinera                | Bueno                                 |
| <b>Fuente: Fedearroz- India (9)</b> |                                       |

**Resistencia a Enfermedades.** Resistente a seis linajes de *Pyricularia grisea*, (hoja y cuello); Tolerante a *Hemilnthosporium*, y complejo de manchado de grano, tolerante al virus de la hoja blanca (9).

**Resistencia a Plagas.** Muy resistente al daño de *Sogatia*; Tolerante a *Hydrelia* y Barrenadores (*Diatrea*; *Rupela*); susceptible al enrollador de la hoja (*Synqamia*) (9).

**Manejo del Riego.** La semilla de esta variedad no tolera la inundación permanente. En proceso de germinación se deben efectuar riegos ligeros o mojes, seguidos de un



buen drenaje. Posterior a la germinación, hasta finales del ciclo, La variedad F - 50, tolera láminas de agua como cualquier otra variedad. La frecuencia de riego depende de las características físicas del suelo (liviano o pesado) (9).

**Fertilización.** La variedad F - 50, responde bien a las dosis y épocas de fertilización promedio de cada zona. Un análisis de suelos y a la recomendación de su ingeniero agrónomo son factores importantes para tener resultados óptimos (9).

**Densidad de Siembra.** Deben utilizarse entre 60 - 120 kilogramos de semilla por hectárea, según el tipo de siembra, suelo y zona de producción. En la medida en que se incrementa la densidad de siembra, disminuye el macollamiento, y la variedad F - 50, se hace más propensa a la **Rhizoctonia** (9).

**Cosecha.** La variedad F - 50, presenta un desgrane intermedio, lo que permite que se deba cosechar con una humedad del 24 %. Por las características de desgrane

intermedio, las combinadas y operarios deben regirse por los siguientes aspectos técnicos, que deben ser aplicados específicamente para obtener resultados favorables en el cosechado mecánico. Ver parámetros técnicos en la tabla 1.3 (9).

**Tabla 1.3. ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA COSECHA DE ARROZ VARIEDAD F- 50**

|                               |                                                                                                                |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Velocidad de corte            | Máximo 3 kilómetros por hora                                                                                   |
| Velocidad de molinete         | Cerca de 20 revoluciones por minuto                                                                            |
| Velocidad del cilindro        | De 600 a 700 revoluciones por minutos                                                                          |
| Calibración de las combinadas | Muchos agricultores pierden hasta el 15 % de sus cosechas por no tener en cuenta este factor en la recolección |
| <b>Fuente: FEDEARROZ (9)</b>  |                                                                                                                |

### 1.3. Producción de Arroz en Piscinas

En el Ecuador el cultivo del arroz se realiza tanto en el invierno o período lluvioso denominado de secano, como en el verano o período seco, dependiendo exclusivamente de fuentes de aguadulce proveniente de ríos o de pozos profundo, considerando

este recurso muy importante para producir el cultivo de la gramínea.

Para la producción de arroz en piscinas, se debe adecuar las parcelas que consiste en una nivelación del terreno al hacer cortes y rellenos para formar piscinas con formas regulares o bien siguiendo las curvas de nivel. La superficie adecuada de las piscinas debe ser de 1 a 5 hectáreas, donde la maquinaria será más eficiente. Para evitar grandes movimientos de tierra, es recomendable la adecuación por curvas de nivel. Es importante considerar la altura de los muros, se recomienda muros bajos de 45 centímetros para que la maquinaria pase sin problemas (1).

Las ventajas de construir piscinas para la producción de arroz, permiten retener el agua en las parcelas con una mejor distribución, pudiéndose crear algunos métodos de regadíos como: inundación continua, inundación intermitente, así como también buen aprovechamiento de los fertilizantes que se aplican en el arroz, no obstante estos deben ser aplicados en las piscinas con niveles mínimos de agua (condiciones de lodo) para su mejor aprovechamiento (1).

### 1.3.1. Labores Culturales

Las labores que se efectúan en el cultivo de arroz se detallan a continuación:

**Preparación de Suelos.** Su importancia es optimizar las condiciones para el buen manejo, crecimiento y desarrollo del cultivo el mismo que se realiza bajo condiciones de terreno seco o inundado. Para la primera se utiliza implementos como arados, romplow y rastra, mientras que para la segunda a más de las mencionadas se realiza el fangueo que consiste en batir el suelo (dos pases), en el segundo pase de fangueo se acopla un madero al tractor para nivelar el suelo (1) (10).

**Elaboración de Parrillas.** Esta labor consiste en elaborar los caballones o diques para contención del agua, cuando el cultivo está en condiciones de riego. Para su construcción se tiene en cuenta las curvas de nivel del terreno para lograr una inundación homogénea y continua. Los caballones o diques (parrillas), pueden ser permanentes o temporales dependiendo las cosechas, esto es para una o varias (2).

**Sistema de Riego y Drenaje.** Las necesidades del cultivo de arroz se estiman entre 800mm y 1,240mm aproximadamente.

Los períodos de mayor demanda de humedad son el establecimiento de las plantas, el macollamiento y desde la floración hasta el llenado del grano. Deficiencias en el riego durante las etapas de establecimiento y macollamiento pueden incidir sobre el número de hijos por planta (12) (13) (11).

Los métodos de riegos en el cultivo de arroz varían por causas de clima, suelo, topografía y suplemento de agua. En el país el método mas utilizado es el de sumersión continua, en el área de siembra de secano el agua proviene de las precipitaciones ocurridas en los meses de lluvias (diciembre - abril) y en los sistemas de “poza veranera” el agua se acumula por efecto de la inundación provocada por lluvias y desbordamientos de ríos, donde los agricultores cultivan en forma secuencial en la época seca a medida que baja la lámina de agua. Otro sistema de riego es la inundación intermitente, practicada especialmente en áreas

con suministro limitado de agua. En el Ecuador, este método se lo está estudiando con el Sistema intensivo del Cultivo de Arroz (System Rice Intensification, SRI), para su adopción (1).

**Preparación de Semilleros.** Los semilleros que deben establecerse para el caso del método de transplante, primero se realiza en suelos fangueados y bien nivelados, levantando camas o bancos entre 0.05 y 0.10 m de altura del nivel del suelo, el ancho varia de 1 a 2 m y el largo entre 20 a 30 m. La semilla pregerminada se siembra al voleo con una densidad de 250 g / m<sup>2</sup>. El semillero de cama se utiliza sobre los muros o en partes altas del terreno, la siembra es a espeque, con semilla seca, la cantidad de semilla para una hectárea es similar al de las camas húmedas (1).

**Siembra.** Las técnicas de siembra utilizadas en el Ecuador son: siembra directa y transplante. La siembra directa se la realiza a máquina, con sembradora y al voleo en dos formas: mecánica (voleadora), y manual con semilla seca y tapada con pase de rastra superficial. La cantidad de semilla utilizada es de 100 kg / ha. Cuando se usa la técnica

de transplante se requiere de 45 kg de semilla para establecer el semillero necesario para una hectárea. Las distancias de siembras en transplante y espeque con semilla seca y pregerminada son: 0,30 m x 0,20 m; 0,25 m x 0,30 m; 0,25 m x 0,25 m; 0,30 m x 0,30 m (1).

**Control de Malezas.** Las malezas se encuentran entre los principales daños que interfieren con el cultivo de arroz y para su manejo el productor realiza una inversión aproximado del 28 % del costo total de producción. El cultivo de arroz tiene un periodo crítico de interferencia comprendido entre los 0 - 40 días de edad en el cual no deben presentarse malezas, ya que pueden provocar pérdidas del 45 % - 75 %, del rendimiento tanto en condiciones de siembra bajo riego como en secano (14).

**Fertilización mediante Urea, Zeolita granulada y Briqueta.** El cultivo de arroz como todas las especies vegetales cultivables para su crecimiento y nutrición, necesita disponer de una cantidad adecuada y sobre todo oportuna de nutrientes. El nitrógeno (N), es un componente de las proteínas, las que a su vez son constituyentes del

protoplasma, cloroplastos y enzimas. Participa activamente en la fotosíntesis y promueve la expansión de la lámina foliar. Las plantas con deficiencias de nitrógenos son raquíticas, y con pocos macollos, esta falta de nitrógeno se presenta a menudo en etapas críticas de la planta como el macollamiento y el inicio de la panícula. En el Ecuador, los suelos donde se cultiva arroz son deficientes en nitrógeno (1) (15).

**La Urea.** Es un fertilizante químico de origen orgánico, y 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 (16) (11).

**La Zeolita.** Es un mineral utilizado para mejorar la calidad de los fertilizantes químicos y orgánicos, aumenta la productividad de los cultivos, optimiza la eficiencia de los suelos, ahorra riego y drenaje del agua, mejora la sanidad vegetal, elimina los malos olores.



Otros beneficios que ofrece la zeolita (clinoptilolita), es de aumentar la retención de nutrientes lo que permite reducir hasta un 25 % la aplicación de los fertilizantes que se utilizan tradicionalmente, aumenta la retención de humedad permitiendo reducir la dosis de riego, mejora las propiedades físicas y químicas del suelo; pH, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), y micronutrientes, aumentando el intercambio catiónico; aumenta el aprovechamiento de los fertilizantes químicos, aplicados al suelo, pues los incorpora a su masa porosa y los va liberando poco a poco; mejora la nitrificación en el suelo, al suministrar una superficie ideal para la adherencia de las bacterias nitrificantes. La estructura porosa de las zeolitas ayuda a mantener el suelo oxigenado, aumenta la calidad agrícola, acelera el proceso de descomposición de los residuos orgánicos y su pronta conversión en abonos. A continuación. (Ver, tabla 1.4) composición química de la Zeolita.

**Tabla 1.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ZEOLITA**

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| SiO <sub>2</sub>                 | 71,31% |
| Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>   | 9,59%  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 1,85%  |
| CaO                              | 3,07%  |
| K <sub>2</sub> O                 | 0,45%  |
| TiO <sub>2</sub>                 | 0,31%  |
| MgO                              | 5,32%  |
| Na <sub>2</sub> O                | 1,96%  |
| F <sub>2</sub> O                 | 0,26%  |
| Ppl                              | 6,38%  |
| <b>Fuente: Zeoprima S.A (17)</b> |        |

Las zeolitas (clinoptilolita) por sus excelentes características físicas producen un efecto ambiental al ser mezcladas con los fertilizantes y aplicadas en los suelos agrícolas, generando retención del nitrógeno en su estructura ya que su alta capacidad de retención capilar permite a la planta a través de sus raíces entregar lentamente los nutrientes que se encuentran adheridos en sus partículas granulométricas. (Ver tabla 1. 5) composición física de la Zeolita.

**Tabla 1.5. COMPOSICIÓN FÍSICA DE LA ZEOLITA**

|                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Granulometría                    | De 0,3 a 3,35mm<br>De 0,0 a 1,60mm |
| Porosidad                        | >20%                               |
| Tonos de color                   | Verde Amarillento<br>Crema Verdoso |
| Humedad                          | 10 -12%                            |
| Retención de agua                | 40%                                |
| Peso volumétrico                 | 1 Tn/m <sup>3</sup>                |
| <b>Fuente: Zeoprima S.A (17)</b> |                                    |

### **Fertilización Convencional**

El método convencional de aplicación de la urea es conocido como método “Al Voleo” (18), en el cual la persona entra al cultivo cargado de la urea en su estado comercial y la esparce por todo el cultivo. El método al voleo ha sido implementado durante muchos años, lo que ha permitido el desarrollo del mismo por parte de los agricultores con lo cual se han implementado sacos amarrados a la espalda que les permite cargar más urea

para ser voleada (11). (Ver figura 1.1) Método de fertilización al voleo (W. Bowen IFAS).



**FIGURA 1.1. MÉTODO DE FERTILIZACIÓN AL VOLEO (W. BOWEN IFAS).**

### **Desventajas del Método al Voleo**

La desventaja más importante del método al voleo en la fertilización de cultivos de arroz con urea es la gran pérdida de Nitrógeno hacia la atmosfera por evaporación.

**Briquetas de Urea.** Las briquetas son fertilizantes de urea-polímero que contiene 46 % de nitrógeno comprimido, del cual el 94 % es gradualmente disponible para la planta. Las moléculas de urea están interconectadas y luego son

lentamente descompuestas por los microbios del suelo. De acuerdo a Wargo, otra ventaja de este procedimiento es que al calentarse el suelo, la actividad microbiana se incrementa, al igual que el nitrógeno disponible. Esto trabaja en armonía con el cultivo, porque al incrementar las temperaturas del suelo, se incrementan también las necesidades nutricionales de su cultivo (11) (9). Ver, figura 1.2.



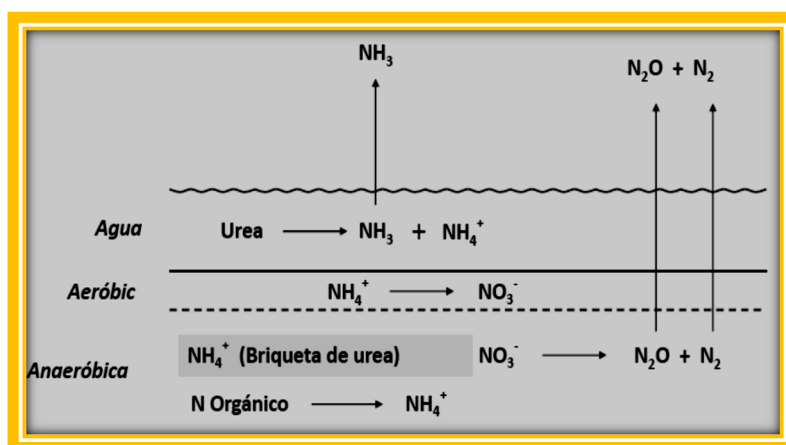
**FIGURA 1.2. BRIQUETAS DE UREA**

### **Comparación de los Sistemas de Fertilización Convencional (vs) Tecnología APBU**

Cuando se volea la urea esta queda en la capa superficial y en contacto con el agua, lo que produce una oxidación que da como resultado amoníaco y radicales amonio que se

pierden a la atmósfera y contamina el ambiente, después en la capa aeróbica del suelo, la cual es un medio fangoso de 1 cm que está en la capa superficial del suelo, el amonio se nitrifica y se convierte en nitratos.

En la aplicación de briquetas ocurre algo diferente, estas al colocarse directamente en la capa anaeróbica del suelo donde no hay oxígeno, se efectúa una reducción de los nitratos formando Óxido nitroso mas Nitrógeno elemental los cuales se pierden a la atmósfera en mínimas cantidades ya que el nitrógeno al pasar en forma de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) es potencialmente asimilable para las plantas por lo que se aprovecha y no se pierde. Ver figura 1. 3, (9) (11).



**FIGURA 1.3.** ESQUEMA DE LA APLICACIÓN DE UREA AL VOLEO VS APLICACIÓN DE BRIQUETAS (W. BOWEN, 2008)

En la tabla 1.6 se presentan, resultados de experimentos con zeolitas naturales sobre la eficiencia de la urea en el cultivo de arroz en los sistemas: transplante y voleo, en la zona arrocería de los cantones; Daule, Yaguachi, Pimocha y Montalvo; efectuados por un equipo de profesionales e investigadores de organismos nacionales e internacionales. El tema de investigación se describe a continuación.

“Análisis de dos tecnologías para el aumento de la eficiencia de asimilación de nitrógeno (urea) en el cultivo de arroz”.

Tecnología 1: Análisis del efecto de las zeolitas naturales sobre la eficiencia de la urea en el cultivo de arroz, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP; Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – INIAP; Banco Nacional de Fomento – BNF, Empresas Privadas, Zeomagic Cia. Ltda. - Zeolitas S.A. - Zeonat S. A. - Zeoexport S.A.

Tecnología 2: Aplicación profunda de briquetas de urea (APBU) en el cultivo de arroz, Escuela Superior Politécnica

del Litoral – ESPOL, Centro de Investigaciones Rurales – CIR – ESPOL, Universidad de Florida – UF - USA, Fundación para el Desarrollo Agrícola Rural - FUNDAR; Programa de Apoyo Alimentaria PL 480 - USDA

**Tabla 1.6.** Resultado de los Mejores Tratamientos del Estudio del Efecto de las Zeolitas Naturales sobre la Eficiencia de la Urea en el Cultivo de Arroz de Cosecha.

| RESULTADOS DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DEL "ESTUDIO DEL EFECTO DE LAS ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA EFICIENCIA DE LA UREA EN EL CULTIVO DEL ARROZ" |          |            |                                                 |                 |                    |                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-------------------------------------------------|-----------------|--------------------|------------------------|
| Tipo de Producción                                                                                                                               | Zona     | Empresa    | Mejor Tratamiento<br>Análisis Económico<br>(BN) | Urea<br>(Kg/ha) | Zeolita<br>(kg/ha) | Rendimiento<br>(Kg/ha) |
| ARROZ POR<br>SIEMBRA AL<br>TRASPLANTE                                                                                                            | DAULE    | ZEOMAGIC   | 30 % Sustitución                                | 245             | 105                | 8028                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEOLITAS   | 30 % S                                          | 245             | 105                | 7974                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEONAT     | 30 % S                                          | 245             | 105                | 8000                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEOLEXPORT | 15 % S                                          | 297,4           | 52,5               | 8499                   |
|                                                                                                                                                  | YAGUACHI | ZEOMAGIC   | 30 % S                                          | 245             | 105                | 8092                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEOLITAS   | 20 % S                                          | 280             | 70                 | 8572                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEONAT     | 20 % S                                          | 280             | 70                 | 8430                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEOLEXPORT | 20 % S                                          | 280             | 70                 | 8174                   |
|                                                                                                                                                  | PIMOCHA  | ZEOMAGIC   | 20 % S                                          | 280             | 70                 | 8306                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEOLITAS   | 15 % S                                          | 297,4           | 52,5               | 8651                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEONAT     | 20 % S                                          | 280             | 70                 | 8467                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEOLEXPORT | 15 % S                                          | 297,4           | 52,5               | 8308                   |
| ARROZ POR<br>SIEMBRA AL<br>VOLEO                                                                                                                 | MONTALVO | ZEOMAGIC   | 20 % S                                          | 280             | 70                 | 7336                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEOLITAS   | 20 % S                                          | 280             | 70                 | 7966                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEONAT     | 25 % Adición                                    | 350             | 87,5               | 8202                   |
|                                                                                                                                                  |          | ZEOLEXPORT | 15 % S                                          | 297,4           | 52,5               | 7804                   |

**Cosecha.** La cosecha es una de las etapas más importantes del proceso de producción, se debe cosechar cuando el 95 % de los granos en las espigas tengan color “pajizo”, y el resto esté amarillento lo cual coincide con un



20 % a 25 % en el grano, si se cosecha con un porcentaje de humedad mayor al 27 %, se obtiene menor rendimiento y granos yesosos y si se lo hace menor al 18 % habrá pérdida de granos. La cosecha se puede hacer en forma mecánica mediante el empleo de la cosechadora, o en forma manual cortando las plantas con hoces para proceder la trilla mediante el empleo de trilladoras estacionarias o realizando la labor del “chicoteo”, que consiste en golpear manojos de plantas contra un madero sobre una lona (1) (22).

#### **1.4. Importancia Económica del Arroz.**

En el Ecuador existen 75,814 UPA (Unidades Productivas Agropecuarias) sembradas con arroz, de las cuales el 65 % son menores de 10 ha. Se estima que el 11 % de la población económicamente activa del sector agrícola trabaja en este rubro. El rendimiento promedio del cultivo de arroz requiere elevarse para lograr reducir los costos unitarios de producción, mejorar la economía campesina y mantener y/o fortalecer su competitividad. En los estratos de ingresos altos como bajos es el segundo producto alimenticio de mayor consumo a nivel nacional urbano, lo que representa el 6,6 % de importancia relativa en relación al gasto total de alimento. Las provincias del Guayas con un 54.00 %

y los Ríos con un 39.47 % de producción arroceras según datos de MAG en el 2004 y que aportan con el 94 % de la producción total nacional. El área de producción está localizada en los cantones Nobol, Daule, Sta. Lucía, Palestina, Yaguachi, Samborondón y Naranjal en la provincia del Guayas y Babahoyo y en la provincia de Los Ríos. En el año 2005 la superficie sembrada fue de 324,875 ha de arroz, con una producción promedio de 3.40 Tn/ha, y con tendencia al crecimiento de superficie sembrada.

#### **1.5.Importancia de la Fertilización en el Cultivo de Arroz**

La fertilización en el cultivo de arroz es de gran importancia, para su normal crecimiento y desarrollo, requiriendo nutrientes en cada etapa fisiológica. Los principales nutrimentos son: nitrógeno (N), fósforo (F), potasio (K) y magnesio (Mg), calcio (Ca), que si el suelo no lo suministra en forma natural, deben ser agregados al cultivo en la medida que sea necesario. Las cantidades por aplicar dependen básicamente del análisis de suelo. A continuación. Ver la tabla 1.7, (2) (1).

**Tabla1. 7. RECOMENDACIONES DE N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O CON BASE AL ANÁLISIS DE SUELO**

| Interpretación del análisis de Suelo | Kg/ ha |                               |                  |
|--------------------------------------|--------|-------------------------------|------------------|
|                                      | N      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Bajo                                 | 120    | 60                            | 60               |
| Medio                                | 100    | 30                            | 30               |
| Alto                                 | 80     | 0                             | 0                |
| <b>Fuente: INIAP- 2007</b>           |        |                               |                  |

### 1.6. Aplicación de Briquetas en el Cultivo Arroz

- **Base de la Tecnología APBU**

La Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) es una tecnología bastante simple, pero muy innovadora, desarrollada para incrementar la eficiencia y efectividad de la urea en la producción de arroz. APBU está ya ampliamente diseminada y ha sido probada exitosamente en varias partes de Asia (Bangladesh, Cambodia y Vietnam) como un insumo crítico para la producción de arroz en pequeña escala (Savant 1990). La APBU consiste en la inserción profunda (a 7 o 10 cm) a mano de briquetas (o supergranulos) de urea pocos días después del trasplante en arroz inundado. 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 maquinas 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. 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 (Mohanty *et al*, 1999; Savant y Stangel, 1990) (21)

En el presente ensayo también se aplicara briquetas de urea con zeolita en el cultivo de arroz. Ver figura 1.4.



**FIGURA 1.4. BRIQUETAS DE UREA CON ZEOLITA**

### **1.7. Integración de Urea, Zeolita y Briquetas para ser Usadas en el Cultivo de Arroz**

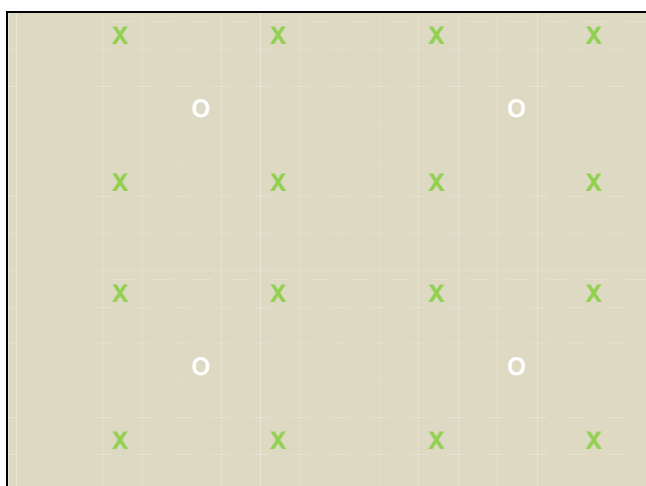
Los productores, típicamente mezclan nitrógeno de liberación rápida con 20 a 30 % de fertilizante de liberación lenta (zeolitas), para integrarlo en los cultivos arrozales (23) (19).

Los cultivos de campos experimentales, han respondido favorablemente a este nuevo sistema de nutrición, en tubérculos, solanáceas, cucurbitáceas y hortalizas en general, donde los productores están obteniendo mayores rendimientos de sus cultivos. Además, están mejorando la calidad de frutos de medianos a más grandes. “Estamos viendo un incremento en rendimiento del 5 al 15 %,” reitera Wargo (23) (19).

Por lo ante expuesto es necesario aplicar una tecnología innovadora como integración de fertilización en el suelo por los siguientes beneficios.

- Incrementa la eficiencia y efectividad de uso de la urea.
- Reduce las pérdidas de N y el impacto en el medio ambiente.
- Está siendo diseminada en Asia, por 550,000 agricultores usándola en Bangladesh

- La briqueta debe ser Integrada en el suelo dentro de los 10 días después de transplante
- Se debe enterrarla en el suelo de 7 a 10 cm de profundidad
- Se recomienda aplicar una briqueta por cada 4 plantas y 4 briquetas por  $m^2$  con distancia de siembra de 25 cm x 25 cm (19). Ver, figura 1.5 y figura 1.6.



**FIGURA 1.5.** DENSIDAD DE (APBU) POR  $m^2$



**FIGURA 1.6.** (APBU) EN EL CULTIVO DE ARROZ

# **CAPÍTULO 2**

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Ubicación de los Ensayos**

El presente proyecto de investigación, se lo efectuó en la Provincia del Guayas, Cantón Daule, Recinto Las Animas, Predio Independencia perteneciente al Colegio Fiscal Técnico Agropecuario Galo Plaza Lasso, ubicado en el km. 49 de la vía Daule - Sta. Lucía.

El cantón Daule se identifica por tener las características de suelos adecuados para desarrollar actividades agrícolas y esenciales para el cultivo de arroz, estos suelos son propios de las arcillas negras plásticas retenedoras de agua, exclusivas para el sostén, desarrollo y crecimiento del sistema radicular de la planta lo que beneficia al agricultor que genere con toda certeza la explotación de la gramínea en piscinas.

### Condiciones Meteorológicas

Las condiciones climáticas que posee la zona del campo agrícola del Cantón Daule, son muy aptas para desarrollar las actividades agronómicas y efectuar con mucha seguridad la explotación del cultivo de arroz. En la (tabla 2.1), se observa las condiciones meteorológicas que se encuentran bajo estudio en el Cantón Daule.

**Tabla 2.1.** CONDICIONES METEOROLÓGICAS BAJO ESTUDIO EN LA ZONA DAULE

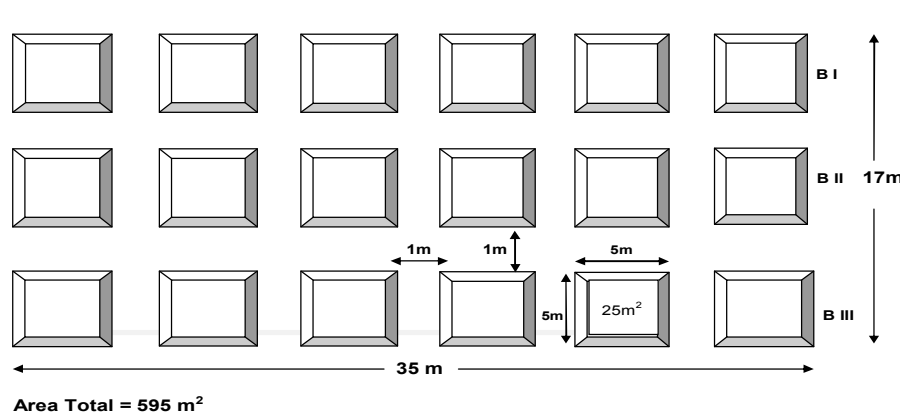
| <b>Parámetros</b>                                | <b>Promedio</b> |
|--------------------------------------------------|-----------------|
| Temperatura                                      | 25.4            |
| Humedad relativa %                               | 75.0            |
| Heliofanía horas luz año                         | 997.5           |
| Precipitación mm/año                             | 1,587.5         |
| Evaporación promedio anual mm./años              | 3.0             |
| Altitud msnm                                     | 3.0             |
| <b>Fuente.</b> Municipio del Cantón Daule (2010) |                 |

### 2.2. Diseño Experimental

El diseño que se escogió para esta investigación, fue el de Bloques Completamente al Azar, se realizó una visita al lote, el cual tuvo las características topográficas uniforme para establecer el diseño y también porque las unidades experimentales que intervienen en el experimento son homogéneas.



El diseño esta conformado por 6 tratamientos y 3 repeticiones, que establece un total de 18 unidades experimentales, compartidas en tres bloques, con una área de 150 m<sup>2</sup> por bloque, completando una área de 450 m<sup>2</sup> en los 3 bloques, y en su Cada bloque está compuesto por 6 unidades experimentales, cada unidad experimental tiene dimensiones de 5m x 5m, conformando una área de 25 m<sup>2</sup> en cuadro por cada unidad, y entre unidades experimentales hay una separación de 1.00 m entre ellas, protegidas en sus perímetros por parrillas con altura y ancho de (0.40m x 0.40m), y entre bloques también hay una separación de 1.00 m, con el fin de proteger cada unidad al momento de recibir el tratamiento aleatorio. En conclusión el experimento cuenta con una superficie total de 595 m<sup>2</sup>. (Ver gráfico2.1) Distribución del Diseño de Bloques Completamente al Azar.



**GRÁFICO 2.1.** Distribución del Diseño de Bloques Completamente al Azar.

## **2.3. Materiales y Herramientas**

### **Insumos**

- Briquetas de Urea N-46%
- Semilla de arroz variedad F-50
- Urea granular
- Zeolita (clinoptilolita)
- Balanza electrónica
- Cenizas de arroz
- Herbicidas
- Insecticidas

### **Materiales**

- Marcadores, cartulina
- Letreros
- Libreta de campo, bolígrafos
- Calculadora
- Cinta de embalaje, tijeras
- Cinta métrica
- Cámara fotográfica
- Fundas de papel y plástico
- Saquillos, piola de nylon
- Baldes, palas, machete, cinta métrica

- Cañas guadua, serrucho, sierra, pintura esmalte

### **Herramientas**

- Motocultor con gavias
- bomba CP3
- Boquillas de abanico (color roja)
- Bomba de riego de 12" (110HP)
- Romana (kilógramo - libras)
- Hoz
- Machete

### **2.4. Trabajo de Campo**

El trabajo de campo se efectuó con las actividades que se detallan a continuación.

- **Recolección de Muestras para Análisis de Suelo**

Esta labor se la realizó con una pala y un rabón, se retiró una capa de suelo en los primeros 5 cm, y se recogieron submuestras entre los 20 cm de profundidad, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Pichilingue de la ciudad de Quevedo

perteneciente al Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario.  
(Ver ANEXO 1) Resultado del Análisis de Suelo.

- **Preparación de Suelo**

En esta labor se realizó el picado de malezas, luego se lleno de agua el lote para efectuar dos pases de fanguero y finalmente se niveló el área del terreno, incorporando un tablón en la parte posterior del equipo, estas labores fueron desarrolladas con el motocultor. No se efectuó tarea de arado ni de rastra por cuanto el ensayo se lo realizó en la estación invernal. (Ver figura 2.1) Actividades de Preparación de Suelo.



**FIGURA 2.1.** Actividades de Preparación de Suelo (Autor).

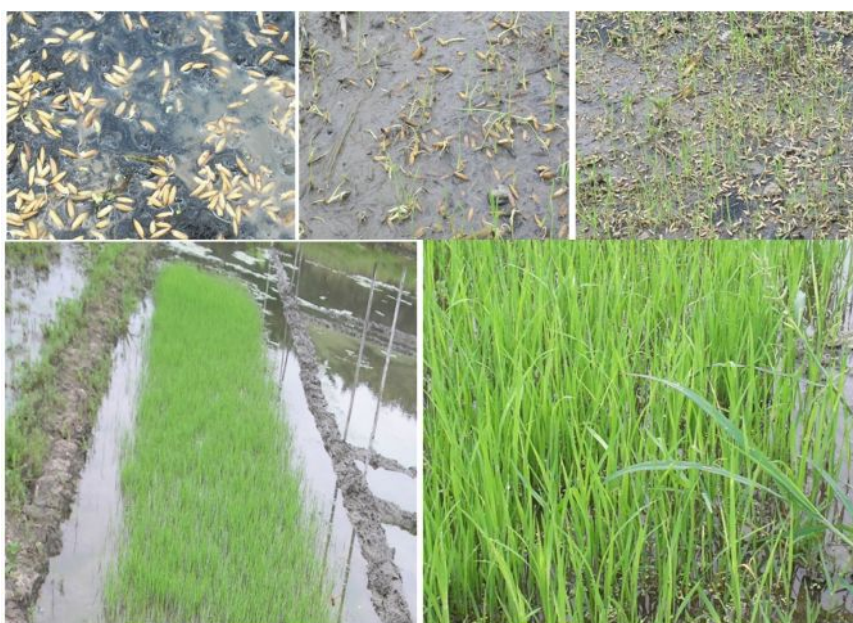
- **Aplicación de Herbicidas Pre emergente**

Esta Labor se la ejecutó a los tres días después de la preparación de suelo, cuando la lámina de agua sobre el fango tenía 5 cm aproximadamente. Se efectuó la aplicación del herbicida sistémico pre emergente, combinando butaclor y (Butarroz), 2 litros y Prowl (Pendimetalina) 2 litros, se utilizó un volumen de 200 litros de agua, estas recomendaciones de dosis fueron otorgadas, por el jefe del área técnica de campo de la institución donde se ejecutó el ensayo, recomendando el coctel de herbicidas, por cuanto en los suelos del sector existe una agresividad poblacional de malezas de hojas anchas y angosta, corrigiendo este perjuicio con los herbicidas pre emergente.

- **Elaboración de Cama para el Semillero**

Se cumplió esta labor a 5.00 m de distancia del ensayo, las dimensiones fueron de 6.00 m x 1.00 m, lo que determinó una área total para el semillero de 6.00 m<sup>2</sup>. Se seleccionó un sustrato de ceniza de tamo de arroz en cantidad de 2 tarros (medidas de 5 galones), que fue esparcido sobre la cama con la intención de mantener la humedad sobre el lecho y obtener un crecimiento uniforme de las plántulas. Se utilizaron 10 libras de semillas de arroz variedad F -50, sometiéndola a remojo

durante 24 horas, posteriormente retirándola del remojo y luego reposando bajo sombra 24 horas mas, al tercer día las semillas fueron súper puesta sobre la cama de germinación. (Ver figura 2.2) Etapas de Crecimiento y Desarrollo del Semillero de Arroz Variedad F-50.



**FIGURA 2.2.** Etapas de Crecimiento y Desarrollo del Semillero de Arroz Variedad F-50 (Autor)

- **Construcción de Parcelas para el Establecimiento del Ensayo**

Para la construcción del establecimiento se eligió el método topográfico, 3- 4 -5, que consiste en un triángulo rectángulo para el trazado de perpendiculares y el cuadrado de las

parcelas. Se establecieron 3 bloques rectangulares y paralelos entre ellos, distanciados a una longitud de 1.00 m, cada bloque con una área de 150 m<sup>2</sup>, constituido con 6 parcelas (unidades experimentales), con dimensiones de 5 m x 5 m, separadas entre ellas 1,00 m. El establecimiento para el ensayo conformado en parcela tuvo una área total de 450 m<sup>2</sup>. Se utilizaron tiras de caña guadúa en las cuatro esquinas para identificar y diferenciar bloques y parcelas. (Ver figura 2.3) Construcción de Bloques y Parcelas para Establecimiento de Ensayo.



**FIGURA 2.3.** Construcción de Bloques y Parcelas para Establecimiento de Ensayo (Autor)

- **Transplante de Plántulas**

El transplante de las plántulas de arroz se efectuó a los 11 días después de la germinación en los semilleros, las distancias de siembra y calle se estableció de 25 cm x 25 cm colocando 16 plántulas por metro cuadrado y 400 plántulas para cada unidad experimental (U.E) con altura promedio de 21 cm. Al momento del transplante las parcelas estaban drenadas, ambas labores se las efectuó en horas de la mañana precautelando a la planta de todo efecto negativo. (Verfigura 2.4) Procedimientos de Transplante de Arroz variedad F-50.



**FIGURA 2.4.** Procedimientos de Transplante de Arroz Variedad F – 50 (Autor)



- **Control de Malezas**

Se realizaron tres controles de malezas de forma manual, el primero a los 19 ddt, un día antes de la aplicación de los tratamientos, y el segundo a los 35 ddt, y el tercero a los 50 ddt. Este último fue de forma ligera.

- **Control de Insectos Plagas**

Se efectuó una sola aplicación de insecticida acaricida, a los 75 ddt, el cultivo se encontraba en estado de grano lechoso, el insecto plaga que se presentó fue el chinche de la espiga (**Oebalus ornatus**), y por prevención a los ácaros se utilizó el insecticida de doble acción (Endosulfan), fue otra de las recomendaciones del jefe técnico del sector, porque en la zona se presentan problemas de ácaros en el estado vegetativo y preñez del cultivo. La dosis recomendada fue de 750 cm<sup>2</sup> en 200 lt de agua (proyección por ha). Para las parcelas se midió en una bomba CP3 (manivela), 20 lt agua, con una dosis de insecticida acaricida de 75 cm<sup>3</sup>. Cada parcela recibió un volumen aproximado de 1litro de diluido.

- **Riego**

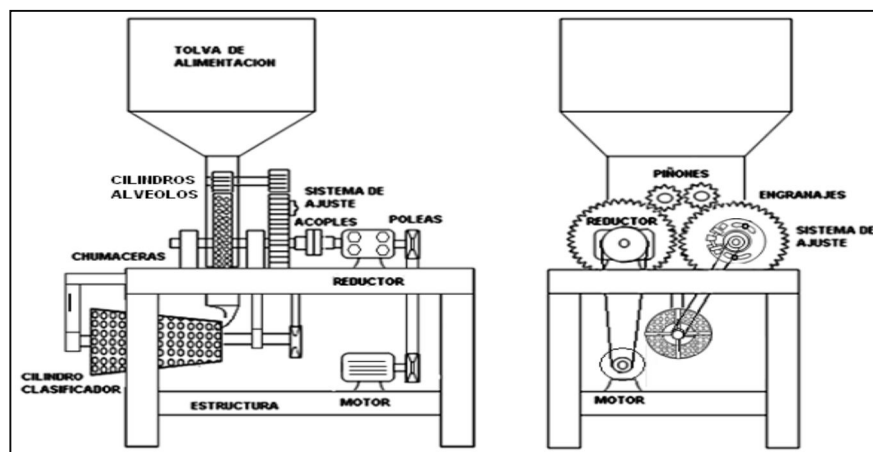
En esta actividad se realizaron dos riegos a los 50 ddt y a los 75 ddt. El agua para el riego de las parcelas, se la extrajo del rio Daule con una bomba de 12" de marca Deutz, de combustión a diesel, que se mantiene en estación fija a 150 m de distancia a las parcelas del ensayo. El riego llegaba por medio de canales sobre nivel. Estos riegos fueron necesarios efectuarlos por ausencia de lluvias, por lo que se explica que para el experimento se aprovechaba el agua de lluvia. (Ver figura 2.5) Canal de Riego.



**FIGURA 2.5.** Canal de Riego (AUTOR)

- **Elaboración de briquetas**

Para la elaboración de las briquetas se utilizó una máquina importada desde Bangladesh, la que puede generar una fuerza mínima de compresión de 500 kgf para compactar los pellets de Urea y producir las briquetas; La máquina tiene la capacidad de transformar 50 Kg de urea (un saco) en 5 minutos y convertirlo en briquetas con una pérdida de 13 libras (5,9 kg) por saco. Dando en total un saco de 44 kg que contienen en promedio 16.296 briquetas por saco. El peso promedio por briqueta es de 2.7g. A continuación se presenta dos perfiles de la máquina para elaboración de las briquetas (24). Ver figura 2.6.



**FIGURA 2.6. MÁQUINA DE FABRICACIÓN DE BRIQUETAS.**

Las briquetas fueron elaboradas en el laboratorio del (CIR – ESPOL); para los tratamientos T1, T2 y T3 ( Tecnología APBU),

se inició con una dosis estándar de 178.26 kg de urea al 46% (3.56 sacos de 50 kg) lo que representa 82 kg de nitrógeno puro, Dosis muy diferente a la que usualmente el agricultor utiliza en sus cultivos, ya que comúnmente la cantidad de urea que aplica por hectárea oscila entre 6 a 8 sacos de 50 kg, lo que representa un promedio aproximado de 350.51 kg de urea con un contenido de 161.24 kg de nitrógeno puro aplicado por ciclo al voleo y en tres fracciones. Con la dosis de laboratorio para las briquetas arriba mencionada se obtienen 66,023 unidades de briquetas de Urea / ha, correspondiendo esta cantidad para T1. De igual forma en la elaboración de las briquetas de urea con zeolita (Clinoptilolita) para T2 (178.26 kg de Urea + 17.83 kg de Zeolita al 10%) y T3 (178.26 kg de Urea +35.65kg de Zeolita al 20 %) respectivamente, se consideró la dosis estándar de urea. Se calcularon 72,625 unidades de briquetas (Urea+10%Z) / ha para T2 y 79,227 unidades de briquetas (Urea+20% Z) / ha para T3. Los valores del 10 % y 20 % de zeolita, también fueron iguales para los tratamientos T4 y T5 (Tecnología tradicional) los que solamente partieron de una mezcla común de gránulos para ser voleado. Finalmente las briquetas fueron pesadas y alcanzaron los siguientes pesos en gramos por unidad (T1=2.70, T2=3.02, T3=3.10). Las briquetas

fueron fabricadas dos días antes de la aplicación al cultivo para evitar que pierdan forma y peso ya que al exponerse al ambiente entran en un proceso rápido de higroscopia. (Ver ANEXO 2), Tabla de los Tratamientos Proyectados a Hectárea. (Ver figura 2.7) Elaboración y Muestras de Briquetas.



**FIGURA 2.7.** Elaboración y Muestras de Briquetas  
(Autor)

- **Aplicación de los Tratamientos en las Parcelas Utilizando Tecnologías APBU y Tradicional**

Esta labor se la desarrolló a los 20 ddt. Para aplicar las tecnologías APBU y tradicional, se procedió a drenar las parcelas, con la finalidad de facilitar el proceso de aplicación de los tratamientos y se la realizó en horas de crepúsculo, se escogió este horario, para evitar la rápida gasificación de los tratamientos con denominaciones al voleo. Ver (ANEXO 3)

Designación de los Tratamientos por Unidad Experimental. Ver (figura 2.8) Aplicación de Tecnologías APBU y Tradicional.



**FIGURA 2.8.** Aplicación de Tecnologías: APBU y Tradicional (Autor)

- **Cosecha**

La cosecha se la realizó a los 120 ddt, cuando el grano tenía un 20% de humedad, se empleó la recolección tradicional, con hoz y chicote. Esta técnica fue aplicada a todos los tratamientos. Posteriormente se guardó el producto en sacos y costalillos, y se le realizó el peso correspondiente, luego fueron identificados con los nombres de lo tratamientos respectivos. Ver (figura 2.9) Actividades de Cosecha Arroz Variedad F – 50.



**FIGURA 2.9.** Actividades de Cosecha de Arroz (Autor)

## 2.5. Metodología

La metodología que se aplicó para la ubicación de los tratamientos con las respectivas repeticiones se la efectuó mediante un sorteo aleatorio. Ver (tabla 2.2).

|      |                |                |                |                |                |                |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| B I  | T <sub>3</sub> | T <sub>5</sub> | T <sub>6</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>1</sub> |
| BII  | T <sub>6</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>5</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>3</sub> |
| BIII | T <sub>5</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>6</sub> | T <sub>2</sub> |

**Tabla 2.2.** UBICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS CON SUS REPETICIONES AL AZAR.

- **Medición de las Variables**

Con la finalidad de valorar los efectos de los tratamientos, se designaron al azar 30 plantas por cada tratamiento y por repeticiones, evaluándose 90 plantas, destinando a cada bloque 180 plantas, es decir en los tres bloques se midieron 540 plantas, las que fueron señalizadas con latillas de caña guadúa con una longitud de 1,50 m y pintadas de color rojo para su fácil identificación. Estas fueron ubicadas al momento del sorteo. Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Altura de planta.
- Número de macollos.
- Número de espigas por panículas.
- Granos llenos y vanos por panícula.
- Análisis económico.
- Análisis de producción.

- **Altura de Planta**

Se midieron las treinta plantas por unidad experimental, 8 horas antes de aplicar los tratamientos (20 ddt) como primera evaluación, esta se la realizó con la finalidad de comparar el comportamiento con el efecto de los tratamientos. La altura se la evaluó desde la base de la planta hasta la hoja mayor.



Aplicado el tratamiento, se efectuaron 2 evaluaciones más; la segunda a los (68 ddt) y la tercera a los (120 ddt). (Ver figura 2.10) Variable Altura de Plantas (20 - 68- 120) ddt.



**FIGURA 2.10.** Variable Altura de Plantas (20 - 68- 120) ddt  
(Autor)

- **Número de Macollos**

Se contaron los macollos de las 30 plantas designadas por unidad experimental, primera evaluación que se la realizó, 8 horas antes de aplicar los tratamientos (20 ddt), esta se la efectuó con la finalidad de comparar el comportamiento con el efecto de los tratamientos. Esta variable también fue evaluada por segunda vez (68 ddt). (Ver figura 2.11) Variable Número de Macollos.



**FIGURA 2.11.** Variable Número de Macollos (Autor)

- **Número de Espigas por Panículas**

Se recogieron 15 panículas por planta y por unidad experimental, las que fueron introducidas en fundas de papel, posteriormente se le efectuó el conteo del número de espigas, esta variable se la realizó a los (120 ddt), en horas de la mañana. (Ver figura 2.12) Número de Espigas por Panícula.



**FIGURA 2.12. Número de Espigas por Panícula (Autor)**

- **Granos Llenos y Vanos por Panícula**

Se recogieron 5 panículas por cada unidad experimental y por cada bloque, considerando en las tres repeticiones de los tratamientos 15 panículas, acumulando un total 90 panículas en el experimento. Las que fueron desgranadas y posteriormente contados los números de granos llenos y vanos luego fueron depositados en fundas plásticas con la respectiva identificación de tratamientos. (Ver figura 2.13) Número de granos Llenos y Vanos.



**FIGURA 2.13. Número de granos Llenos y Vanos (Autor)**

- **Análisis Económico**

Los tratamientos se analizaron muy independientemente por separado, en esta variable se comparó el beneficio neto en dólares americanos por hectárea (USD / ha), teniendo como base los costos de producción de los seis tratamientos. Con estos costos se logró determinar los tratamientos que generaron mayor rentabilidad y por lo previsto cuales son más convenientes para el productor arrocero.

- **Análisis de Producción**

Concluida la cosecha con la técnica manual y chicoteo tradicional, se realizó la recolección de forma independiente por parcela y tratamiento respectivamente, se empezó a retirar

las impurezas que consiste en aislar hojas de malezas en estado seco e insectos, luego se ensacó el producto por cada parcela, se los identificó con letreros y por tratamientos para evitar confundirlos, finalizando esta labor con la medición del peso (lb), que posteriormente fue proyectado a hectárea (sacas de 205 lb).

# **CAPÍTULO 3**

## **3. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Los datos de las seis variables fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de varianza (ADEVA), que es utilizado para evaluar el diseño experimental de bloques completamente al azar.

En el análisis de resultados se utilizaron 2 tipos de métodos para la obtención de ADEVA:

1. Programa de Excel, herramienta de análisis de datos.
- 2 Programa SPSS, que permite procesar un ADEVA, y que proporciona la separación de medias y el nivel de significancia por la prueba de Tukey al nivel del 5% de probabilidad ( $P \geq 0,05$ ) y Tamhane al 95% de confianza.

Las pruebas estadísticas se realizaron con el fin de aceptar o rechazar la hipótesis nula.

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

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

### **3.1. ANÁLISIS AGRONÔMICO**

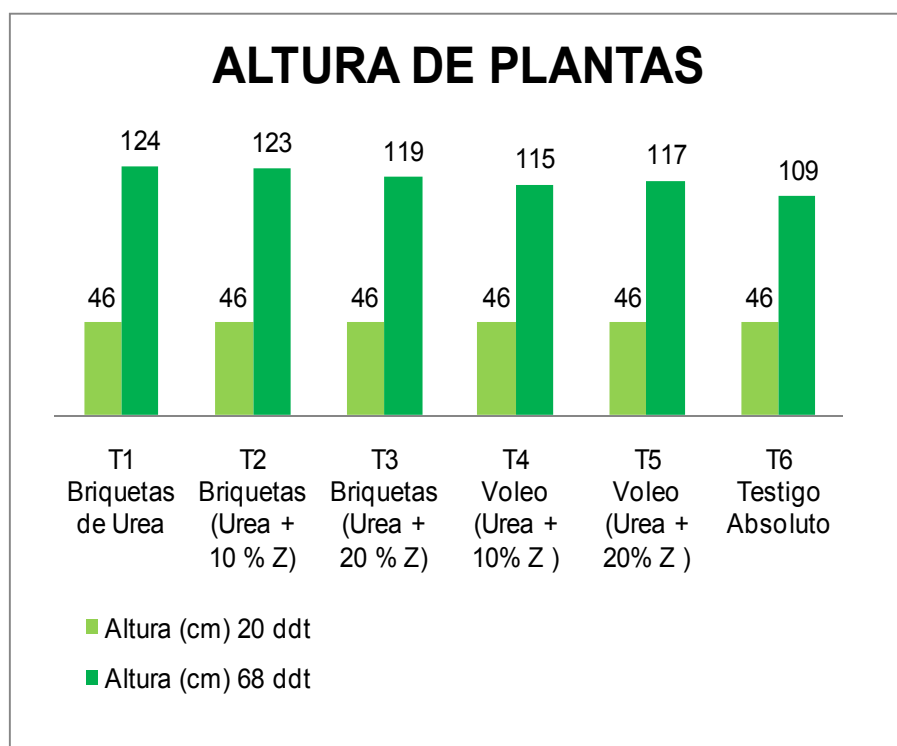
El resultado del análisis agronómico se lo efectuó con las siguientes variables:

#### **3.1.1. Altura de Plantas**

Esta variable parte de una altura, que fue medida horas antes de aplicarse los tratamientos, y considerada como la primera evaluación realizada a los 20 ddt, en el gráfico se observa el efecto de cada tratamiento y esta relación se presenta con la segunda y tercera evaluación que fueron diagnosticadas 68 ddt, y 120 ddt, respectivamente. Estas dos últimas analizadas con el ANOVA como primer y segundo diagnóstico, efectuadas después de la aplicación de los tratamientos. A continuación el análisis de comparación altura de plantas del primero y segundo diagnóstico. Ver gráfico 3.1 y gráfico 3.2.



**Primer Diagnóstico** (20 ddt – 68 ddt). Ver gráfico 3.1.



**GRÁFICO3.1.** ALTURA DE PLANTAS (Primer Diagnóstico)

Mediante el análisis estadístico (ANOVA) se determinó que en el primer diagnóstico de la variable altura de plantas (68 ddt), sí existen diferencias significativas, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa que indica que por lo menos un tratamiento es diferente como se muestra en la tabla 3.1.



**TABLA 3.1. ANOVA**  
ALTURA DE PLANTAS (68 ddt)

|              | Suma de cuadrados | gl  | Media cuadrática | F      | Sig. |
|--------------|-------------------|-----|------------------|--------|------|
| Inter-grupos | 13985,304         | 5   | 2797,061         | 54,993 | ,000 |
| Intra-grupos | 27160,444         | 534 | 50,862           |        |      |
| Total        | 41145,748         | 539 |                  |        |      |

El test de homogeneidad de varianzas, demostró en el primer diagnóstico de la variable altura de planta (68 ddt) que las varianzas de los tratamientos no son homogéneas, y que su significancia es de 0,006 como se muestra en la tabla 3.2.

**TABLA 3.2. Test de homogeneidad de varianzas**  
ALTURA DE PLANTAS (68 ddt)

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 3,287                 | 5   | 534 | ,006 |

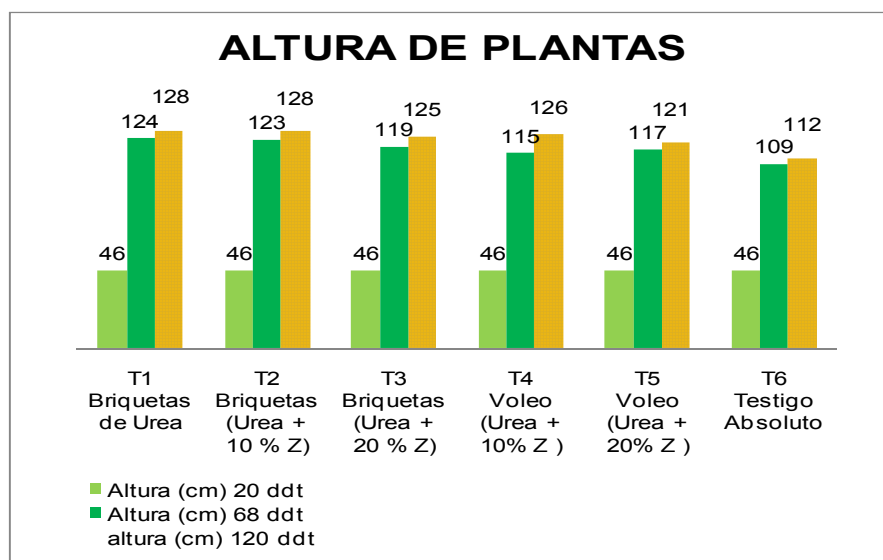
Una vez interpretado el test de homogeneidad de varianzas, se realizó el análisis de comparación múltiple de Tamhane, que indica que los tratamientos T1 y T2 son los mejores, y que estos

se observan en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Ver tabla 3.3.

**TABLAS 3.3. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE  
ALTURA DE PLANTAS (68 ddt)**

| TRATAMIENTO          | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |          |          |          |
|----------------------|----|------------------------------|----------|----------|----------|
|                      |    | 1                            | 2        | 3        | 4        |
| HSD de 6             | 90 | 109,0444                     |          |          |          |
| Tukey <sup>a</sup> 4 | 90 |                              | 114,7111 |          |          |
| 5                    | 90 |                              | 116,6444 | 116,6444 |          |
| 3                    | 90 |                              |          | 119,1333 |          |
| 2                    | 90 |                              |          |          | 122,5778 |
| 1                    | 90 |                              |          |          | 124,3778 |
| Sig.                 |    | 1,000                        | ,455     | ,180     | ,537     |

**Segundo Diagnóstico** (20 ddt, 68 ddt, 120 ddt). Ver gráfico 3.2.



**GRÁFICO 3.2. ALTURA DE PLANTAS (Segundo Diagnóstico).**

Mediante el análisis estadístico (ANOVA) se determinó que en el segundo diagnóstico de la variable altura de plantas (120 ddt), sí existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa que indica que por lo menos un tratamiento es diferente como se muestra en la tabla 3.4.

**TABLA 3.4. ANOVA**  
ALTURA DE PLANTAS (120 ddt)

|              | Suma de<br>cuadrados | gl  | Media cuadrática | F      | Sig. |
|--------------|----------------------|-----|------------------|--------|------|
| Inter-grupos | 17195,504            | 5   | 3439,101         | 54,137 | ,000 |
| Intra-grupos | 33922,933            | 534 | 63,526           |        |      |
| Total        | 51118,437            | 539 |                  |        |      |

El test de homogeneidad de varianza, demostró en el segundo diagnóstico de la variable altura de plantas (120 ddt), que las varianzas de los tratamientos no son homogéneas, debido a que su significancia es de 0,000 como se muestra en la tabla 3.5.

**TABLA 3.5. Test de homogeneidad de varianzas**  
ALTURA DE PLANTAS (120 ddt)

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----------------------|-----|-----|------|
| 4,838                 | 5   | 534 | ,000 |

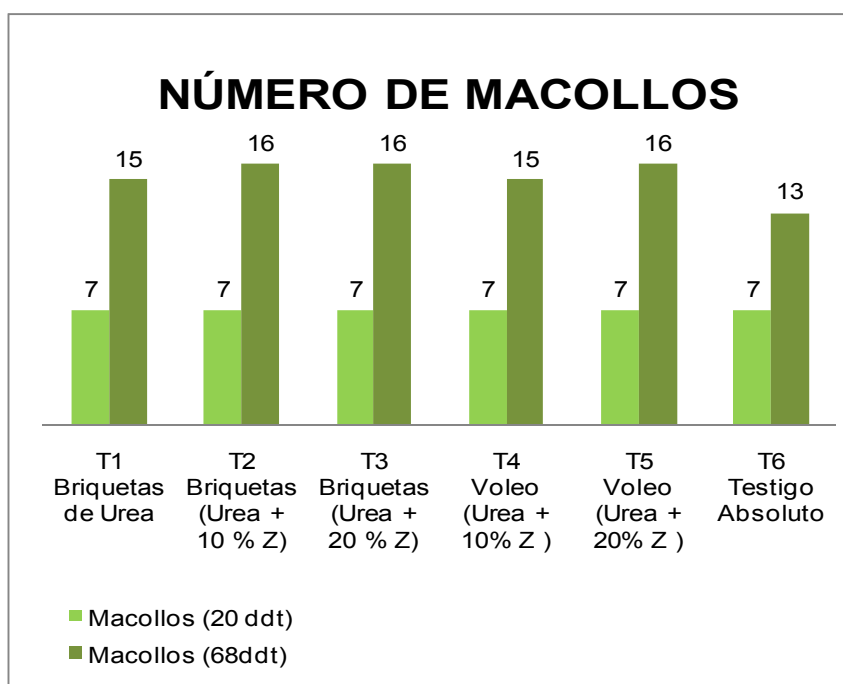
Una vez interpretado el test de homogeneidad de varianzas, en el segundo diagnóstico de la variable altura de plantas (120 ddt), se aplicó el análisis de comparación múltiple Tamhane, que demostró que los tratamientos T1, T2 y T4 son los mejores, y que estadísticamente son iguales, como se muestra en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Ver tabla 3.6.

**TABLAS 3.6. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE**  
ALTURA DE PLANTAS (120 ddt)

| TRATAMIENTO        | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |          |          |          |
|--------------------|----|------------------------------|----------|----------|----------|
|                    |    | 1                            | 2        | 3        | 4        |
| HSD de 6           | 90 | 111,8000                     |          |          |          |
| Tukey <sup>a</sup> |    |                              |          |          |          |
| 5                  | 90 |                              | 121,0889 |          |          |
| 3                  | 90 |                              |          | 124,6000 |          |
| 4                  | 90 |                              |          | 125,6000 | 125,6000 |
| 2                  | 90 |                              |          | 127,7778 | 127,7778 |
| 1                  | 90 |                              |          |          | 128,4889 |
| Sig.               |    | 1,000                        | 1,000    | ,082     | ,147     |

### 3.1.2. Número de Macollos

Esta variable parte con una lectura que fue medida horas antes de la aplicación de los tratamientos, y considerada como primera evaluación (20 ddt), lo que permite diferenciar el efecto de cada tratamiento contra puesto con la segunda evaluación que fue diagnosticada (68ddt). Esta última analizada con el ANOVA después de la aplicación de los tratamientos. A continuación el análisis de comparación de número de macollos por tratamientos. Ver grafico 3.3.



**GRÁFICO 3.3. NÚMERO DE MACOLLOS (68 ddt)**

El análisis estadístico (ANOVA) determinó en la variable número de macollos (68 ddt), que sí existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, que todos los tratamientos son heterogéneos o tienen diferente efecto en dicha variable, así también se muestra el valor de significancia que es 0,000 como se observa en la tabla 3.7.

**TABLA 3.7. ANOVA**  
NÚMERO DE MACOLLOS (68 ddt)

|              | Suma de<br>cuadrados | gl  | Media<br>cuadrática | F     | Sig. |
|--------------|----------------------|-----|---------------------|-------|------|
| Inter-grupos | 564,800              | 5   | 112,960             | 5,820 | ,000 |
| Intra-grupos | 10363,600            | 534 | 19,407              |       |      |
| Total        | 10928,400            | 539 |                     |       |      |

El test de homogeneidad, demostró que las varianzas de los tratamientos no son iguales, debido que su significancia es de 0,00 como se muestra en la tabla 3.8.

**TABLA 3.8. Test de homogeneidad de Varianzas**  
NÚMERO DE MACOLLOS (68 ddt)

| Estadístico de<br>Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------------------------|-----|-----|------|
| 7,180                    | 5   | 534 | ,000 |

Interpretado el test de homogeneidad de varianzas, se realizó el análisis de múltiple comparación de Tamhane, el cual muestra que los tratamientos T1, T4, T3, T5, T2, son los mejores y que también estadísticamente son iguales, como se prueba en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Ver tablas 3.9.

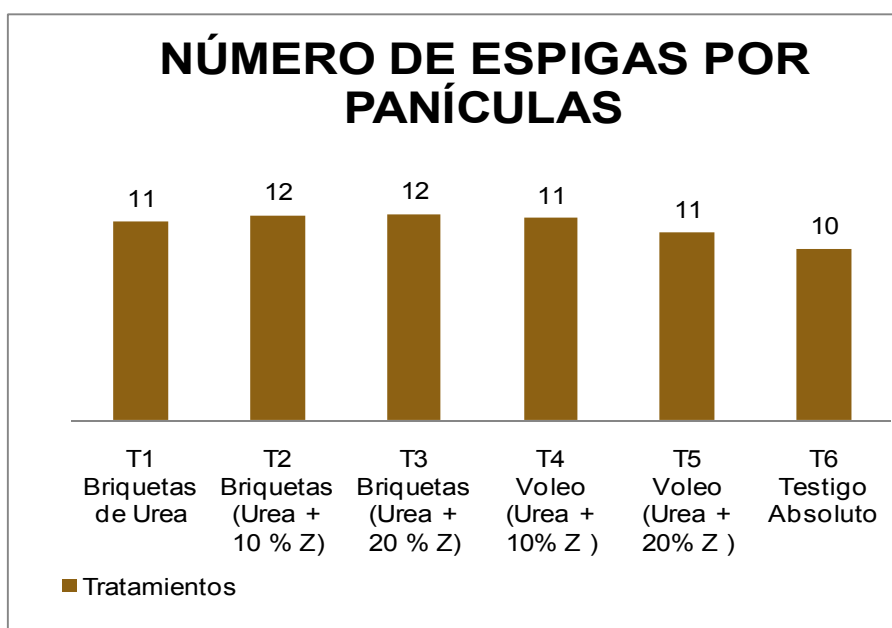
**TABLA 3.9. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE COMPARACIÓN  
NÚMERO DE MACOLLOS (68 ddt)**

| TRATAMIENTO               |      | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |
|---------------------------|------|----|------------------------------|---------|
|                           |      |    | 1                            | 2       |
| HSD de Tukey <sup>a</sup> | 6    | 90 | 12,9556                      |         |
|                           | 1    | 90 |                              | 15,2333 |
|                           | 4    | 90 |                              | 15,2889 |
|                           | 3    | 90 |                              | 15,5000 |
|                           | 5    | 90 |                              | 15,6333 |
|                           | 2    | 90 |                              | 16,1889 |
|                           | Sig. |    | 1,000                        | ,693    |

### 3.1.3. Número de Espigas por Panículas

Para esta variable se recogieron 15 panículas entre plantas y por unidad experimental (120 ddt) para determinar el análisis de

varianzas. A continuación el análisis de la variable número de espigas por panículas. Ver grafico 3.4.



**GRÁFICO 3.4. NÚMERO DE ESPIGAS POR PANÍCULA**

El análisis estadístico (ANOVA) determinó en la variable número de espigas por panículas (120 ddt), que sí existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa que todos los tratamientos son heterogéneos o tienen diferente efecto, también se comprobó el valor de significancia que fue 0,000 como se observa en la tabla 3.10



**TABLA 3.10. ANOVA**  
**NÚMERO DE ESPIGAS POR PANÍCULAS**

|              | Suma de<br>cuadrados | gl  | Media<br>cuadrática | F     | Sig. |
|--------------|----------------------|-----|---------------------|-------|------|
| Inter-grupos | 129,141              | 5   | 25,828              | 7,887 | ,000 |
| Intra-grupos | 864,489              | 264 | 3,275               |       |      |
| Total        | 993,630              | 269 |                     |       |      |

El test de homogeneidad, demostró que las varianzas de los tratamientos son homogéneas, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa también se comprueba que su significancia es de 0,146, como se muestra en la tabla 3.11.

**TABLA 3.11. Test de homogeneidad de Varianzas**  
**NÚMERO DE ESPIGAS POR PANÍCULAS**

| Estadístico de<br>Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------------------------|-----|-----|------|
| 1,654                    | 5   | 264 | ,146 |

Interpretado el test de homogeneidad de varianzas, se realizó el análisis de múltiple comparación de Tukey al 5%, que demuestra que los tratamientos T5, T1, T4, T2, T3, son los

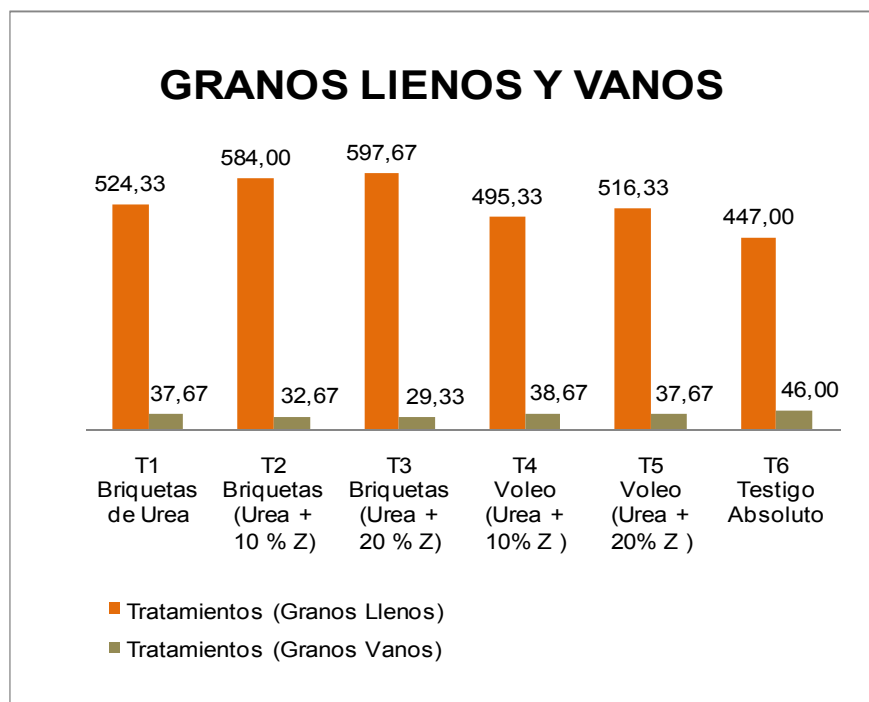
mejores y estadísticamente son iguales, también se comprueba que T6 no es mejor y estadísticamente es igual a T5, pero diferente a T1, T4, T2, T3, como se manifiesta en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Ver tablas 3.12.

**TABLA 3.12. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE COMPARACIÓN  
NÚMERO DE ESPIGAS POR PANÍCULAS**

| TRATAMIENTO               |      | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |
|---------------------------|------|----|------------------------------|---------|
|                           |      |    | 1                            | 2       |
| HSD de Tukey <sup>a</sup> | 6    | 45 | 9,6889                       |         |
|                           | 5    | 45 | 10,6222                      | 10,6222 |
|                           | 1    | 45 |                              | 11,2444 |
|                           | 4    | 45 |                              | 11,4222 |
|                           | 2    | 45 |                              | 11,5778 |
|                           | 3    | 45 |                              | 11,6667 |
|                           | Sig. |    | ,144                         | ,071    |

#### 3.1.4 Granos Llenos y Vanos por Panícula

Para esta variable se recogieron 5 panículas por cada unidad experimental y por cada bloque, considerando en las tres repeticiones de los tratamientos 15 panículas, acumulando un total 90 panículas en el experimento. Esta labor se la realizo (120 ddt) en la cosecha final. A continuación se presenta el análisis granos llenos y vanos. Ver gráfico 3.5.



**GRÁFICO 3.5. GRANOS LIENOS Y VANOS**

El análisis estadístico (ANOVA) determinó en la variable granos llenos, que sí existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, que todos los tratamientos son heterogéneos, con respecto a los granos vanos se acepta la hipótesis nula debido que el valor de significancia fue de 0,186 como se observa en la tabla 3.13.

**TABLA 3.13. ANOVA**  
GRANOS Llenos Y VANOS

|                            | Suma de<br>cuadrados | gl | Media<br>cuadrática | F       | Sig. |
|----------------------------|----------------------|----|---------------------|---------|------|
| GRANOS LLENOS Inter-grupos | 47295,778            | 5  | 9459,156            | 148,833 | ,000 |
| Intra-grupos               | 762,667              | 12 | 63,556              |         |      |
| Total                      | 48058,444            | 17 |                     |         |      |
| GRANOS VANOS Inter-grupos  | 486,667              | 5  | 97,333              | 1,804   | ,186 |
| Intra-grupos               | 647,333              | 12 | 53,944              |         |      |
| Total                      | 1134,000             | 17 |                     |         |      |

El test de homogeneidad, demostró que las varianzas en granos llenos son homogéneas, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa, con respecto a la variable granos vanos también se acepta la hipótesis nula debido a que su significancia es 0,052 como se muestra en la tabla 3.14

**TABLA 3.14. Test de homogeneidad de Varianzas**  
GRANOS LIENOS Y VANOS

|              | Estadístico de<br>Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------------|--------------------------|-----|-----|------|
| GRANOSLLENOS | ,536                     | 5   | 12  | ,746 |
| GRANOSVANOS  | 3,056                    | 5   | 12  | ,052 |

Efectuado el test de homogeneidad de varianzas, se realizó el análisis de múltiple comparación Tukey al 5%, que demuestra que los tratamientos para granos llenos, T3 con T2, T1 con T5, y T3, T5 son similares, pero estadísticamente son diferentes. Sin embargo para la variable granos vanos, todos los tratamientos son similares, así como también estadísticamente son iguales como se presenta en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Ver tablas: 3.15 y 3.16.

**TABLA 3.15. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE COMPARACIÓN  
GRANOS LIENOS**

| TRATAMIENTO                 | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |        |        |
|-----------------------------|---|------------------------------|--------|--------|--------|
|                             |   | 1                            | 2      | 3      | 4      |
| HSD de Tukey <sup>a</sup> 6 | 3 | 447,00                       |        |        |        |
| 4                           | 3 |                              | 495,33 |        |        |
| 5                           | 3 |                              | 516,33 | 516,33 |        |
| 1                           | 3 |                              |        | 524,33 |        |
| 2                           | 3 |                              |        |        | 584,00 |
| 3                           | 3 |                              |        |        | 597,67 |
| Sig.                        |   | 1,000                        | ,062   | ,815   | ,348   |

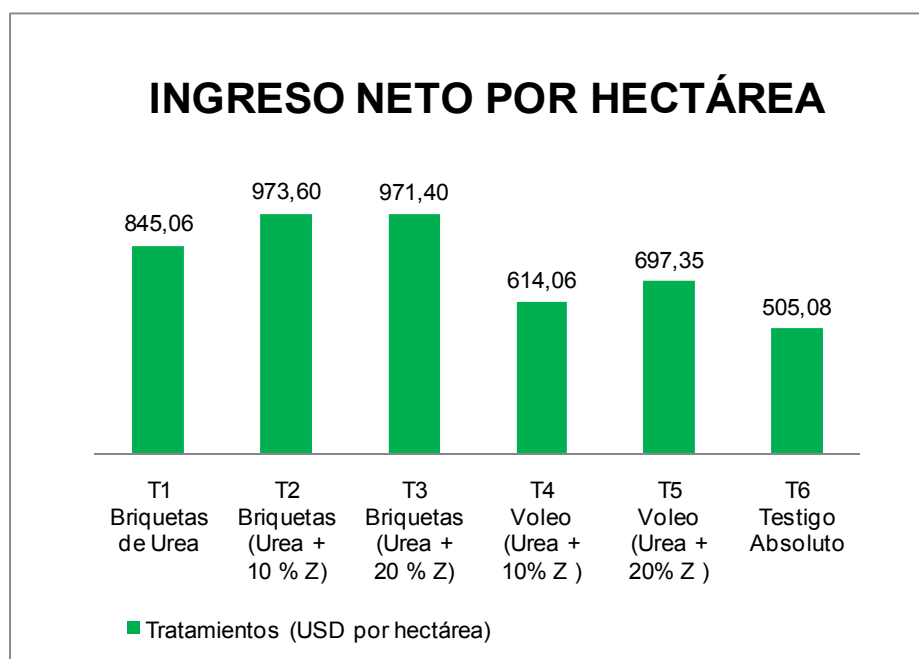
**TABLA 3.16. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE COMPARACIÓN  
GRANOS VANOS**

|                           |      |   | Subconjunto<br>para alfa = 0.05 |
|---------------------------|------|---|---------------------------------|
| TRATAMIENTO               |      | N | 1                               |
| HSD de Tukey <sup>a</sup> | 3    | 3 | 29,33                           |
|                           | 2    | 3 | 32,67                           |
|                           | 1    | 3 | 37,67                           |
|                           | 5    | 3 | 37,67                           |
|                           | 4    | 3 | 38,67                           |
|                           | 6    | 3 | 46,00                           |
|                           | Sig. |   | ,129                            |

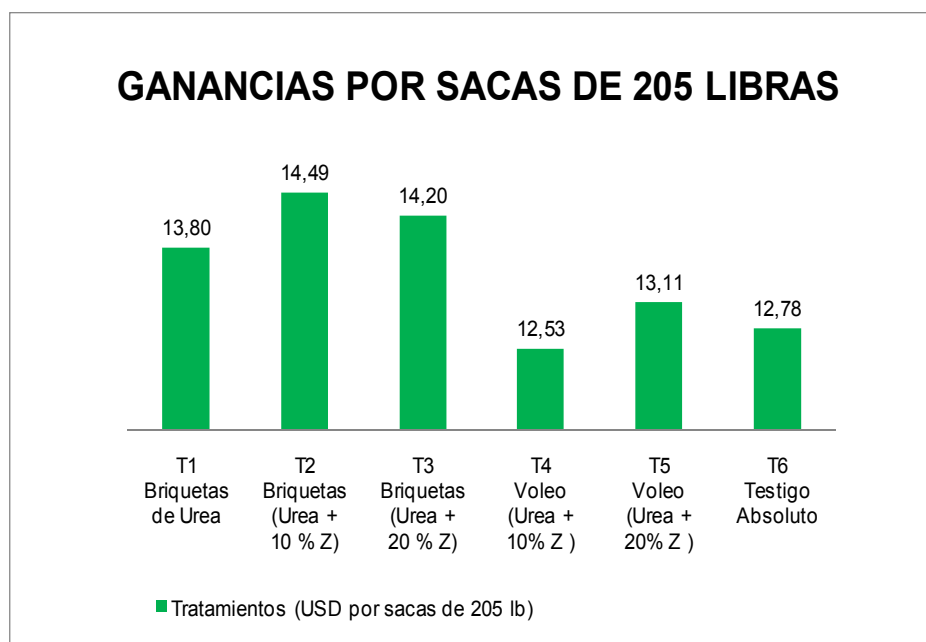
### 3.2. Análisis Económico

El análisis económico se lo realizó con cada uno de los costos de producción de los tratamientos los que fueron proyectados a ha (Ver ANEXOS: 13; 14; 15; 16; 17; 18). Para analizarlo se consideró los siguientes parámetros: rendimiento / ha, costo de producción / ha, ingreso neto / ha, ganancias por (sacas 205 lb) y rentabilidad; por lo que se indica que de acuerdo al rendimiento, se determina que T3 (68.40) fue el mejor tratamiento, seguido de T2 (67.18); T1 (61.24); T5 (53.19); T4 (49.02); T6 (39.52), respectivamente. Los costos de producción por hectárea tuvieron la siguiente ubicación de mayor a menor: T3 (\$ 943.80), T2 (\$ 907.45), T1 (\$ 869.66), T5 (\$ 791.97), T4

(\$ 758,97), T6 (\$ 601,48). Con respecto al análisis del ingreso neto por hectárea, se comprobó que T2 (\$973.60) fue el mejor tratamiento, seguido de T3 (\$971.40), T1 (\$845.06), T5 (\$697.35), T4 (\$614.06), T6 (\$505.08). Se determina en T2, T3 y T1 que la tecnología (APBU) complementada con la zeolita (Clinoptilolita) produce efectos con rendimientos muy beneficiosos y representativos. También se analiza que la demanda por horas de la tecnología (APBU) aunque genera costos elevados los rendimientos de producción (sacas 205 lb/ha) para T3 Briquetas (Urea + 20% Z) siguen siendo favorables, así como también para T2 Briquetas (Urea + 10% Z) y T1 (Briquetas de Urea), representando ganancias por (sacas 205 lb/ha) de (\$14.20), (\$ 14,49), (\$13.80), siendo el mejor en este análisis T2 que corresponde a la tecnología (APBU) con zeolita al 10%. T4y T5 obtuvieron ganancias netas de (\$ 12.53) y (\$ 13.11). T6 alcanzó (\$12,78) por lo que se analiza que su costo de producción resultó muy económico y su rendimiento fue el mas bajo en producción. Finalmente se analiza la rentabilidad en dólares (USD), que determina que la tecnología APBU concentrada con zeolita sigue siendo la mejor representando los siguientes valores: T2 (\$107,29), T3 (\$102.92) y T1 (\$97.17), seguidos de la tecnología tradicional T5 (\$88.05) y T4 (\$80.96), T6 alcanzó (\$83.97). Ver (tabla 3.17). A continuación se presentan los Gráficos (3.6; 3.7;3.8), exponiendo un análisis de resultado gráfico.

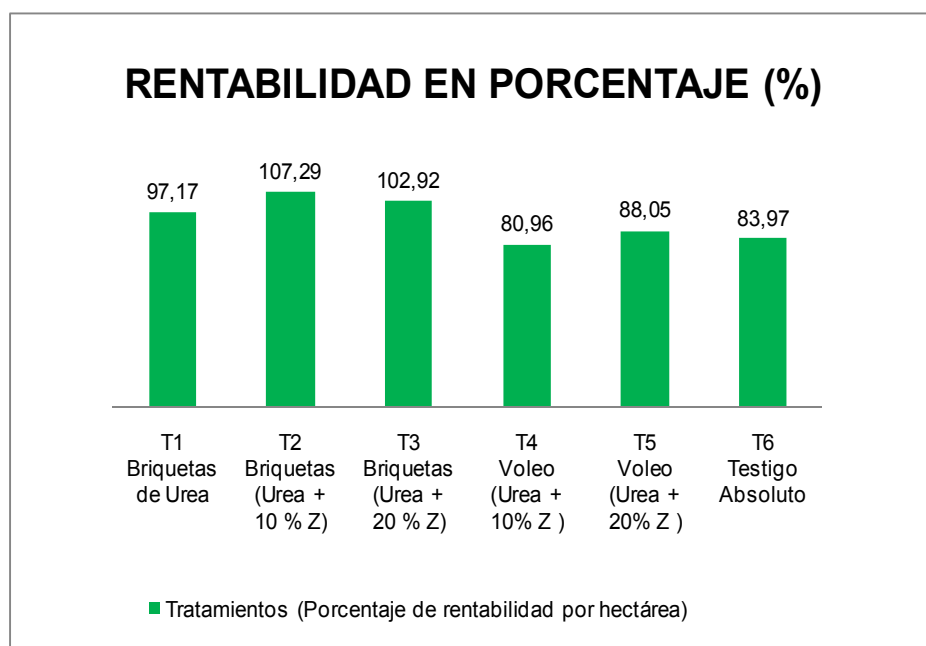


**GRÁFICO 3.6. INGRESO NETO (USD) POR HECTÁREA**



**GRÁFICO 3.7. GANANCIAS (USD) POR SACAS DE 205 LIBRAS**





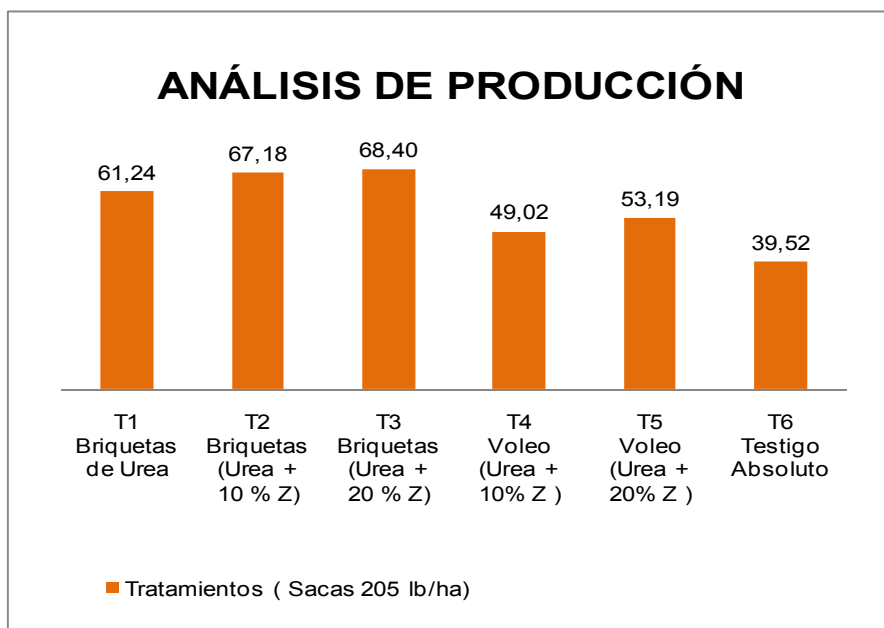
**GRÁFICO 3.8. RENTABILIDAD EN PORCENTAJE (%)**

**TABLA 3.17. ANÁLISIS ECONÓMICO POR HECTÁREA**

| ANÁLISIS ECONÓMICO               | Unidad          | T1<br>(Briquetas de Urea) | T2<br>(Briqueta de Urea con 10% Zeolita) | T3<br>(Briqueta de Urea con 20% Zeolita) | T4<br>(Voleo (Urea +10 % de Zeolita ) | T5<br>(Voleo (Urea +20 % de Zeolita ) | T6<br>(Testigo Absoluto) |
|----------------------------------|-----------------|---------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| RENDIMIENTO ESTIMADO             | Saca 205 lb.    | 61,24                     | 67,18                                    | 68,40                                    | 49,02                                 | 53,19                                 | 39,52                    |
| PRECIO                           | \$/Saca 205 lb. | 28,00                     | 28,00                                    | 28,00                                    | 28,00                                 | 28,00                                 | 28,00                    |
| VALOR DE LA PRODUCCIÓN           | \$              | 1714,72                   | 1881,04                                  | 1915,20                                  | 1372,56                               | 1489,32                               | 1106,56                  |
| COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA | \$              | 869,66                    | 907,45                                   | 943,80                                   | 758,51                                | 791,97                                | 601,48                   |
| INGRESO NETO POR HECTÁREA        | \$              | 845,06                    | 973,60                                   | 971,40                                   | 614,06                                | 697,35                                | 505,08                   |
| COSTO/Saca 205 lb.               | \$              | 14,20                     | 13,51                                    | 13,80                                    | 15,47                                 | 14,89                                 | 15,22                    |
| GANANCIA POR Saca 205 lb.        | \$              | 13,80                     | 14,49                                    | 14,20                                    | 12,53                                 | 13,11                                 | 12,78                    |
| RELACIÓN BENEFICIO/COSTO         |                 | 1,97                      | 2,07                                     | 2,03                                     | 1,81                                  | 1,88                                  | 1,84                     |
| RENTABILIDAD                     | %               | 97,17                     | 107,29                                   | 102,92                                   | 80,96                                 | 88,05                                 | 83,97                    |

### 3.3. Análisis de Producción

Para realizar este análisis se cosecharon todas las parcelas clasificándolas con sus respectivos tratamientos, posterior a esta labor se midió el peso total de la cosecha de los tratamientos en libras, así como también fue proyectado a hectárea y tabulado en sacas de 205 libras. A continuación se presenta el análisis de la variable producción. Ver gráfico 3.9.



**GRÁFICO 3.9. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN**(sacas 205 lb / ha)

El análisis estadístico (ANOVA) determinó en la variable producción de arroz, que sí existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula que todos los tratamientos son homogéneos o iguales y se acepta la alternativa, debido que el valor

de significancia estadística fue de 0,000 como se detalla en la tabla 3.18.

**TABLA 3.18. ANOVA**  
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN

|              | Suma de<br>cuadrados | gl | Media<br>cuadrática | F       | Sig. |
|--------------|----------------------|----|---------------------|---------|------|
| Inter-grupos | 1899,791             | 5  | 379,958             | 244,381 | ,000 |
| Intra-grupos | 18,657               | 12 | 1,555               |         |      |
| Total        | 1918,448             | 17 |                     |         |      |

El test de homogeneidad, demostró que las varianzas de los tratamientos son homogéneas o iguales por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa, también se comprueba que su significancia es de 0,686, como se manifiesta en la tabla 3.19.

**TABLA 3.19. Test de homogeneidad de Varianzas**  
ANÁLISIS DE PRODUCCION

| Estadístico de<br>Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------------------------|-----|-----|------|
| ,623                     | 5   | 12  | ,686 |

Realizado el test de homogeneidad de varianzas, se efectuó el análisis de múltiple comparación Tukey al 5%, que demuestra que los tratamientos T3 y T2 son los mejores y estadísticamente iguales. T1,

T5, T4, T6, no son semejantes, pero estadísticamente son iguales debido a que su significancia es de 1,000, como se presenta en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Ver tabla 3.20.

**TABLA 3.20. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE COMPARACIÓN**  
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN

|                              | TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |         |         |         |
|------------------------------|-------------|---|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                              |             |   | 1                            | 2       | 3       | 4       | 5       |
| HDS de<br>Tukey <sup>a</sup> | 6           | 3 | 39,5233                      |         |         |         |         |
|                              | 4           | 3 |                              | 49,0200 |         |         |         |
|                              | 5           | 3 |                              |         | 53,1833 |         |         |
|                              | 1           | 3 |                              |         |         | 61,2400 |         |
|                              | 2           | 3 |                              |         |         |         | 67,1800 |
|                              | 3           | 3 |                              |         |         |         | 68,4000 |
|                              |             |   | 1,000                        | 1,000   | 1,000   | 1,000   | ,830    |

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

- La variable altura de plantas se evaluó en dos diagnósticos el primero que fue realizado (68 ddt), el cual determinó que **T1** (Briquetas de Urea), las plantas alcanzaron altura promedio de 124 cm .En el segundo diagnóstico efectuado (120 ddt), **T1** (Briquetas de Urea) Y **T2** Briquetas ( Urea + 10% Z), las plantas lograron altura promedio de 128 cm, por lo que se destaca la tecnología APBU en **T1, T2, T3** con promedio de altura mayor y diferente a la técnica tradicional aplicada en **T4 y T5**
- La variable número de macollos efectuada (68 ddt), estableció que **T2** Briquetas (Urea + 10% de Z), **T3** Briqueta (Urea + 20% Z), y **T5** (Urea + 20% Z) voleada, obtuvieron un promedio de 16 macollos, **T1** (Briqueta de Urea), y **T4** (Urea + 10% Z) voleada, alcanzaron un promedio de 15 macollos, **T6** (Testigo) obtuvo un promedio de

13 macollos. Se concluye una vez más que la tecnología APBU concentrada con zeolitas produce efectos progresivos en los suelos agrícolas.

- La variable número de espigas por panícula valorada (120 ddt), determinó que **T2** Briqueta (Urea + 10% de Z), y **T3** Briqueta (Urea + 20% Z) presentaron un promedio de 12 espigas por panícula; **T1**, **T4** y **T5**, lograron un promedio de 11 espigas; **T6** alcanzó un promedio de 10 espigas por panícula. Se concluye que la concentración de urea y zeolitas en forma de briquetas continua prometedora en las técnicas agronómicas.
- La variable granos llenos y vanos por panícula, evaluada (120 ddt), determinó los siguientes promedios para los tratamientos: **T3** (597,67) (29,33), **T2** (584,00) (32,67), **T1** (524,33) (37,67), **T5** (516,33) (37,67), **T4** (495,33) (38,67), **T6** (447,00) (46,00), respectivamente. Se concluye que **T3** Briqueta (Urea + 20% Z) y **T2** (Urea + 10% Z), son los más relevantes por tener mayor número de granos llenos y menor promedio en granos vanos. Se demuestra que la tecnología APBU complementada con zeolita es más efectiva que la tecnología tradicional.
- En el análisis económico se comprueba que la tecnología (APBU) al 20% y 10% con zeolita en **T3** y **T2**, tiene un valor de la producción de (**\$ 1915.20**), (**\$ 1881.04**), respectivamente, seguido

**T1** con **(\$1714.72)** por lo que demuestran ser los mejores en rendimiento estimados (sacas de 205 lb/ ha), así como también en el ingreso neto siguen siendo los mejores **T3 (\$971,40 )**, **T2 (\$973,60 )** y **T1 (\$845,06)**. Finalmente se concluye que la rentabilidad para estos tres tratamientos se ubica en porcentajes de: **T2 (107,29%)**, **T3 (102,92%)** y **T1 (97,17%)** que comparados con la tecnología tradicional para **T5** y **T4** solamente alcanzaron **(88,05%)** y **(80,96%)** respectivamente, seguido por el testigo absoluto **T6** que obtuvo una rentabilidad de **(83,97%)**.

- El análisis de producción proyectado a (sacas de 205 lb/ha), determinó el resultado siguiente en orden: **T3** (68,40), **T2** (67,18), **T1** (61,24), **T5** (53,19), **T4** (49,02), **T6** (39,52). Se concluye que **T3** Briqueta (82 kg N/ha +35,65 kg Z/ha) y **T2** Briqueta (82 kg N/ha + 17,83 kg Z/ha) demuestran mejor comportamiento de adherencia y lenta liberación de nitrógeno en el suelo. No así la técnica tradicional al voleo en **T4** y **T5** que muestra un promedio aproximado de producción entre tratamientos de **(51.11** sacas de 205 lb /ha), diferente a la tecnología (APBU), **T3**, **T2** y **T1** que demuestran **(65.61** sacas de 205 lb /ha), y que presentan una diferencia de **(14,50** sacas de 205 lb / ha) lo que representa un ingreso económico. de **(\$ 406 USD)**, ratificándose un resultado favorable para la tecnología APBU complementada con zeolita.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Que el (CIR- ESPOL), desarrolle Convenios Rurales Permanentes con el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP), creando Programas de Campo para difundir el uso de la tecnología APBU, y dar a conocer a los agricultores los beneficios de prácticas agronómicas en el cultivo de arroz, que ofrece esta tecnología.
- La tecnología APBU, en piscinas de arroz se las debe establecer con una mínima lámina de agua o en su defecto drenar las piscinas para hacer más rápida y efectiva la aplicación de las briquetas. en el suelo.
- Los ensayistas o tesistas que se involucren a desarrollar la tecnología APBU, apliquen nuevos métodos de siembra tomando en cuenta la variedad de arroz, lo que determina aumentar o disminuir la densidad poblacional de plántulas por metro cuadrado, de esta manera se colegirá la eficacia de las briquetas.
- Continuar investigando los porcentajes de urea y zeolitas naturales concentradas en la tecnología APBU, debido a que los tratamientos con briquetas de urea concentrados al 10% y 20%, de zeolitas surtieron un efecto muy favorable en las variables de



los análisis agronómico y de producción, las que fueron planteadas en esta tesis de grado.

- Que (CIR – ESPOL), con la FIMCP, financien un proyecto para el diseño y construcción de un equipo portátil, para la aplicación de las briquetas en aéreas extensas, lo que permitiría reducir las horas laborales de la tecnología APBU, en el costo de producción por hectárea en el cultivo de arroz.

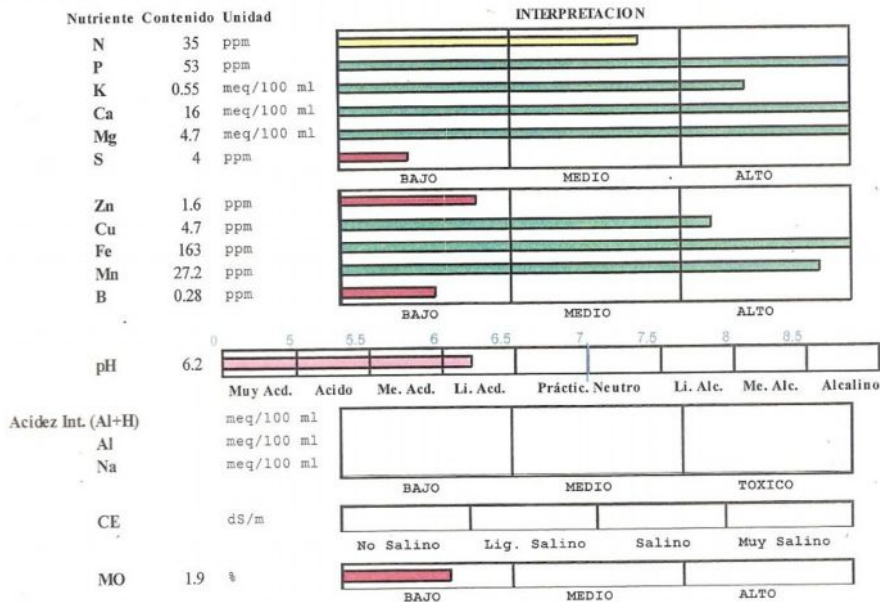
**ANEXOS**

## ANEXO 1. Resultado del Análisis de Suelo

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b><br><b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b><br>Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24<br>Quevedo - Ecuador    Teléfono: 750 - 967    Fax: 751 - 018 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

|                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>D<sub>0</sub>TOS DEL PROPIETARIO</b><br>Nombre : Alvarado Lenin Ing.<br>Dirección :<br>Ciudad : Daule<br>Teléfono :<br>Fax :                      | <b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b><br>Nombre : Colegio Galo Plaza<br>Provincia : Guayas<br>Cantón : Daule<br>Parroquia :<br>Ubicación :                                                    |
| <b>DATOS DEL LOTE</b><br>Cultivo Actual : arroz<br>Cultivo Anterior :<br>Fertilización Ant. :<br>Superficie :<br>Identificación : Lote Independencia | <b>PARA USO DEL LABORATORIO</b><br>N° Reporte : 001471<br>N° Muestra Lab. : 59884<br>Fecha de Muestreo : 09/03/2010<br>Fecha de Ingreso : 09/03/2010<br>Fecha de Salida : 19/03/2010 |



|     |     |       |           |                        |     |                |      |         |
|-----|-----|-------|-----------|------------------------|-----|----------------|------|---------|
| Ca  | Mg  | Ca+Mg | meq/100ml | (meq/l) <sup>1/2</sup> | ppm | Clase Textural |      |         |
| Mg  | K   | K     | Σ Bases   | RAS                    | Cl  | Arena          | Limo | Arcilla |
| 3,4 | 8,5 | 37,6  | 21,3      |                        |     | 23             | 52   | 25      |
|     |     |       |           |                        |     | Franco-Limoso  |      |         |

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el Laboratorio,  
por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
reclamos en los resultados

## ANEXO 2. Tratamientos Propuestos a Hectárea (10,000 m<sup>2</sup>)

| Tratamiento | Denominación                   | Peso de Urea<br>(kg) / ha | Peso de Zeolita<br>(kg) / ha | Peso (g) unidad de Briketa | Briketas unidades/ ha |
|-------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 1           | (Briketa de Urea)              | 178.26                    | 0.00                         | 2.70                       | 66,023                |
| 2           | Briketa (Urea + 10% Zeolita)   | 178.26                    | 17.83                        | 3.02                       | 72,625                |
| 3           | Briketa (Urea + 20% Zeolita)   | 178.26                    | 35.65                        | 3.10                       | 79,227                |
| 4           | (Urea granulada + 10% Zeolita) | 178.26                    | 17.83                        | 0                          | 0                     |
| 5           | (Urea granulada + 20% Zeolita) | 178.26                    | 35.65                        | 0                          | 0                     |
| 6           | (Testigo Absoluto)             | 0                         | 0                            | 0                          | 0                     |

## ANEXO 3. Designación de los Tratamientos por Unidad Experimental (25m<sup>2</sup>).

| Tratamiento | Denominación                   | Unidades de Briketas / U.E | Peso (g) unidad de Briketa | Peso (g) de Insumos/ U.E | Distancia (cm) entre Briketas | Unidades de Briketas por línea | Tecnología |
|-------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------|
| 1           | (Briketa de Urea)              | 165                        | 2.70                       | 445.50                   | 30                            | 17                             | APBU       |
| 2           | Briketa (Urea + 10% Zeolita)   | 182                        | 3.02                       | 549.64                   | 28                            | 18                             | APBUZ      |
| 3           | Briketa (Urea + 20% Zeolita)   | 198                        | 3.10                       | 613.80                   | 25                            | 20                             | APBUZ      |
| 4           | (Urea granulada + 10% Zeolita) | 0                          | 0                          | 549.64                   | 0                             | 0                              | VOLEO      |
| 5           | (Urea granulada + 20% Zeolita) | 0                          | 0                          | 613.80                   | 0                             | 0                              | VOLEO      |
| 6           | (Testigo Absoluto)             | 0                          | 0                          | 000.00                   | 0                             | 0                              | 0          |

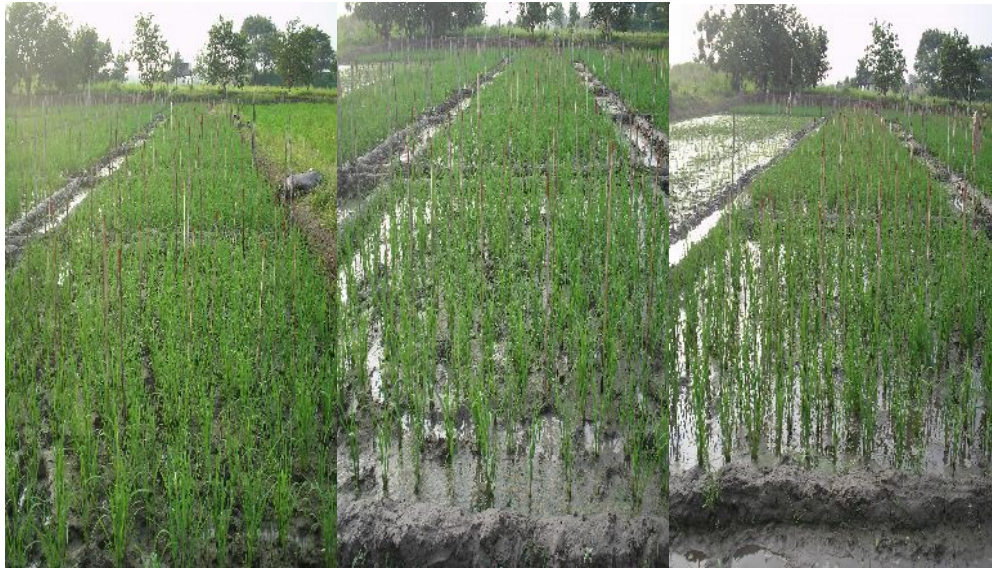


**ANEXO 4.** Elaboración de Latillas para la Identificación del Ensayo (Autor)



**ANEXO 5.** Recolección de Muestras de Suelo (Autor)





**ANEXO 6.** Cultivo de Arroz Variedad F- 50 en Bloques 1-2 y 3  
(Autor)



**ANEXO 7.** Tecnología APBU Complementada con Zeolita  
(Clinoptilolita) al 10% y 20% (Autor)





**ANEXO 8.** Tecnología Tradicional Complementada con Zeolita (Clinoptilolita) al 10% y 20% (Autor)



**ANEXO 9.** Bloque I con Tecnología APBU (Autor)





**ANEXO 10.** Bloque III con Tecnología Tradicional (Autor)



**ANEXO 11.** Proceso de Maduración del Arroz con Tecnología APBU (Autor)





**ANEXO 12.** Arroz Variedad F- 50 con Tecnologías APBU y Tradicional (Autor)

### ANEXO 13. Costo de Producción (Tratamiento # 1)

| Costo de Producción del Cultivo de Arroz Variedad – F-50.<br>Tratamiento # 1 (Briquetas de Urea) |                              |              |                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|------------------------|-----------|
| Concepto                                                                                         | Unidad                       | Cantidad     | Costo Unitario         | Subtotal  |
| 1. ANÁLISIS DE SUELO                                                                             |                              |              |                        |           |
| Análisis de Suelo                                                                                | muestra                      | 1            | \$ 27,00               | \$ 27,00  |
|                                                                                                  |                              |              | Subtotal 1             | \$ 27,00  |
| 2. PREPARACIÓN DE SUELO                                                                          |                              |              |                        |           |
| Repicado                                                                                         | Hora                         | 7            | \$ 5,00                | \$ 35,00  |
| Fangueo                                                                                          | Hora                         | 7            | \$ 5,00                | \$ 35,00  |
| Nivelado                                                                                         | Hora                         | 3            | \$ 5,00                | \$ 15,00  |
|                                                                                                  |                              |              | Subtotal 2             | \$ 85,00  |
| 3. ADQUISICIÓN DE INSUMOS                                                                        |                              |              |                        |           |
| Semilla Registrada                                                                               | Kg.                          | 50           | \$ 0,90                | \$ 45,00  |
| Tamo quemado                                                                                     | sacas (50Kg)                 | 1            | \$ 1,00                | \$ 1,00   |
| Butachlor                                                                                        | lt.                          | 2            | \$ 7,50                | \$ 15,00  |
| Mesulfuron Metil                                                                                 | sobre de 250g                | 1            | \$ 7,00                | \$ 7,00   |
| Endosulfan                                                                                       | lt.                          | 1            | \$ 10,00               | \$ 10,00  |
|                                                                                                  |                              |              | Subtotal 3             | \$ 78,00  |
| 4. ADQUISICIÓN DE FERTILIZANTES                                                                  |                              |              |                        |           |
| Urea                                                                                             | sacos (50Kg)                 | 3,56         | \$ 25,00               | \$ 89,00  |
|                                                                                                  |                              |              | Subtotal 4             | \$ 89,00  |
| 5. JORNALES –LABORES Y APLICACIÓN                                                                |                              |              |                        |           |
| Siembra transplante                                                                              | Horas                        | 67           | \$ 1,50                | \$ 100,50 |
| Aplicación de briquetas                                                                          | Horas                        | 67           | \$ 1,50                | \$ 100,50 |
| Aplicación de herbicidas                                                                         | Tanque de 200 lt.            | 8            | \$ 1,50                | \$ 12,00  |
| Aplicación de Insecticidas                                                                       | Tanque de 200 lt.            | 8            | \$ 1,50                | \$ 12,00  |
| Aplicación de riego                                                                              | Horas                        | 22           | \$ 1,50                | \$ 33,00  |
| Deshierba manual                                                                                 | Horas                        | 67           | \$ 1,50                | \$ 100,50 |
|                                                                                                  |                              |              | Subtotal 5             | \$ 358,50 |
| 6. COSECHA (SACAS 205 Lb)                                                                        |                              |              |                        |           |
| Cosecha Tradicional                                                                              | Saco                         | 61,24        | \$ 2,50                | \$ 153,10 |
|                                                                                                  |                              |              | Subtotal 6             | \$ 153,10 |
| Costo Total por Ha.                                                                              | SUMA SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6)  |              | \$ 790,60              |           |
| Imprevisto                                                                                       | 10,0%                        |              | \$ 79,06               |           |
|                                                                                                  |                              | TOTAL COSTOS | \$ 869,66              |           |
|                                                                                                  |                              |              | Precio saca de 205 lb. | \$ 28,00  |
| Ingreso Bruto                                                                                    | 61,24 sacas de 205 lb.       |              | \$ 1.714,72            |           |
| Ingreso Neto                                                                                     | Ingreso Bruto - Total Costos |              | \$ 845,06              |           |

## ANEXO 14. Costo de Producción (Tratamiento # 2)

| Costo de Producción del Cultivo de Arroz Variedad – F-50.<br>Tratamiento # 2 Briquetas (Urea con 10% de Zeolita) |                              |          |                        |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------|------------------------|-----------|
| Concepto                                                                                                         | Unidad                       | Cantidad | Costo Unitario         | Subtotal  |
| 1. ANÁLISIS DE SUELO                                                                                             |                              |          |                        |           |
| Análisis de Suelo                                                                                                | muestra                      | 1        | \$ 27,00               | \$ 27,00  |
|                                                                                                                  |                              |          | Subtotal 1             | \$ 27,00  |
| 2. PREPARACIÓN DE SUELO                                                                                          |                              |          |                        |           |
| Repicado                                                                                                         | Hora                         | 7        | \$ 5,00                | \$ 35,00  |
| Fangueo                                                                                                          | Hora                         | 7        | \$ 5,00                | \$ 35,00  |
| Nivelado                                                                                                         | Hora                         | 3        | \$ 5,00                | \$ 15,00  |
|                                                                                                                  |                              |          | Subtotal 2             | \$ 85,00  |
| 3. ADQUISICIÓN DE INSUMOS                                                                                        |                              |          |                        |           |
| Semilla Registrada                                                                                               | Kg.                          | 50       | \$ 0,90                | \$ 45,00  |
| Tamo quemado                                                                                                     | sacas (50Kg)                 | 1        | \$ 1,00                | \$ 1,00   |
| Butachlor                                                                                                        | lt.                          | 2        | \$ 7,50                | \$ 15,00  |
| Mesulfuron Metil                                                                                                 | sobre de 250g                | 1        | \$ 7,00                | \$ 7,00   |
| Endosulfan                                                                                                       | lt.                          | 1        | \$ 10,00               | \$ 10,00  |
|                                                                                                                  |                              |          | Subtotal 3             | \$ 78,00  |
| 4. ADQUISICIÓN DE FERTILIZANTES                                                                                  |                              |          |                        |           |
| Urea                                                                                                             | sacos (50Kg)                 | 3,56     | \$ 25,00               | \$ 89,00  |
| Zeolita 10%                                                                                                      | sacos (50Kg)                 | 0,036    | \$ 5,00                | \$ 0,18   |
|                                                                                                                  |                              |          | Subtotal 4             | \$ 89,00  |
| 5. JORNALES –LABORES Y APLICACIÓN                                                                                |                              |          |                        |           |
| Siembra transplante                                                                                              | Horas                        | 67       | \$ 1,50                | \$ 100,50 |
| Aplicación de briquetas                                                                                          | Horas                        | 80       | \$ 1,50                | \$ 120,00 |
| Aplicación de herbicidas                                                                                         | Tanque de 200 lt.            | 8        | \$ 1,50                | \$ 12,00  |
| Aplicación de Insecticidas                                                                                       | Tanque de 200 lt.            | 8        | \$ 1,50                | \$ 12,00  |
| Aplicación de riego                                                                                              | Horas                        | 22       | \$ 1,50                | \$ 33,00  |
| Deshierba manual                                                                                                 | Horas                        | 67       | \$ 1,50                | \$ 100,50 |
|                                                                                                                  |                              |          | Subtotal 5             | \$ 378,00 |
| 6. COSECHA (SACAS 205 Lb)                                                                                        |                              |          |                        |           |
| Cosecha Tradicional                                                                                              | Saco                         | 67,18    | \$ 2,50                | \$ 167,95 |
|                                                                                                                  |                              |          | Subtotal 6             | \$ 167,95 |
| Costo Total por Ha.                                                                                              | SUMA SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6)  |          | \$                     | 824,95    |
| Imprevisto                                                                                                       | 10,0%                        |          | \$                     | 82,50     |
|                                                                                                                  |                              |          | TOTAL COSTOS           | \$ 907,45 |
|                                                                                                                  |                              |          | Precio saca de 205 lb. | \$ 28,00  |
| Ingreso Bruto                                                                                                    | 67,18 sacas de 205 lb.       |          | \$                     | 1.881,04  |
| Ingreso Neto                                                                                                     | Ingreso Bruto - Total Costos |          | \$                     | 973,60    |

### ANEXO 15. Costo de Producción (Tratamiento # 3)

| Costo de Producción del Cultivo de Arroz Variedad – F-50.<br>Tratamiento # 3 Briquetas (Urea con 20% de Zeolita) |                                     |                     |                               |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------|
| Concepto                                                                                                         | Unidad                              | Cantidad            | Costo Unitario                | Subtotal         |
| <b>1. ANÁLISIS DE SUELO</b>                                                                                      |                                     |                     |                               |                  |
| Análisis de Suelo                                                                                                | muestra                             | 1                   | \$ 27,00                      | \$ 27,00         |
|                                                                                                                  |                                     |                     | <b>Subtotal 1</b>             | <b>\$ 27,00</b>  |
| <b>2. PREPARACIÓN DE SUELO</b>                                                                                   |                                     |                     |                               |                  |
| Repicado                                                                                                         | Hora                                | 7                   | \$ 5,00                       | \$ 35,00         |
| Fangueo                                                                                                          | Hora                                | 7                   | \$ 5,00                       | \$ 35,00         |
| Nivelado                                                                                                         | Hora                                | 3                   | \$ 5,00                       | \$ 15,00         |
|                                                                                                                  |                                     |                     | <b>Subtotal 2</b>             | <b>\$ 85,00</b>  |
| <b>3. ADQUISICIÓN DE INSUMOS</b>                                                                                 |                                     |                     |                               |                  |
| Semilla Registrada                                                                                               | Kg.                                 | 50                  | \$ 0,90                       | \$ 45,00         |
| Tamo quemado                                                                                                     | sacas (50Kg)                        | 1                   | \$ 1,00                       | \$ 1,00          |
| Butachlor                                                                                                        | lt.                                 | 2                   | \$ 7,50                       | \$ 15,00         |
| Mesulfuron Metil                                                                                                 | sobre de 250g                       | 1                   | \$ 7,00                       | \$ 7,00          |
| Endosulfan                                                                                                       | lt.                                 | 1                   | \$ 10,00                      | \$ 10,00         |
|                                                                                                                  |                                     |                     | <b>Subtotal 3</b>             | <b>\$ 78,00</b>  |
| <b>4. ADQUISICIÓN DE FERTILIZANTES</b>                                                                           |                                     |                     |                               |                  |
| Urea                                                                                                             | sacos (50Kg)                        | 3,56                | \$ 25,00                      | \$ 89,00         |
| Zeolita 20%                                                                                                      | sacos (50Kg)                        | 0,713               | \$ 5,00                       | \$ 3,57          |
|                                                                                                                  |                                     |                     | <b>Subtotal 4</b>             | <b>\$ 89,00</b>  |
| <b>5. JORNALES –LABORES Y APLICACIÓN</b>                                                                         |                                     |                     |                               |                  |
| Siembra transplante                                                                                              | Horas                               | 67                  | \$ 1,50                       | \$ 100,50        |
| Aplicación de briquetas                                                                                          | Horas                               | 100                 | \$ 1,50                       | \$ 150,00        |
| Aplicación de herbicidas                                                                                         | Tanque de 200 lt.                   | 8                   | \$ 1,50                       | \$ 12,00         |
| Aplicación de Insecticidas                                                                                       | Tanque de 200 lt.                   | 8                   | \$ 1,50                       | \$ 12,00         |
| Aplicación de riego                                                                                              | Horas                               | 22                  | \$ 1,50                       | \$ 33,00         |
| Deshierba manual                                                                                                 | Horas                               | 67                  | \$ 1,50                       | \$ 100,50        |
|                                                                                                                  |                                     |                     | <b>Subtotal 5</b>             | <b>\$ 408,00</b> |
| <b>6. COSECHA (SACAS 205 Lb)</b>                                                                                 |                                     |                     |                               |                  |
| Cosecha Tradicional                                                                                              | Saco                                | 68,4                | \$ 2,50                       | \$ 171,00        |
|                                                                                                                  |                                     |                     | <b>Subtotal 6</b>             | <b>\$ 171,00</b> |
| <b>Costo Total por Ha.</b>                                                                                       | <b>SUMA SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6)</b>  |                     | <b>\$ 858,00</b>              |                  |
| <b>Imprevisto</b>                                                                                                |                                     | <b>10,0%</b>        | <b>\$ 85,80</b>               |                  |
|                                                                                                                  |                                     | <b>TOTAL COSTOS</b> | <b>\$ 943,80</b>              |                  |
|                                                                                                                  |                                     |                     | <b>Precio saca de 205 lb.</b> | <b>\$ 28,00</b>  |
| <b>Ingreso Bruto</b>                                                                                             | <b>68,40 sacas de 205 lb.</b>       |                     | <b>\$ 1.915,20</b>            |                  |
| <b>Ingreso Neto</b>                                                                                              | <b>Ingreso Bruto - Total Costos</b> |                     | <b>\$ 971,40</b>              |                  |

## ANEXO 16. Costo de Producción (Tratamiento # 4)

| Costo de Producción del Cultivo de Arroz Variedad – F-50.<br>Tratamiento # 4 (Urea + 10% de Zeolita) Voleo |                              |          |                        |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------|------------------------|-----------|
| Concepto                                                                                                   | Unidad                       | Cantidad | Costo Unitario         | Subtotal  |
| 1. ANÁLISIS DE SUELO                                                                                       |                              |          |                        |           |
| Análisis de Suelo                                                                                          | muestra                      | 1        | \$ 27,00               | \$ 27,00  |
|                                                                                                            |                              |          | Subtotal 1             | \$ 27,00  |
| 2. PREPARACIÓN DE SUELO                                                                                    |                              |          |                        |           |
| Repicado                                                                                                   | Hora                         | 7        | \$ 5,00                | \$ 35,00  |
| Fangueo                                                                                                    | Hora                         | 7        | \$ 5,00                | \$ 35,00  |
| Nivelado                                                                                                   | Hora                         | 3        | \$ 5,00                | \$ 15,00  |
|                                                                                                            |                              |          | Subtotal 2             | \$ 85,00  |
| 3. ADQUISICIÓN DE INSUMOS                                                                                  |                              |          |                        |           |
| Semilla Registrada                                                                                         | Kg.                          | 50       | \$ 0,90                | \$ 45,00  |
| Tamo quemado                                                                                               | sacas (50Kg)                 | 1        | \$ 1,00                | \$ 1,00   |
| Butachlor                                                                                                  | lt.                          | 2        | \$ 7,50                | \$ 15,00  |
| Mesulfuron Metil                                                                                           | sobre de 250g                | 1        | \$ 7,00                | \$ 7,00   |
| Endosulfan                                                                                                 | lt.                          | 1        | \$ 10,00               | \$ 10,00  |
|                                                                                                            |                              |          | Subtotal 3             | \$ 78,00  |
| 4. ADQUISICIÓN DE FERTILIZANTES                                                                            |                              |          |                        |           |
| Urea                                                                                                       | sacos (50Kg)                 | 3,56     | \$ 25,00               | \$ 89,00  |
| Zeolita 10%                                                                                                | sacos (50Kg)                 | 0,036    | \$ 5,00                | \$ 0,18   |
|                                                                                                            |                              |          | Subtotal 4             | \$ 89,00  |
| 5. JORNALES –LABORES Y APLICACIÓN                                                                          |                              |          |                        |           |
| Siembra transplante                                                                                        | Horas                        | 67       | \$ 1,50                | \$ 100,50 |
| Aplicación de ( U + 10% Z) voleada                                                                         | Horas                        | 20       | \$ 1,50                | \$ 30,00  |
| Aplicación de herbicidas                                                                                   | Tanque de 200 lt.            | 8        | \$ 1,50                | \$ 12,00  |
| Aplicación de Insecticidas                                                                                 | Tanque de 200 lt.            | 8        | \$ 1,50                | \$ 12,00  |
| Aplicación de riego                                                                                        | Horas                        | 22       | \$ 1,50                | \$ 33,00  |
| Deshierba manual                                                                                           | Horas                        | 67       | \$ 1,50                | \$ 100,50 |
|                                                                                                            |                              |          | Subtotal 5             | \$ 288,00 |
| 6. COSECHA (SACAS 205 Lb)                                                                                  |                              |          |                        |           |
| Cosecha Tradicional                                                                                        | Saco                         | 49,02    | \$ 2,50                | \$ 122,55 |
|                                                                                                            |                              |          | Subtotal 6             | \$ 122,55 |
| Costo Total por Ha.                                                                                        | SUMA SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6)  |          | \$ 689,55              |           |
| Imprevisto                                                                                                 | 10,0%                        |          | \$ 68,96               |           |
|                                                                                                            | TOTAL COSTOS                 |          | \$ 758,51              |           |
|                                                                                                            |                              |          | Precio saca de 205 lb. | \$ 28,00  |
| Ingreso Bruto                                                                                              | 49,02 sacas de 205 lb.       |          | \$ 1.372,56            |           |
| Ingreso Neto                                                                                               | Ingreso Bruto - Total Costos |          | \$ 614,06              |           |

## ANEXO 17. Costo de Producción (Tratamiento # 5)

| Costo de Producción del Cultivo de Arroz Variedad – F-50.<br>Tratamiento # 5 (Urea + 20% de Zeolita) Voleo |                              |           |                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------|----------------|-----------|
|                                                                                                            |                              |           |                |           |
| Concepto                                                                                                   | Unidad                       | Cantidad  | Costo Unitario | Subtotal  |
|                                                                                                            |                              |           |                |           |
| 1. ANÁLISIS DE SUELO                                                                                       |                              |           |                |           |
| Análisis de Suelo                                                                                          | muestra                      | 1         | \$ 27,00       | \$ 27,00  |
|                                                                                                            |                              |           | Subtotal 1     | \$ 27,00  |
| 2. PREPARACIÓN DE SUELO                                                                                    |                              |           |                |           |
| Repicado                                                                                                   | Hora                         | 7         | \$ 5,00        | \$ 35,00  |
| Fanguero                                                                                                   | Hora                         | 7         | \$ 5,00        | \$ 35,00  |
| Nivelado                                                                                                   | Hora                         | 3         | \$ 5,00        | \$ 15,00  |
|                                                                                                            |                              |           | Subtotal 2     | \$ 85,00  |
| 3. ADQUISICIÓN DE INSUMOS                                                                                  |                              |           |                |           |
| Semilla Registrada                                                                                         | Kg.                          | 50        | \$ 0,90        | \$ 45,00  |
| Tamo quemado                                                                                               | sacas (50Kg)                 | 1         | \$ 1,00        | \$ 1,00   |
| Butachlor                                                                                                  | lt.                          | 2         | \$ 7,50        | \$ 15,00  |
| Mesulfuron Metil                                                                                           | sobre de 250g                | 1         | \$ 7,00        | \$ 7,00   |
| Endosulfan                                                                                                 | lt.                          | 1         | \$ 10,00       | \$ 10,00  |
|                                                                                                            |                              |           | Subtotal 3     | \$ 78,00  |
| 4. ADQUISICIÓN DE FERTILIZANTES                                                                            |                              |           |                |           |
| Urea                                                                                                       | sacos (50Kg)                 | 3,56      | \$ 25,00       | \$ 89,00  |
| Zeolita 20%                                                                                                | sacos (50Kg)                 | 0,713     | \$ 5,00        | \$ 3,57   |
|                                                                                                            |                              |           | Subtotal 4     | \$ 89,00  |
| 5. JORNALES –LABORES Y APLICACIÓN                                                                          |                              |           |                |           |
| Siembra transplante                                                                                        | Horas                        | 67        | \$ 1,50        | \$ 100,50 |
| Aplicación de (U + 20% Z) voleada                                                                          | Horas                        | 33,33     | \$ 1,50        | \$ 50,00  |
| Aplicación de herbicidas                                                                                   | Tanque de 200 lt.            | 8         | \$ 1,50        | \$ 12,00  |
| Aplicación de Insecticidas                                                                                 | Tanque de 200 lt.            | 8         | \$ 1,50        | \$ 12,00  |
| Aplicación de riego                                                                                        | Horas                        | 22        | \$ 1,50        | \$ 33,00  |
| Deshierba manual                                                                                           | Horas                        | 67        | \$ 1,50        | \$ 100,50 |
|                                                                                                            |                              |           | Subtotal 5     | \$ 308,00 |
| 6. COSECHA (SACAS 205 Lb)                                                                                  |                              |           |                |           |
| Cosecha Tradicional                                                                                        | Saco                         | 53,19     | \$ 2,50        | \$ 132,98 |
|                                                                                                            |                              |           | Subtotal 6     | \$ 132,98 |
| Costo Total por Ha.                                                                                        | SUMA SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6)  |           | \$ 719,97      |           |
| Imprevisto                                                                                                 | 10,0%                        |           | \$ 72,00       |           |
| TOTAL COSTOS                                                                                               |                              | \$ 791,97 |                |           |
| Precio saca de 205 lb.                                                                                     |                              |           | \$ 28,00       |           |
| Ingreso Bruto                                                                                              | 53,19 sacas de 205 lb.       |           | \$ 1.489,32    |           |
| Ingreso Neto                                                                                               | Ingreso Bruto - Total Costos |           | \$ 697,35      |           |

## ANEXO 18. Costo de Producción (Tratamiento # 6)

| Costo de Producción del Cultivo de Arroz Variedad – F-50.<br>Tratamiento # 6 (Testigo Absoluto) |                              |          |                        |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------|------------------------|-----------|
|                                                                                                 |                              |          |                        |           |
| Concepto                                                                                        | Unidad                       | Cantidad | Costo Unitario         | Subtotal  |
| 1. ANÁLISIS DE SUELO                                                                            |                              |          |                        |           |
| Análisis de Suelo                                                                               | muestra                      | 1        | \$ 27,00               | \$ 27,00  |
|                                                                                                 |                              |          | Subtotal 1             | \$ 27,00  |
| 2. PREPARACIÓN DE SUELO                                                                         |                              |          |                        |           |
| Repicado                                                                                        | Hora                         | 7        | \$ 5,00                | \$ 35,00  |
| Fangueo                                                                                         | Hora                         | 7        | \$ 5,00                | \$ 35,00  |
| Nivelado                                                                                        | Hora                         | 3        | \$ 5,00                | \$ 15,00  |
|                                                                                                 |                              |          | Subtotal 2             | \$ 85,00  |
| 3. ADQUISICIÓN DE INSUMOS                                                                       |                              |          |                        |           |
| Semilla Registrada                                                                              | Kg.                          | 50       | \$ 0,90                | \$ 45,00  |
| Tamo quemado                                                                                    | sacas (50Kg)                 | 1        | \$ 1,00                | \$ 1,00   |
| Butachlor                                                                                       | lt.                          | 2        | \$ 7,50                | \$ 15,00  |
| Mesulfuron Metil                                                                                | sobre de 250g                | 1        | \$ 7,00                | \$ 7,00   |
| Endosulfan                                                                                      | lt.                          | 1        | \$ 10,00               | \$ 10,00  |
|                                                                                                 |                              |          | Subtotal 3             | \$ 78,00  |
| 4. ADQUISICIÓN DE FERTILIZANTES                                                                 |                              |          |                        |           |
| Urea                                                                                            | 0                            | 0        | \$ -                   | \$ -      |
|                                                                                                 |                              |          | Subtotal 4             | \$ -      |
| 5. JORNALES –LABORES Y APLICACIÓN                                                               |                              |          |                        |           |
| Siembra transplante                                                                             | Horas                        | 67       | \$ 1,50                | \$ 100,50 |
| Aplicación de briquetas, Urea, Zeolita                                                          | 0                            | 0        | \$ -                   | \$ -      |
| Aplicación de herbicidas                                                                        | Tanque de 200 lt.            | 8        | \$ 1,50                | \$ 12,00  |
| Aplicación de Insecticidas                                                                      | Tanque de 200 lt.            | 8        | \$ 1,50                | \$ 12,00  |
| Aplicación de riego                                                                             | Horas                        | 22       | \$ 1,50                | \$ 33,00  |
| Deshierba manual                                                                                | Horas                        | 67       | \$ 1,50                | \$ 100,50 |
|                                                                                                 |                              |          | Subtotal 5             | \$ 258,00 |
| 6. COSECHA (SACAS 205 Lb)                                                                       |                              |          |                        |           |
| Cosecha Tradicional                                                                             | Saco                         | 39,52    | \$ 2,50                | \$ 98,80  |
|                                                                                                 |                              |          | Subtotal 6             | \$ 98,80  |
| Costo Total por Ha.                                                                             | SUMA SUBTOTAL (1+2+3+4+5+6)  |          | \$                     | 546,80    |
| Imprevisto                                                                                      | 10,0%                        |          | \$                     | 54,68     |
|                                                                                                 |                              |          | TOTAL COSTOS           | \$ 601,48 |
|                                                                                                 |                              |          |                        |           |
|                                                                                                 |                              |          | Precio saca de 205 lb. | \$ 28,00  |
|                                                                                                 |                              |          |                        |           |
| Ingreso Bruto                                                                                   | 39,52 sacas de 205 lb.       |          | \$                     | 1.106,56  |
| Ingreso Neto                                                                                    | Ingreso Bruto - Total Costos |          | \$                     | 505,08    |

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. MANUAL DEL CULTIVO DE ARROZ N° 66, Segunda edición; Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (Estación experimental Boliche). Año 2007.
2. ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA TOMO II; Producción Agrícola I, Santa fe, Bogotá.1995.
3. AGRICULTURA DEL ARROZ; AREA PRODUCCIÓN VEGETAL, Primera Edición, octava impresión, México 1993.
4. MANUAL DE TRILLAS PARA LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA.
5. Yoshida, S. 1981. Climatic Environment and is influence. In Fundamentals Rice Crop Science.
6. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias EC). Programa de arroz 2005, Inventario Tecnológico del Cultivo del Arroz 38 pág.



7. Cuevas Medina Alfredo, Cincuenta razones para sembrar FEDEARROZ – 50, <http://www.Fedearroz.com.co/arroz/458/resumenshtm#5>.
8. Tesis de Grado; Evaluación de cinco dosis de aplicación de cenizas de cascarillas de arroz como fuente de silicio y complemento a la fertilización con fósforo y potasio en el cultivo de arroz (*Oryza Sativa* L), variedad F-50. Autor: Livingshtone Arístides Andrade Barragán. ESPOL - 2005.
9. La semilla del cambio F-50, Fedearroz (INDIA). Tríptico divulgativo. 2008.
10. Andrade, F; Celi R; Hurtado J. 2006 INIAP 15: Nueva Variedad de Arroz de Alto Rendimiento y Calidad de Grano Superior. Yaguachi, EC.
11. Proyecto de Graduación; Autor, Cesar Augusto Sáenz Flores:  
“Adopción de la Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) por parte de tres pequeños agricultores de la Asociación América Lomas en los sectores Brisas de Daule, Huachichar y La Rinconada en

sistemas de producción de Arroz (*Oriza sativa*) de la Provincia del Guayas". ESPOL - 2010.

12. IFDC (2007). Bangladesh to Dramatically Expand Technology that Doubles Efficiency of Urea fertilizer Use. Science Daily. Retrieved (February 28, 2008) from [http:// www. Sciencedaly. Com/ realeses/ 2007/ 12/ 071218192026.htm](http://www.Sciencedaily.Com/ realeses/ 2007/ 12/ 071218192026.htm).
13. Savant, N. and Stangel, P. 1990, Deep Placement of urea Super Granules in Transplanted Rice: Principles and practices. Fertilizer Research.
14. Herrera, H; Cevallos, B; Zapata, R; Maldonado, A; Pino, P; Guerra. "Principios Básicos para el Manejo Integrado de las Malezas del Arroz en el Ecuador." In Unidades de Aprendizaje para la Capacitación en Tecnología de Producción de Arroz. (Eds. MAG, CIAT, INIAP, PROTECA, PNAR, EC.
15. Alcivar, S (1997). La fertilización del cultivo de Arroz en el Ecuador. Manejo Integrado del Cultivo de Arroz en los Sistemas de Riego y Secano.
16. Fertiagrosa (diciembre 2007), Ficha Técnica: Urea 46-00-00.

17. Folleto divulgativo (La Clinoptilolita) zeolita natural. [www.Zeoprima.com](http://www.Zeoprima.com)
18. Orlando Contreras Bernal: Diseño y Cálculo de una Máquina para Producir Briquetas de Urea. Facultad de ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. ESPOL. - 2005.
19. Proyecto de Graduación: Evaluación de Diferentes Niveles de Nitrógeno Mediante la Aplicación de Briquetas de Urea como Alternativa para Pequeños Productores de Arroz (*Oriza Sativa*), En La Parroquia San Juan, Cantón Pueblo Viejo, Provincia De Los Ríos". Autor: David Manuel Aguirre Coronel. ESPOL - 2009.
20. Pagina (<http://www.unetad.org/infocomm/espagnol/arroz/descripc.htm>.  
<http://www.Arroz.com>.
21. "Análisis del Efecto de la Zeolitas Naturales sobre la Eficiencia de la Urea en el cultivo de Arroz". MAGAP- INIAP – BNF (tecnología 1). (tecnología 2) ESPOL, Fundación para el desarrollo Agrícola Rural- FUNDAR, Programa de Apoyo Alimentario. "Análisis de dos Tecnologías para el Aumento de la Eficiencia de Asimilación de nitrógeno (urea) en el Cultivo de Arroz."

22. Tascón, E, 1985. Madurez, Cosecha y Trilla del Arroz. In Arroz: Investigación y Producción. Cursos de Capacitación sobre Arroz. Eds. E. Tascón; E. García. Cali, CO, CIAT (Centro de Investigaciones de Agricultura Tropical).

23. James Wargo, agrónomo de la empresa Georgia- Pacific, briquetas de urea, [www.hortalizas.com/pdh/? storid = 1313](http://www.hortalizas.com/pdh/?storid=1313).