



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de
la Producción

"Análisis de la Aplicación Profunda de Briquetas de
Urea en el Cultivo de Arroz por Siembra al Voleo,
Ubicado en la parroquia Febres Cordero, cantón
Babahoyo, provincia de Los Ríos."

PROYECTO DE GRADUACION

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:
INGENIERA AGRICOLA Y BIOLÓGICA

PRESENTADA POR:

Tatiana Solange Villalva León

Guayaquil - Ecuador

Año 2010

AGRADECIMIENTO

A MI PAPI, Y A MIS
PROFESORES, QUIEN CON
SUS CONOCIMIENTOS Y
SUGERENCIAS ME SUPIERON
GUIAR A LO LARGO DEL
PRESENTE TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN.

DEDICATORIA

A DIOS.

A MIS PADRES SR. ADOLFO
VILLALVA, SRA. CECILIA LEÓN,
POR SU COMPRENSION Y
APOYO INCONDICIONAL.

MI HERMANA MUCHOS EXITOS
EN SU VIDA PROFESIONAL.

A MI SAMU, POR SU APOYO, Y
COMPAÑÍA A LO LARGO DE MI
CARRERA.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ph.D Paul Herrera S.
DIRECTOR DE PROYECTO

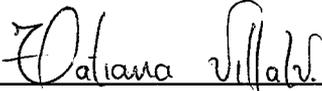


Ph.D. James A. Sterns
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Tatiana Solange Villalva León

RESUMEN

En el cultivo de arroz, uno de los principales elementos que se necesita para el desarrollo de la planta es el nitrógeno. Este al ser absorbido preferentemente en forma amoniacal, pasa por diferentes procesos; volatilización, nitrificación, y desnitrificación, alcanzando así pérdidas entre 60% a 70% del nitrógeno aplicado, lo que conlleva al aumento de las dosis de este elemento, el cual se encuentra disponible como abono edáfico en la "Urea".

Bajo esta problemática se han realizado estudios en países asiáticos, donde se encontró una alternativa de fertilización, aplicación profunda de briquetas de urea (APBU), para los pequeños productores de arroz, la cual consiste en introducir las briquetas de urea en el suelo fangoso a una profundidad de 7 cm aproximadamente, éstas a su vez se liberan lentamente lo que disminuye las pérdidas por volatilización y lixiviación, a cual está sujeta la urea cuando es aplicada al voleo.

El objetivo del presente estudio fue validar la tecnología APBU para los medianos y grandes productores en la provincia de los Ríos, para lo cual se realizaron tratamientos, donde los factores a medir fueron la cantidad y metodología de aplicación de las briquetas de urea.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|------|
| RESUMEN | I |
| ÍNDICE GENERAL | II |
| ABREVIATURAS | III |
| ÍNDICE DE FIGURAS | IV |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | V |
| ÍNDICE DE TABLAS | VI |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| CAPÍTULO 1 | |
| 1. Origen e Historia del Arroz..... | 3 |
| 1.1. Taxonomía..... | 4 |
| 1.2. Morfología de la Planta de Arroz..... | 4 |
| 1.2.1. Fase Vegetativa..... | 4 |
| 1.2.2. Fase Reproductiva..... | 8 |
| 1.2.3. Fase Maduración..... | 10 |
| 1.3. Variedades..... | 10 |
| 1.4. Requerimientos Edafoclimáticos del Arroz..... | 11 |
| 1.5. Labores Culturales..... | 14 |
| 1.5.1. Preparación de Terreno..... | 14 |
| 1.5.2. Siembra..... | 14 |
| 1.5.3. Riego y Drenaje..... | 15 |
| 1.5.4. Fertilización..... | 15 |
| 1.5.5. Malezas..... | 17 |
| 1.5.6. Plagas y Enfermedades..... | 18 |
| 1.6. Cosecha..... | 20 |
| 1.7. Importancia Económica del Arroz..... | 21 |
| 1.8. Ciclo del Nitrógeno en el Arroz..... | 22 |
| 1.9. Importancia del Nitrógeno en el Arroz..... | 23 |

| | |
|--|----|
| 1.11. Tecnología Aplicación Profunda de Briquetas de Urea en el Arroz..... | 25 |
| 1.12. Aplicación de Nitrógeno en Pre-siembra..... | 26 |

CAPÍTULO 2

| | |
|-------------------------------------|----|
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 28 |
| 2.1. Ubicación del ensayo..... | 28 |
| 2.2. Materiales y Herramientas..... | 28 |
| 2.3. Metodología..... | 29 |
| 2.3.1. Diseño Experimental..... | 29 |
| 2.3.2. Fase de Campo..... | 30 |
| 2.3.3. Fase de Laboratorio..... | 34 |
| 2.4. Medición de Variables..... | 34 |

CAPÍTULO 3

| | |
|---|----|
| 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS..... | 36 |
| 3.1. Análisis Agronómico..... | 37 |
| 3.1.1. Variable Promedio de Macollos por metro cuadrado..... | 37 |
| 3.1.2. Variable Promedio del Largo de la Espiga por Planta..... | 40 |
| 3.1.3. Variable Rendimiento..... | 43 |
| 3.2. Análisis Económico..... | 46 |

CAPÍTULO 4

| | |
|--|----|
| 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 47 |
|--|----|

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

| | |
|----------------|-------------------------------|
| m | Metros |
| cm | Centímetros |
| m ² | Metros cuadrados |
| ha | Hectáreas |
| °C | Grados Centígrados |
| msnm | Metros sobre el nivel del mar |
| gr | Gramos |
| Kg | Kilogramos |
| N | Nitrógeno |
| pH | Potencial de hidrógeno |
| D.D.S. | Días después de la siembra |
| T-1 | Tratamiento 1 |
| T-2 | Tratamiento 2 |
| T-3 | Tratamiento 3 |
| T-4 | Tratamiento 4 |
| T-5 | Tratamiento 5 |
| T-6 | Tratamiento 6 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura #1 Briketas de Urea | 25 |
| Figura #2 Aplicación Profunda de Briketas de Urea | 25 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | Pág. |
|--|------|
| Gráfico #1 Diseño Experimental | 30 |
| Gráfico #2 Promedio de Macollos por Metro Cuadrado | 37 |
| Gráfico #3 Promedio de Largo de Espiga por Planta | 40 |
| Gráfico #4 Producción sacas de 205 l/ha | 43 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. | |
|------------|--|----|
| Tabla #1 | Representación de Tratamientos | 29 |
| Tabla #2 | Análisis ANOVA del Numero de Macollos por metro cuadrado | 38 |
| Tabla #2.1 | Test of Homogeneity of Variances del Numero de Macollos por metro cuadrado | 38 |
| Tabla #2.2 | Análisis Múltiple Comparación de Tukey de Macollos por metro cuadrado | 39 |
| Tabla #2.3 | Resumen del Análisis Múltiple Comparación de Macollos por metro cuadrado | 40 |
| Tabla #3 | Análisis ANOVA de la variable Promedio del Largo de Espiga por Planta | 41 |
| Tabla #3.1 | Test of Homogeneity of Variances de la variable Promedio del Largo de Espiga por Planta | 41 |
| Tabla #3.2 | Análisis Múltiple Comparación de Tamhane del Largo de Espiga por Planta | 42 |
| Tabla #3.3 | Resumen del Análisis Múltiple Comparación del Largo de Espiga por Planta | 43 |
| Tabla #4 | Análisis ANOVA de la variable Producción en sacas de 205 lb/ha. | 44 |
| Tabla #4.1 | Test of Homogeneity of Variances del Producción en sacas de 205 lb/ha. | 44 |
| Tabla #4.2 | Análisis Múltiple Comparación de Tukey del Producción en sacas de 205 lb/ha. | 45 |
| Tabla #4.3 | Resumen del Análisis Múltiple Comparación Producción en sacas de 205 lb/ha | 46 |
| Tabla #5 | Análisis Económico | 46 |

INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los principales productores de arroz. Esto se debe a que posee condiciones edafo-climáticas óptimas para el desarrollo de la planta. Mayormente se lo cultiva en la zona de Daule y otros lugares de la Cuenca Baja del Río Guayas.

La producción de arroz está concentrada en un 94% en las provincias de Guayas y Los Ríos 52 % y 42% respectivamente. La diferencia (6%) se cultiva en otras provincias del Litoral, en Loja y en la Amazonía, región en la que se cultivan alrededor de 2.300 ha.

El arroz es un cultivo que absorbe el nitrógeno preferentemente en forma amoniacal. En este sentido es muy importante la aplicación de nitrógeno a partir de urea; estudios publicados muestran pérdidas que alcanzan cifras entre 60% a 70% del nitrógeno aplicado.

En el presente trabajo de investigación se propone una alternativa de fertilización para los medianos y grandes productores de arroz, mediante la aplicación profunda de briquetas de urea (APBU), la cual se realizará una vez por ciclo de cultivo, y al ser introducida en el medio anaerobio

RESUMEN

En el cultivo de arroz, uno de los principales elementos que se necesita para el desarrollo de la planta es el nitrógeno. Éste al ser absorbido preferentemente en forma amoniacal, pasa por diferentes procesos; volatilización, nitrificación, y desnitrificación, alcanzando así pérdidas entre 60% a 70% del nitrógeno aplicado, lo que conlleva al aumento de las dosis de este elemento, el cual se encuentra disponible como abono edáfico en la "Urea".

Bajo esta problemática se han realizado estudios en países asiáticos, encontrándose una alternativa de fertilización, aplicación profunda de briquetas de urea (APBU), para los pequeños productores de arroz, la cual consiste en introducir las briquetas de urea en el suelo fangoso a una profundidad de 7 cm aproximadamente, éstas a su vez se liberan lentamente lo que disminuye las pérdidas por volatilización y lixiviación, a cual está sujeta la urea cuando es aplicada al voleo.

El objetivo del presente estudio es la adaptabilidad de la tecnología APBU para los medianos y grandes productores en la provincia de los Ríos, para lo cual se realizaron tratamientos, donde los factores a medir fueron la cantidad y metodología de aplicación de las briquetas de urea.

INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los principales productores de arroz. Esto se debe a que posee condiciones edafo-climáticas óptimas para el desarrollo de la planta. Mayormente se lo cultiva en la zona de Daule y otros lugares de la Cuenca Baja del Río Guayas.

La producción de arroz está concentrada en un 94% en las provincias de Guayas y Los Ríos 52 % y 42% respectivamente. La diferencia (6%) se cultiva en otras provincias del Litoral, en Loja y en la Amazonía, región en la que se cultivan alrededor de 2.300 ha.

El arroz es un cultivo que absorbe el nitrógeno preferentemente en forma amoniacal. En este sentido es muy importante la aplicación de nitrógeno a partir de urea; estudios publicados muestran pérdidas que alcanzan cifras entre 60% a 70% del nitrógeno aplicado.

En el presente trabajo de investigación se propone una alternativa de fertilización para los medianos y grandes productores de arroz, mediante la aplicación profunda de briquetas de urea (APBU), la cual se realizará una vez por ciclo de cultivo, y al ser introducida en el medio anaerobio

fangoso del suelo, se logrará evitar la volatilización del amonio liberado por la urea, y ésta a su vez será asimilada por las plantas de una manera más eficiente.

CAPÍTULO 1

1. Origen e Historia del arroz.

El arroz es uno de los cultivos más antiguos. Se domesticó hace miles de años en Asia (aunque no hay unanimidad respecto al lugar ni el periodo, pero se han encontrado restos de unos 8.000 años de antigüedad en la China) y en África. En la Edad Media, el arroz es introducido en el sur de Europa con la invasión de los moros, a partir del siglo VIII se cultivó en España y Portugal y entre los siglos IX y X también en el sur de Italia. Durante el último milenio se ha introducido progresivamente en el resto de los continentes. En los Estados Unidos se desarrolló a partir de los esclavos negros venidos del oeste de África, donde ya lo conocían.

En Ecuador se registra sus orígenes por el año de 1774, en las zonas de Yaguachi, Babahoyo y Baba. El área de Daule, actualmente es la región arrocería de mayor cultivo, donde se explotaba además ganado vacuno y caballo, cultivos de cacao y algodón (1, 2).

1.1. Taxonomía

Descripción taxonómica de la planta de arroz (1).

| | |
|-------------------|------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Anthophyta |
| Clase | Monocotyledoneae |
| Orden | Cyperales |
| Familia | Poaceae |
| Genero | Oryza |
| Especie | Sativa |
| Nombre científico | Oryza sativa |
| Nombre vulgar | Arroz |

1.2. Morfología de la Planta de Arroz

La morfología del arroz se estudia en tres fases: la fase vegetativa, la fase reproductiva, y la fase de maduración (2).

1.2.1. Fase Vegetativa

Se caracteriza por un activo macollamiento, un gradual incremento de la altura de las plantas, y la emergencia de las hojas a intervalos regulares. Los macollos que no desarrollaron una panoja se llaman macollos infértiles (2).

Plántulas: La germinación da inicio a la fase vegetativa, comienza cuando la radícula o coleoptilo (vainas que recubren al embrión) emerge del cariopse.

En condiciones aeróbicas (siembra convencional) lo primero en emerger desde la coleoriza del embrión (vainas que recubren a la radícula) es la radícula, luego recién lo hace el coleoptilo.

En condiciones anaeróbicas (cuando se realiza siembra en agua o cuando hay anegamiento por lluvias excesivas sobre una siembra convencional) lo primero en emerger es el coleoptilo, mientras que la radícula emerge recién cuando el coleoptilo haya alcanzado un ambiente aeróbico. Cuando las semillas se desarrollan en la oscuridad (cuando se las siembra en forma convencional) emerge la radícula y un tallo corto llamado mesocótilo que mantiene la corona de la planta justo debajo de la superficie. Luego que emerge el coleoptilo por dentro del mesocótilo, recién crece la hoja primaria (2).

Raíces: Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de una naturaleza temporal y las raíces adventicias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven (2).

Tallo: Se compone de nudos e internudos, en orden alterno. Lleva una hoja y un capullo que pueden desarrollarse para constituir un vástago o retoño. El entrenudo maduro es hueco y finamente estriado. Tiene longitud variable, generalmente aumenta de los entrenudos más bajos a los más altos.

Los entrenudos más bajos, en la base del tallo, son cortos y se van haciendo gruesos hasta formar una sección sólida. Varían también en cuanto al grosor, los más bajos tienen mayor diámetro y espesor que los superiores.

Los retoños se desarrollan a partir del tallo principal en orden alterno. Los primarios se desarrollan en los nudos más bajos, produciendo retoños secundarios, a su vez, éstos producen los retoños terciarios (2).

Hojas: las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos (2).

Macollos: El macollamiento comienza cuando la plántula está establecida y generalmente termina cuando se inicia el desarrollo del primordio floral (Inicio de Fase Reproductiva). El número de macollos depende de la densidad de plantas, puede variar de 3 en alta densidad hasta 15 macollos en bajas densidades.

El primer macollo se desarrolla cuando la plántula tiene en unas cinco hojas (a los 15 o 20 días de la emergencia), situándose entre el tallo principal y la segunda hoja contada desde la base. Posteriormente, cuando la sexta hoja aparece, emerge el segundo macollo entre el tallo principal y la tercera hoja. Los macollos que crecen desde el tallo principal se denominan macollos primarios. Estos a su vez pueden generar macollos secundarios los que a su vez también pueden producir macollos terciarios.

Los macollos permanecen adheridos a la planta pero en estadios avanzados estos pueden crecer en forma independientes porque producen su propia raíz (2).

1.2.2. Fase Reproductiva

Se caracteriza por un declinamiento del número de macollos, la emergencia de la hoja bandera, el engrosamiento del tallo por el crecimiento interno de la panoja, la emergencia de la panoja (ocurre unos a 20-25 días luego de la diferenciación del primordio floral), y la floración (2).

La flor o espiguilla: El pedúnculo o pedicelo es la última ramificación de la panícula; puede estar unido a una o más espiguillas.

En el punto de unión de la espiguilla, el pedúnculo se extiende en forma de cúpula. De la estructura anatómica y del funcionamiento variable del tejido de conexión, situado entre el pedúnculo y la espiguilla, depende el fenómeno de la tendencia o resistencia al desgrane y la caída del grano en la maduración (2).

Panoja: La panoja es un grupo de espiguillas nacidas en el nudo superior del tallo. El nudo situado entre el entrenudo superior del tallo y el eje principal de la panoja es la base de la panoja. Esta última aparece con frecuencia como un anillo ciliado y se utiliza para medir la longitud del tallo y la de la panoja.

La rama primaria de la panoja se divide en otras ramas secundarias y, a veces, terciarias. Estas últimas son las que llevan las espiguillas. Las ramas pueden estar dispuestas solas o por parejas. La panoja permanece erecta en el momento de la floración; pero, por lo común, se caen las espiguillas cuando se llenan, maduran y forman los granos.

Las diversas variedades tienen diferencias considerables en cuanto a longitud, forma y ángulo de implantación de ramas primarias, así como también en cuanto al peso y densidad de la panoja (2).

Grano: El grano de arroz se compone del ovario maduro, la lema y la palea, la raquilla, las lemas estériles y las aristas cuando se encuentran endospermo. La lema y la pálea, con

sus estructuras asociadas, constituyen la cáscara, y pueden retirarse mediante la aplicación de una presión giratoria (2).

1.2.3. Fase Maduración

Etapa que empieza con la polinización de las flores en donde las espiguillas se llenan de un líquido lechoso, después la consistencia se vuelve pastosa dura hasta terminar con la maduración del grano. Ésta fase va desde la floración a la madurez total, o llenado del grano y maduración del mismo, va desde los 84 días hasta los 120 días (1, 3).

1.3. Variedades

En la búsqueda permanente de la calidad y de la productividad, en los centros de investigación de todo el mundo, surgen continuamente nuevas variedades de arroz, que se diferencian entre sí por su tamaño, su resistencia a plagas, sus características culinarias, su denominación que se refiere al país de origen o al nombre del centro de investigación donde fueron creadas, entre otros aspectos.

Las principales variedades de arroz que se siembra en Ecuador son: INIAP 11, INIAP 415, INIAP 12, INIAP 14, obtenidos por el

Instituto nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Del total del área sembrada de arroz a nivel nacional el 20% se siembra con semilla certificada, el resto es semilla reciclada o pirata (1).

1.4. Requerimientos Edafoclimáticos del Arroz

Clima: Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados. El cultivo se extiende desde 49-50° de latitud norte a 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 m. de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas (2).

Temperatura: El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima de 40°C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo de 7° C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos,

siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días.

La panícula, usualmente llamada espiga por el agricultor, comienza a formarse unos treinta días antes del espigado, y siete días después de comenzar su formación alcanza ya unos 2 mm. A partir de 15 días antes del espigado se desarrolla la espiga rápidamente, y es éste el período más sensible a las condiciones ambientales adversas.

La floración tiene lugar el mismo día del espigado, o al día siguiente durante las últimas horas de la mañana. Las flores abren sus glumillas durante una o dos horas si el tiempo es soleado y las temperaturas altas. Un tiempo lluvioso y con temperaturas bajas perjudica la polinización.

El mínimo de temperatura para florecer se considera de 15°C. El óptimo de 30°C. Por encima de 50°C no se produce la floración. La respiración alcanza su máxima intensidad cuando la espiga está en zurrón, decreciendo después del espigado. Las temperaturas altas de la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que

el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílica es mayor. Por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos (2).

Suelo: Las condiciones de suelos en que se cultiva el arroz tienen diferentes características físicas, químicas y biológicas, que tienen su origen en la morfología relieve, altitud y textura (2).

Heliofanía: El promedio de exposición de luz solar es de 4 horas diarias (4).

pH: La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico (2).

1.5. Labores Culturales

1.5.1. Preparación de terreno

El laboreo de los suelos arroceros de tierras húmedas o de tierras en seco depende de la técnica de establecimiento del cultivo, de la humedad y de los recursos mecanizados.

En la época de verano; la preparación del terreno consiste en dos pases de fanguero, y en secano (invierno) se utiliza un paso de arado o rastra más romplow (2).

1.5.2. Siembra

Puede realizarse la siembra a voleo, a mano por trasplante, con máquina sembradora centrífuga accionada por tractor.

La cantidad de semilla empleada debe dar lugar a un cierto número de tallos/m², después del ahijamiento, que sea el óptimo productivo para cada variedad, y que produzcan espigas que maduren lo más uniformemente posible. Para las variedades de panícula corta a densa y tallo más bien grueso, el número de tallos/m² más conveniente puede cifrarse en 250-300, mientras que en variedades de panícula larga y abierta, de tallo fino, este número debe estar comprendido entre 300-350 tallos/m².

La dosis media de siembra sería de 140-180 kg de semilla por ha y debe hacerse con el terreno inundado, con unos 5 cm de altura de lámina de agua (2).

1.5.3. Riego y Drenaje

Las necesidades del cultivo de arroz se estiman entre 800mm y 1240mm aproximadamente.

Los períodos de mayor demanda de humedad son el establecimiento de las plantas, el macollamiento y desde la diferenciación 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 (5, 6).

1.5.4. Fertilización

Nitrógeno: Se considera el elemento nutritivo que repercute de forma más directa sobre la producción, pues aumenta el porcentaje de espiguillas rellenas, incrementa la superficie foliar y contribuye además al aumento de calidad del grano (2).

Fosforo: También influye de manera positiva sobre la productividad del arroz, aunque sus efectos son menos espectaculares que los del nitrógeno. El fósforo estimula el desarrollo radicular, favorece el ahijamiento, contribuye a la precocidad y uniformidad de la floración y maduración y mejora la calidad del grano.

El arroz necesita encontrar fósforo disponible en las primeras fases de su desarrollo, por ello es conveniente aportar el abonado fosforado como abonado de fondo. Las cantidades de fósforo a aplicar van desde los 50-80 kg de P_2O_5 /ha. Las primeras cifras se recomiendan para terrenos arcillo limosos, mientras que la última cifra se aplica a terrenos sueltos y ligeros (2).

Potasio: El potasio aumenta la resistencia al encamado, a las enfermedades y a las condiciones climáticas desfavorables. La absorción del potasio durante el ciclo de cultivo transcurre de manera similar a la del nitrógeno. La dosis de potasio a aplicar varían entre 80-150 kg de K_2O /ha. Las cifras altas se utilizan en suelos sueltos y cuando se utilicen dosis altas de nitrógeno (2).

Azufre: Es un constituyente esencial en los aminoácidos que están envueltos en la producción de clorofila en la síntesis de proteína y en funcionamiento y estructura de las plantas, el S es menos móvil que el N en las plantas, por lo tanto la deficiencia de S tiende a presentarse en las hojas jóvenes en contraste con la deficiencia de N donde las hojas viejas se afectan primero, la deficiencia de S resulta un amarillamiento de toda la planta y la clorosis es más pronunciada en las hojas jóvenes, cuyas puntas se tornan necróticas, sin embargo no presenta necrosis en las hojas inferiores como sucede con la deficiencia de N (2).

1.5.5. Malezas

Las malezas que predominan en el cultivo de arroz, son las siguientes: coquito (*Cyperus rotundus*), caminadora (*Rotboellia cochinchinensis*), paja de patillo (*Echinochloa colona*), paja blanca (*Leptochloa sp*) que necesariamente deben ser eliminados por la fuerte competencia por luz y nutrientes hacia la planta (2).

1.5.6. Plagas y Enfermedades

Plagas

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

Hidrelia (*Hydrellia sp*) Ataca al cultivo en sus inicios tanto en almacigo como después del trasplante (2).

Langosta (*Spodoptera sp*) Ataca a las plántulas en los semilleros, destruyéndolos (2).

Sogata (*Tagozodes oryzicolus*) Pica las hojas y transmite el mal de la hoja blanca (virus) (2).

Barrenador del tallo (*Diatraea sacharalis*) Taladra los tallos, la planta se pone amarillenta y detiene su crecimiento (2).

Novia del arroz (*Rupella albinella*) Se alimentan con los verticilos centrales no abiertos de las hojas, devoran el margen interno de las hojas (2).

Enfermedades

Entre las enfermedades más comunes que se encuentran en el cultivo de arroz tenemos:

Piricularia o quemazón del arroz (*Pyricularia oryzae*. Cav): Ataca a toda la planta, especialmente las hojas y los cuellos. Aparecen manchas de color café en las márgenes de las hojas .Las perdidas van del 50 al 90 %. Se puede evitar adquiriendo semilla de calidad “certificada” o seleccionada en la propia parcela (2).

Falso carbón (*Ustilagoidea virens*. Tak) El hongo se desarrolla en forma visible en los ovarios de los granos individuales. Estos se transforman en masas aterciopeladas de color verde (2).

Helminthosporium (*Helminthosporium oryzae*) Se presenta en las hojas, las vainas de las hojas y las glumas. Aparecen manchas de color amarillo pálido, blanco sucio, café o gris (2).

Pudrición del tallo (*Leptosphaeria salvinii. Catt*): Aparecen pequeñas lesiones negras en la parte exterior de las vainas de las hojas, cerca del nivel del agua. El tallo se acama y la planta cae (2).

Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani. Kunh*) Aparecen manchas bastante grandes en las vainas de las hojas. A veces se producen manchas en las hojas y en los tallos por encima del nivel del agua. (2).

1.6. Cosecha

La cosecha se la puede realizar de las siguientes formas:

Cosecha manual.- cortar las plantas utilizando hoces para posteriormente ser trillada a chicoteo golpeando las espigas.

Cosecha mecánica.- cosechadora con llanta en el caso del terreno seco, y cosechadora con orugas, cuando el terreno se encuentre con agua.

1.7. Importancia Económica del Arroz

El arroz es el cultivo que está ampliamente distribuido en el mundo. En el Ecuador constituye el alimento básico para la mayoría de los ecuatorianos, lo que representa el 6.6% de la importancia relativa en relación al gasto total de alimentos. Gracias a los excedentes en la producción, permite importantes ingresos mediante las exportaciones (2).

Es uno de los cultivos que representa gran parte de ingresos de los campesinos en las provincias de Guayas y Los Ríos, y aportan con el 94% de la producción nacional (7).

En la mayoría de los principales países productores de arroz se produce para el consumo interno. Es precisamente en Asia donde están los seis primeros productores de arroz del mundo: China, India, Indonesia, Vietnam, Bangladesh y Tailandia. Son, además de grandes productores, grandes consumidores de dicho cereal de verano, por lo que pocos de estos países se encuentran entre los más exportadores, como es el caso de China e India que, aunque juntos acaparan el 60% de la producción mundial, sólo exportan el 1% de su propia producción, dedicando el resto al consumo interno. El comercio del arroz es, en cualquier caso, pequeño

comparado con el de otros productos agrícolas; así, en la primera mitad de los años 90 del pasado siglo, ha sido del 4% sobre el total de la producción, mientras que en el caso de otros productos como el trigo, el comercio mundial ha representado en el mismo período un 18% con respecto a la producción mundial (2).

1.8. Ciclo del Nitrógeno en el Arroz

El ciclo del nitrógeno sirve para entender como el N se desplaza a través de la tierra, océanos y medio ambiente atmosférico.

Nitrificación .- Consiste en la oxidación biológica del amonio (NH_4^+), primero a nitrito (NO_2^-) y luego a nitrato (NO_3^-), con la intervención de las bacterias nitrificantes del suelo. El amonio se produce tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, pero la formación de nitrato requiere oxígeno, por lo que sí predominan las condiciones reductoras, la formación de nitrato se ve dificultada. Estas reacciones de oxidación producen acidez (8).

Desnitrificación .- Es la conversión (reducción), por acción de bacterias heterótrofas en condiciones anaerobias y en presencia de carbono asimilable, del nitrato en nitrógeno gaseoso (N_2) o en

óxidos de nitrógeno (NO_2^- , N_2O) también gaseosos, los cuales pasan directamente a la atmósfera (8).

Volatilización.- Término comúnmente usado para referirse a la pérdida de amoníaco gaseoso desde la superficie del suelo a la atmósfera. Esto ocurre porque el amonio (NH_4^+) del suelo, en condiciones de pH alcalino, se transforma en amoníaco (NH_3), que es un gas volátil (8).

1.9. La Importancia del Nitrógeno en el Arroz

El nitrógeno es el nutriente que más afecta los rendimientos, obteniéndose entre 20 y 30 kg de arroz cáscara por cada kg de N aplicado en condiciones de manejo del cultivo adecuado y si las condiciones climáticas acompañan, y a la vez es el más difícil de manejar ya que es muy fácil de perderse (Nitrificación, desnitrificación, y volatilización), Su uso excesivo provoca vuelco, retrasa la floración y aumenta la incidencia de enfermedades. Uno de los factores que hace eficiente el N es el balance los nutrientes.

Entre las principales funciones del nitrógeno tenemos:

- Componente esencial de los aminoácidos que forman las proteínas.
- Necesario para la síntesis de clorofila.
- Componente de vitaminas y sistemas energéticos (2).

1.10. Efecto de la Inundación en la Disponibilidad de Nitrógeno

Aun cuando el amonio es la forma más abundante de N en los suelos inundados, el arroz toma tanto amonio como nitrato con igual eficiencia. Parte del amonio se difunde hacia la zona oxidada de las raíces donde cambia a nitrato y es absorbido por la planta. Si los fertilizantes portadores de amonio se incorporan en el suelo reducido, antes o después de la inundación el amonio es retenido por los coloides del suelo.

En la etapa de macollamiento, el arroz forma una abundante cantidad de raíces superficiales, bajo estas condiciones la absorción de N del agua es alta (10 kg/ha/día), y las pérdidas por volatilización se reducen (9).

1.11. Tecnología Aplicación Profunda de Briquetas de Urea en el Arroz

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 y ampliamente diseminada y ha sido probada exitosamente en varias partes de Asia como un insumo crítico para la producción de arroz en pequeña escala

La APBU consiste en la inserción profunda (a 7 o 10 cm) a mano de briquetas (o súper gránulos) 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 (12).

Tecnología APBU

Figura # 1

Briquetas de Urea



Figura # 2

Aplicación Profunda de Briquetas de Urea



1.12. Aplicación de Nitrógeno en Pre-siembra

Entre los siete y los diez días después de la etapa de germinación, el desarrollo radicular de la planta de arroz le permite absorber nutrientes de la solución del suelo, que posteriormente serán determinantes en la obtención de altos rendimientos. Inicialmente la planta absorbe elementos como Fósforo, Nitrógeno y Azufre (principalmente utilizados en la formación del sistema radicular y órganos vegetativos). Cuando la planta de arroz absorbe nitrógeno en forma amónica activamente en los estados tempranos de crecimiento, los productos de la fotosíntesis son preferencialmente usados para síntesis de proteínas, producción de macollas y vainas de las hojas. También describe que hay una correlación positiva entre la cantidad de nitrógeno absorbido en los estados tempranos de crecimiento y el número de macollas efectivas por m^2 . El número de tallos fértiles se establece aproximadamente 10 días después de la etapa de máximo macollamiento. Un óptimo contenido de nitrógeno desde esta etapa hasta la formación de panícula asegura una adecuada densidad de panículas fértiles al momento de floración.

La distribución, posición, longitud y grosor de las hojas son las características que más inciden en la fotosíntesis de la planta de

arroz; estos rasgos dependen de la interacción genotipo por ambiente, siendo el nitrógeno contenido en los cloroplastos, la variable ambiental que más influye en la máxima capacidad fotosintética (11).

CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del Ensayo

El ensayo se realizó en la provincia de Los Ríos, Cantón Babahoyo, Parroquia Febres Cordero. La ubicación geográfica del ensayo es Latitud Sur 1° 48' 12.05", 79° 32' 8.50" de Longitud Oeste.

2.2. Materiales y Herramientas

Para llevar a cabo la experimentación se utilizaron los siguientes materiales:

| | | |
|---------------------|-----------------------|----------|
| Semilla (INIAP 14). | Fungicidas. | Machete. |
| Piola. | Insecticidas. | Sacos. |
| Cinta métrica. | Estacas de caña. | |
| Bomba de 20 litros. | Tanque de 200 litros. | |
| Balanza. | Bomba de Riego. | . |

2.3. Metodología

2.3.1. Diseño Experimental

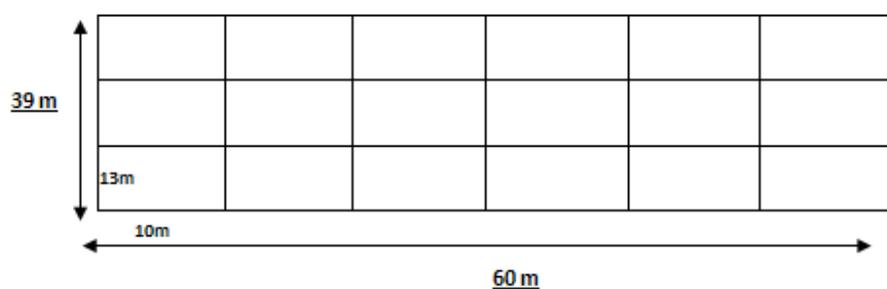
En el ensayo se realizaron seis tratamientos, de los cuales en los T-1; T-2; T-3, se aplicó las briquetas de urea al voleo al inicio de la siembra con el terreno fangoso, a diferencia del T-4 donde se aplicó las briquetas de urea debajo de la superficie del suelo; en el T-5 se realizó la aplicación de las briquetas de urea al voleo a los 21 D.D.S. y en el T-6, se utilizó urea granular aplicándola al voleo de manera fraccionada en dos etapas a los 21 D.D.S y a los 45 D.D.S.

Tabla # 1 **Representación de los Tratamientos**

| Tratamientos | Kg N/ha. | Peso/briquetas (gr) | Fundas (Kg) |
|--------------|----------|---------------------|-------------|
| T-1 | 120 | 2.7 | 260,77 |
| T-2 | 96 | 2.7 | 208,46 |
| T-3 | 72 | 2.7 | 156,15 |
| T-4 | 120 | 2.7 | 260,77 |
| T-5 | 120 | 2.7 | 260,77 |
| T-6 | 120 | – | 260,77 |

La experimentación se la realizó en un área total de 2,340 m², subdivida en seis tratamientos con tres repeticiones de 130 m² cada unidad experimental. (Ver grafico #1).

Grafico #1. **Diseño del Área Experimental**



2.3.2. Fase de campo.- Labores culturales que se realizaron durante el ciclo del arroz: preparación del terreno, siembra, fertilización, aplicación de fungicidas e insecticidas, y cosecha.

Preparación de terreno: Quema de malezas de la cosecha anterior (panca de arroz), luego mediante un sistema de bombeo se llena las piscinas para proceder al fangueo.

Delimitación del área experimental: Se procedió a medir el terreno, delimitando el área para cada uno de los tratamientos

(6) con sus respectivas repeticiones (3) donde el área total fue de 2,340 m², subdividida en 18 cubículos de 130 m².

Pre-germinación de las semillas: Se sumergieron los sacos de semilla bajo el agua por 24 horas, para luego sacarlos dejándolos abrigados durante otras 24 horas para aumentar la temperatura, y proceda la germinación de la semilla para su respectiva siembra.

Riego: Al realizar la siembra en verano, el sistema de riego que se utilizó fue por inundación, manteniendo una lamina de agua de aproximadamente 10 cm durante el ciclo del cultivo.

Control de malezas: Se realizaron aplicaciones de herbicidas post-mergentes a los 20 D.D.S, para el control de leguminosas y gramíneas con los productos Tordon (Grupo químico: Pyroclan y 2,4D) y cash (Grupo químico: Bistiridac sodium) con dosis de 125 cc en 200 l de agua/ha respectivamente.

Aplicación de fertilizantes: Se realizó la aplicación de las briquetas de urea, un día después de la siembra de arroz, en los respectivos tratamientos (T-1; T-2; T-3), las briquetas se las aplicó al voleo con el terreno fangoso (lodo) el cual permitió que se introduzcan aproximadamente 3 cm. A diferencia del T-4, donde las briquetas se introdujeron debajo de la superficie del suelo a una profundidad aproximadamente de 7 cm.

Con respecto al T-5, se realizó la aplicación de las briquetas de urea al voleo a los 21 D.D.S, quitando la lámina de agua dejando húmedo el suelo. En el T-6, (testigo positivo) se utilizó urea granular, la cual se aplicó de manera fraccionada a los 21 D.D.S y 45 D.D.S.

Control de plagas: Durante las cuatro primeras semanas del cultivo se realizó un monitoreo en el cual se observó la dinámica poblacional de la plaga (*Hydrellia wirthi*), la cual fue controlada con el producto ENGEO (Grupo químico: Thiamethoxam más Lambdacialotrina), con dosis de 125 cc/ha. Esta larva minadora ocasiona daños en las laminas de las

hojas tornándose inicialmente blancas y luego amarillas, disminuyendo así su capacidad fotosintética.

A los 60 D.D.S, se aplicó el plaguicida MTD (Grupo químico: Metamidofos) para prevenir ataque del chinche de la pata (*Tibraca limbativentris*), y el plaguicida ENGEO, (Grupo químico: Thiamethoxam más Lambdacialotrina), con dosis de 125 cc/ha, a los 80 D.D.S para prevenir langosta (*Spodoptera frugiperda*), por lo que no se detectaron el ataque de estas plagas en el cultivo.

Control de enfermedades: Según el monitoreo que se realizó se presenció el ataque de (*Ustilaginoidea virens*), enfermedad conocida como falso carbón, la cual no fue significativa para realizar un manejo fitosanitario.

Cosecha: La cosecha se la realizó cuando la panícula del arroz alcanzó su madurez fisiológica (esto fue, cuando el 95% de los granos tuvieron color paja y el resto amarillentos), se

procedió a cosechar cada unidad experimental de (10 m X 13 m), de forma mecanizada con cosechadora.

2.3.3. Fase de laboratorio.- Análisis de Suelo, Tabulación y manipulación de datos, análisis estadísticos de variables.

2.4. Medición de Variables

Toma de muestras para evaluar cada variable.

Para la toma de muestras se procedió a delimitar 1 m² en cada unidad experimental, donde cuantificaron las siguientes variables:

Número de Macollos.- se contó los macollos por metro cuadrado a los 115 días de edad del cultivo.

Largo de la Espiga.- se procedió a medir el largo de la espiga por cada planta dentro del metro cuadrado.

Producción.-peso de cada unidad experimental expresada en sacas de 205 libras /ha.

Análisis de datos

Al finalizar el conteo y medición de las variables se procedió a la tabulación y ordenamiento de los datos obtenidos por cada unidad experimental, para proceder a analizarlos mediante el programa estadístico SPSS, el cual nos permitió realizar análisis de varianza (ANOVA). Prueba de Tukey al 5%, en el caso de varianzas homogéneas; y la prueba de Tamhane al 5%, en el caso de varianzas no homogéneas.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se evaluaron las variables: promedio del número de macollos por metro cuadrado, promedio del largo de la espiga por planta, y promedio de producción de arroz en cascara por tratamiento.

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante la tabulación de cada variable en el software Microsoft Office Excel y SPSS, seguido de los análisis estadísticos ANOVA, test de homogeneidad de varianzas, y se utilizó la prueba de Tukey al 5% de confianza, en el caso de varianzas homogéneas; y la prueba de Tamhane al 5% de confianza, en el caso de varianzas no homogéneas. Las pruebas estadísticas se realizaron con el fin de aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Hipótesis Nula (H_0): $T1 = T2 = T3 = T4 = T5 = T6$

Hipótesis Alternativa (H_a): $T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq T5 \neq T6$

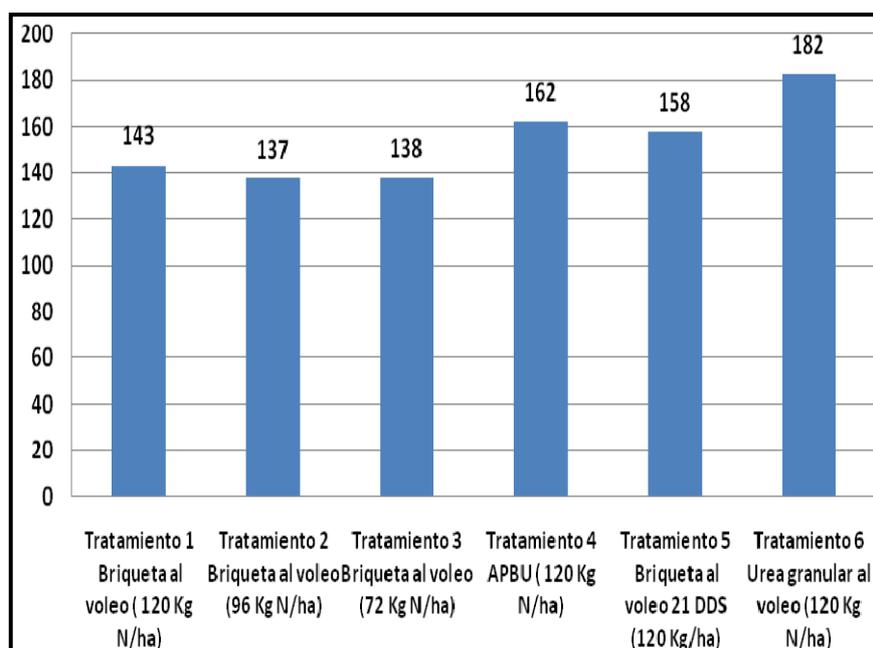
3.1. Análisis Agronómico

3.1.1. Variable Promedio de Macollos por Metro Cuadrado

De acuerdo al análisis descriptivo realizado en esta variable, el mejor tratamiento fue el T-6 (aplicación de urea granular al voleo de manera fraccionada), con un promedio de 182,33 macollos por m².

GRÁFICO # 2

Promedio de Macollos por Metro Cuadrado



En la tabla # 2, se puede observar según el análisis ANOVA que se le realizó a ésta variable, sí existe diferencia entre cada tratamiento, ya que la significancia es menor de 0.05, por lo que se acepta la hipótesis alternativa es decir existe al

menos un tratamiento diferente, y se rechaza la hipótesis nula de que todos los tratamientos son iguales.

Tabla # 2 **ANOVA**
Número de Macollos por metro cuadrado

| | Suma de los Cuadrados | GL | Cuadrados de las medias | F | Sig. |
|------------------|-----------------------|----|-------------------------|--------|------|
| Entre Grupos | 4629,333 | 5 | 925,867 | 25,099 | ,000 |
| Dentro de Grupos | 442,667 | 12 | 36,889 | | |
| Total | 5072,000 | 17 | | | |

Para el análisis de esta variable se realizó el test de homogeneidad de varianza cuyo valor de significancia fue de 0,118, lo cual nos permite utilizar la prueba de Tukey, demostrándonos que no existe diferencia entre las varianzas de cada tratamiento, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. (Ver Tabla # 2.1).

Tabla # 2.1 **Test de Homogeneidad de varianzas**

Número de Macollos por metro cuadrado

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 2,231 | 5 | 12 | ,118 |

Según el análisis múltiple comparación de Tukey al 5 %, nos demostró que el T-6 (aplicación de urea granular al voleo de

manera fraccionada), fue el mejor con un promedio de 182,33 macollos por m², a su vez T-1, T-2, T-3 no tienen diferencia significativa, así mismo el T -1 con el T-5 y el T-5 con el T- 4. (Ver Tabla # 2.2).

Tabla # 2.2 Análisis Múltiple Comparación de Tukey

| (I) 6 Tratamientos | (J) 6 Tratamientos | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------|------|
| Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | ,45446 | ,17629 | ,104 |
| | Tratamiento 3 | ,33423 | ,17589 | ,403 |
| | Tratamiento 4 | -1,09189* | ,17589 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | -1,28468* | ,17589 | ,000 |
| | Tratamiento 6 | -2,68108* | ,17589 | ,000 |
| Tratamiento 2 | Tratamiento 1 | -,45446 | ,17629 | ,104 |
| | Tratamiento 3 | -,12023 | ,17629 | ,984 |
| | Tratamiento 4 | -1,54636* | ,17629 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | -1,73915* | ,17629 | ,000 |
| | Tratamiento 6 | -3,13554* | ,17629 | ,000 |
| Tratamiento 3 | Tratamiento 1 | -,33423 | ,17589 | ,403 |
| | Tratamiento 2 | ,12023 | ,17629 | ,984 |
| | Tratamiento 4 | -1,42613* | ,17589 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | -1,61892* | ,17589 | ,000 |
| | Tratamiento 6 | -3,01532* | ,17589 | ,000 |
| Tratamiento 4 | Tratamiento 1 | 1,09189* | ,17589 | ,000 |
| | Tratamiento 2 | 1,54636* | ,17629 | ,000 |
| | Tratamiento 3 | 1,42613* | ,17589 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | -,19279 | ,17589 | ,883 |
| | Tratamiento 6 | -1,58919* | ,17589 | ,000 |
| Tratamiento 5 | Tratamiento 1 | 1,28468* | ,17589 | ,000 |
| | Tratamiento 2 | 1,73915* | ,17629 | ,000 |
| | Tratamiento 3 | 1,61892* | ,17589 | ,000 |
| | Tratamiento 4 | ,19279 | ,17589 | ,883 |
| | Tratamiento 6 | -1,39640* | ,17589 | ,000 |
| Tratamiento 6 | Tratamiento 1 | 2,68108* | ,17589 | ,000 |
| | Tratamiento 2 | 3,13554* | ,17629 | ,000 |
| | Tratamiento 3 | 3,01532* | ,17589 | ,000 |
| | Tratamiento 4 | 1,58919* | ,17589 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | 1,39640* | ,17589 | ,000 |

Tabla # 2.3 Resumen del Análisis Múltiple Comparación

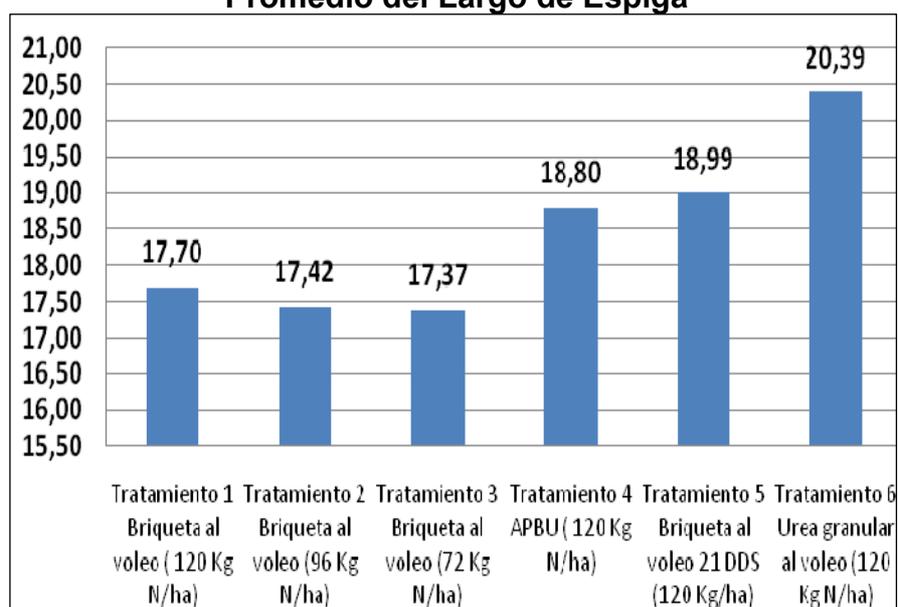
| Seis Tratamientos | N | Subset for alpha = .05 | | | |
|-------------------|---|------------------------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Tratamiento 2 | 3 | 137,33 | | | |
| Tratamiento 3 | 3 | 137,67 | | | |
| Tratamiento 1 | 3 | 143,00 | 143,00 | | |
| Tratamiento 5 | 3 | | 157,67 | 157,67 | |
| Tratamiento 4 | 3 | | | 162,00 | |
| Tratamiento 6 | 3 | | | | 182,33 |
| Sig. | | ,854 | ,097 | ,946 | 1,000 |

3.1.2. Variable Promedio del Largo de Espiga por Planta

De acuerdo al análisis descriptivo realizado en esta variable, el mejor tratamiento fue el T-6 (aplicación de urea granular de manera fraccionada), con un promedio de 20,39 cm el de largo la espiga.

GRÁFICO # 3

Promedio del Largo de Espiga



En la Tabla # 3, se puede observar que según el análisis ANOVA que se le realizó a ésta variable, sí existe diferencia entre cada tratamiento, ya que la significancia es menor de 0.05, por lo que se acepta la hipótesis alternativa es decir que existe al menos un tratamiento diferente, y se rechaza la hipótesis nula de que todos los tratamientos son iguales.

Tabla # 3. **ANOVA**

Largo de espiga por planta

| | Suma de cuadrados | Df | Medias de cuadrados | F | Sig. |
|------------------|-------------------|-----|---------------------|--------|------|
| Entre Grupos | 810,243 | 5 | 162,049 | 94,380 | ,000 |
| Dentro de Grupos | 1131,488 | 659 | 1,717 | | |
| Total | 1941,731 | 664 | | | |

Para el análisis de esta variable se realizó el test de homogeneidad de varianza cuyo valor de significancia fue de 0,009, lo cual nos permite utilizar la prueba de Tamhane, demostrándonos que si existe diferencia entre las varianzas de cada tratamiento, por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula (Ver Tabla # 3.1).

Tabla # 3.1 **Test de Homogeneidad de varianzas**

Largo de espiga por planta

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 3,078 | 5 | 659 | ,009 |

Según el análisis de múltiple comparación de Tamhane, nos demuestra que el mejor tratamiento es el T-6 (aplicación de urea granular de manera fraccionada), con un promedio de 20,39 cm el largo de espiga. (Ver Tabla #3.2).

Tabla #3.2 Análisis Múltiple Comparación de Tamhane

| (I) 6 Tratamientos | (J) 6 Tratamientos | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------|-------|
| Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | ,45446 | ,21892 | ,451 |
| | Tratamiento 3 | ,33423 | ,16738 | ,515 |
| | Tratamiento 4 | -1,09189* | ,17052 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | -1,28468* | ,16410 | ,000 |
| | Tratamiento 6 | -2,68108* | ,14412 | ,000 |
| Tratamiento 2 | Tratamiento 1 | -,45446 | ,21892 | ,451 |
| | Tratamiento 3 | -,12023 | ,21497 | 1,000 |
| | Tratamiento 4 | -1,54636* | ,21743 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | -1,73915* | ,21243 | ,000 |
| Tratamiento 3 | Tratamiento 1 | -,33423 | ,16738 | ,515 |
| | Tratamiento 2 | ,12023 | ,21497 | 1,000 |
| | Tratamiento 4 | -1,42613* | ,16543 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | -1,61892* | ,15880 | ,000 |
| Tratamiento 4 | Tratamiento 1 | 1,09189* | ,17052 | ,000 |
| | Tratamiento 2 | 1,54636* | ,21743 | ,000 |
| | Tratamiento 3 | 1,42613* | ,16543 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | -,19279 | ,16211 | ,982 |
| Tratamiento 5 | Tratamiento 1 | 1,28468* | ,16410 | ,000 |
| | Tratamiento 2 | 1,73915* | ,21243 | ,000 |
| | Tratamiento 3 | 1,61892* | ,15880 | ,000 |
| | Tratamiento 4 | ,19279 | ,16211 | ,982 |
| Tratamiento 6 | Tratamiento 1 | 2,68108* | ,14412 | ,000 |
| | Tratamiento 2 | 3,13554* | ,19740 | ,000 |
| | Tratamiento 3 | 3,01532* | ,13805 | ,000 |
| | Tratamiento 4 | 1,58919* | ,14185 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | 1,39640* | ,13406 | ,000 |

Tabla #3.3 Resumen del Análisis Múltiple Comparación

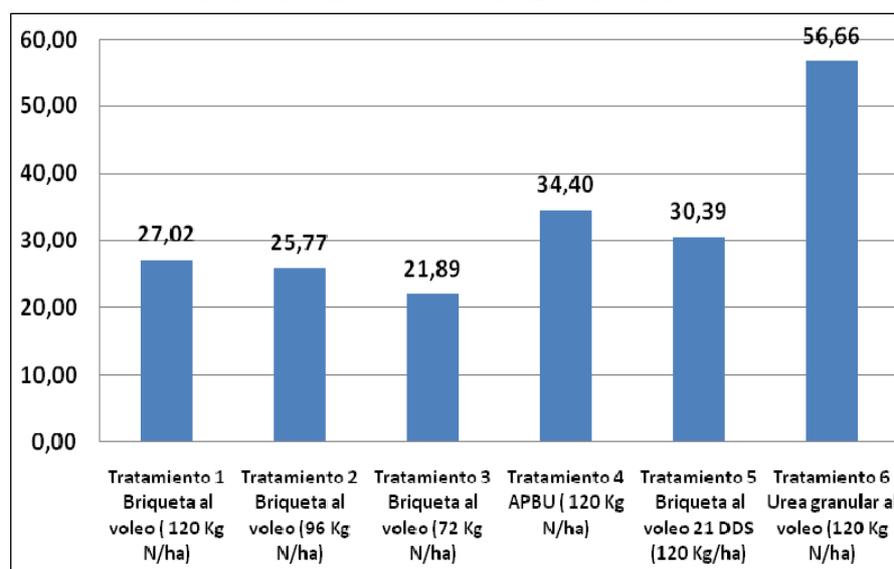
| 6 Tratamientos | N | Subset for alpha = .05 | | |
|----------------|-----|------------------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Tratamiento 2 | 110 | 17,2545 | | |
| Tratamiento 3 | 111 | 17,3748 | | |
| Tratamiento 1 | 111 | 17,7090 | | |
| Tratamiento 4 | 111 | | 18,8009 | |
| Tratamiento 5 | 111 | | 18,9937 | |
| Tratamiento 6 | 111 | | | 20,3901 |
| Sig. | | ,103 | ,883 | 1,000 |

3.1.3. Variable Rendimiento

De acuerdo al análisis descriptivo el T- 6 (aplicación de Urea granular de manera fraccionada) fue el mejor en rendimiento, ya que su producción fue de 56,66 sacas de 205 lb/ha.

GRAFICO # 4

Producción promedio de cada Tratamiento en sacas 205 lb/ha.



En la Tabla # 4 se puede observar que según el análisis ANOVA sí existe diferencia entre cada tratamiento, ya que la significancia es menor de 0.05, por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Tabla # 4.

ANOVA

Producción sacas 205 libras/ha

| | Suma de Cuadrados | Df | Media de Cuadrados | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|--------------------|---------|------|
| Entre Grupos | 2338,784 | 5 | 467,757 | 587,138 | ,000 |
| Dentro de Grupos | 9,560 | 12 | ,797 | | |
| Total | 2348,344 | 17 | | | |

Al realizar el test de homogeneidad de varianzas, el nivel de significancia fue de 0.980, lo cual nos permite utilizar la prueba de Tukey, demostrándonos así que no existe diferencia entre las varianzas de cada tratamiento, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa. (Ver Tabla # 4.1).

Tabla # 4.1 **Test de Homogeneidad de Varianzas**

Producción sacas 205 libras/ha

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| ,138 | 5 | 12 | ,980 |

Según el análisis múltiple comparación de Tukey al 5%, nos demuestra que el T-6 correspondiente a la aplicación de urea granular de manera fraccionada, fue el mejor tratamiento con una producción de 56,66 sacas de 205 lb/ha. (Ver Tabla # 4.2)

Tabla # 4.2 Análisis Múltiple Comparación de Tukey

| (I) Seis Tratamientos | (J) Seis Tratamientos | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|------|
| Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | 1,25000 | ,72878 | ,548 |
| | Tratamiento 3 | 5,13000* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 4 | -7,38000* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | -3,37333* | ,72878 | ,006 |
| | Tratamiento 6 | -29,64333* | ,72878 | ,000 |
| Tratamiento 2 | Tratamiento 1 | -1,25000 | ,72878 | ,548 |
| | Tratamiento 3 | 3,88000* | ,72878 | ,002 |
| | Tratamiento 4 | -8,63000* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | -4,62333* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 6 | -30,89333* | ,72878 | ,000 |
| Tratamiento 3 | Tratamiento 1 | -5,13000* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 2 | -3,88000* | ,72878 | ,002 |
| | Tratamiento 4 | -12,51000* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | -8,50333* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 6 | -34,77333* | ,72878 | ,000 |
| Tratamiento 4 | Tratamiento 1 | 7,38000* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 2 | 8,63000* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 3 | 12,51000* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | 4,00667* | ,72878 | ,001 |
| | Tratamiento 6 | -22,26333* | ,72878 | ,000 |
| Tratamiento 5 | Tratamiento 1 | 3,37333* | ,72878 | ,006 |
| | Tratamiento 2 | 4,62333* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 3 | 8,50333* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 4 | -4,00667* | ,72878 | ,001 |
| | Tratamiento 6 | -26,27000* | ,72878 | ,000 |
| Tratamiento 6 | Tratamiento 1 | 29,64333* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 2 | 30,89333* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 3 | 34,77333* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 4 | 22,26333* | ,72878 | ,000 |
| | Tratamiento 5 | 26,27000* | ,72878 | ,000 |

Tabla # 4.3 Resumen del Análisis Múltiple Comparación

| Seis Tratamientos | N | Subset for alpha = .05 | | | | |
|-------------------|---|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Tratamiento 3 | 3 | 21,8867 | | | | |
| Tratamiento 2 | 3 | | 25,7667 | | | |
| Tratamiento 1 | 3 | | 27,0167 | | | |
| Tratamiento 5 | 3 | | | 30,3900 | | |
| Tratamiento 4 | 3 | | | | 34,3967 | |
| Tratamiento 6 | 3 | | | | | 56,6600 |
| Sig. | | 1,000 | ,548 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

3.2. Análisis Económico

El análisis estadístico demostró que si existe diferencia significativa entre las tecnologías; aplicación de urea granular, y APBU ya que el tratamiento seis fue el mejor al analizar todas variables, junto con el análisis económico en el cual el tratamiento seis, sigue siendo el mejor con ingresos de USD \$ 741,68/ ha. (Ver Tabla # 5).

Tabla # 5 Análisis Económico

| ANÁLISIS ECONÓMICO | | | | |
|---|---------------------------------|-------------------|-------------|---------------------|
| TRATAMIENTOS | RENDIMIENTO Sacas 205 lb/ha. | COSTOS TOTALES | INGRESOS | INGRESOS TOTALES |
| Tratamiento 1 Briqueta al voleo (120 Kg N/ha) | 27,01 | \$ 561,50 | \$ 621,23 | \$ 59,73 |
| Tratamiento 2 Briqueta al voleo (96 Kg N/ha) | 25,76 | \$ 518,75 | \$ 592,48 | \$ 73,73 |
| Tratamiento 3 Briqueta al voleo (72 Kg N/ha) | 21,88 | \$ 509,75 | \$ 503,24 | -\$ 6,51 |
| Tratamiento 4 APBU (120 Kg N/ha) | 34,39 | \$ 561,50 | \$ 790,97 | \$ 229,47 |
| Tratamiento 5 Briqueta al voleo 21 DDS (120 Kg/ha) | 30,39 | \$ 561,50 | \$ 698,97 | \$ 137,47 |
| Tratamiento 6 Urea granular al voleo (120 Kg N/ha) | 56,66 | \$ 561,50 | \$ 1.303,18 | \$ 741,68 |

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- En el T- 4, las briquetas de urea que fueron aplicadas por debajo de la superficie del suelo, permitieron el buen desarrollo de la etapa vegetativa hasta los 45 D.D.S, pero a partir del inicio del primordio floral se pudo observar que las plantas se estaban tornando cloróticas, síntomas que existía una deficiencia de nitrógeno, lo cual repercutió al llenado de granos ocasionando una producción de 34.40 sacas de 205 lb/ha, en comparación al T-6 que nunca mostró síntomas de clorosis obteniendo mayor rendimiento el cual fue de 56.66 sacas de 205 lb/ha.
- La diferencia del rendimiento entre el T- 4, y los tratamientos T-3, T-2, T-1; yace en que el primero fue aplicado de forma manual enterrando las briquetas aproximadamente 7 cm, mientras que el segundo al ser aplicadas las briquetas al voleo, estas solo se introdujeron aproximadamente de 3 a 4 cm por debajo del suelo, lo

que ocasionó pérdidas por escorrentía, lo que no permitió que la planta tenga un buen desarrollo por la falta de nitrógeno.

- En el T- 5, las briquetas de urea al ser aplicadas al voleo una sola vez a los 21 D.D.S, éstas se perdieron por volatilización, por lo que no hubo nitrógeno disponible para las plantas para su buen desarrollo.
- En el T- 6, al aplicar la urea granular de manera fraccionada esta fue tomada por la planta en las diferentes fases, vegetativa y reproductiva, obteniendo así el mejor rendimiento por hectárea siendo de 56.66 sacas de 205 libras.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la fertilización de las briquetas de urea al voleo de manera fraccionada, La primera aplicación debajo de la superficie del suelo con el terreno fangoso antes de la siembra, una segunda a los 21 D.D.S, y la tercera a los 45 D.D.S, permitiendo así que la planta tome el nitrógeno del suelo en las diferentes etapas del cultivo, principalmente en la fase de emergencia del primordio floral.
- Se recomienda aplicar las briquetas de urea de manera mecanizada con la alvoleadora, regulando la salida, para así aplicarla uniformemente en el arroz por siembra al voleo.
- Se debería realizar briquetas mezclada con fosforo, el cual es utilizado por las plantas en la formación del sistema radicular, y órganos vegetativos. Éste elemento tarda en ser asimilable por las plantas, por lo que si se lo aplicaría como briketa al inicio de la siembra ahorraría costos de mano de obra.

ANEXOS

ANEXO 1



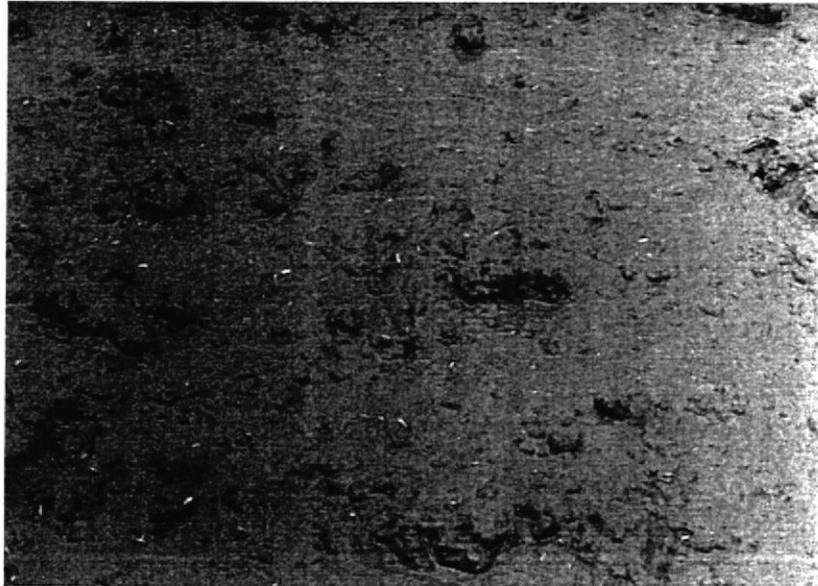
Arroz INIAP 14 (Pre germinada).



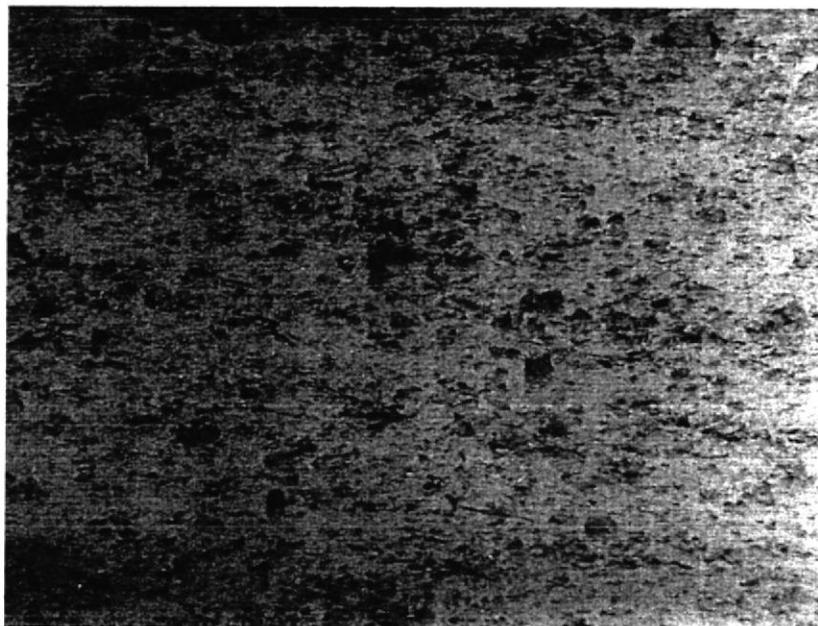
Área de Tesis



Siembra de Arroz INIAP 14 al Voleo



Arroz disperso en el suelo después de haber quitado la lamina de agua



Briquetas aplicadas al voleo con terreno fangoso

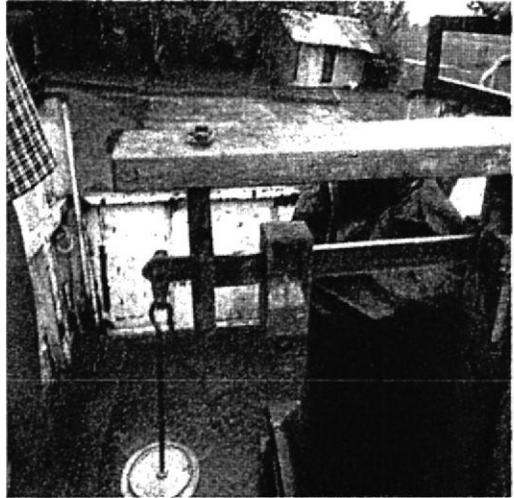
Arroz Listo para Cosecha



Cosecha Mecanizada de la Experimentación



Bajada de las Sacas de Arroz



Peso de las sacas de arroz

ANEXO # 2

Número de Macollos por metro cuadrado

Descriptives

Numero de Macollos por metro cuadrado

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|---------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| Tratamiento 1 | 3 | 143,00 | 1,000 | ,577 | 140,52 | 145,48 | 142 | 144 |
| Tratamiento 2 | 3 | 137,33 | 4,163 | 2,404 | 126,99 | 147,68 | 134 | 142 |
| Tratamiento 3 | 3 | 137,67 | 6,351 | 3,667 | 121,89 | 153,44 | 134 | 145 |
| Tratamiento 4 | 3 | 162,00 | 8,000 | 4,619 | 142,13 | 181,87 | 154 | 170 |
| Tratamiento 5 | 3 | 157,67 | 9,292 | 5,364 | 134,59 | 180,75 | 147 | 164 |
| Tratamiento 6 | 3 | 182,33 | 3,512 | 2,028 | 173,61 | 191,06 | 179 | 186 |
| Total | 18 | 153,33 | 17,273 | 4,071 | 144,74 | 161,92 | 134 | 186 |

Test of Homogeneity of Variances

Numero de Macollos por metro cuadrado

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 2,231 | 5 | 12 | ,118 |

ANOVA

Numero de Macollos por metro cuadrado

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 4629,333 | 5 | 925,867 | 25,099 | ,000 |
| Within Groups | 442,667 | 12 | 36,889 | | |
| Total | 5072,000 | 17 | | | |



Post Hoc Tests

| | (I) Seis Tratamientos | (J) Seis Tratamientos | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------|-------------------------|-------------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| Tukey HSD | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | 5,667 | 4,959 | ,854 | -10,99 | 22,32 |
| | | Tratamiento 3 | 5,333 | 4,959 | ,882 | -11,32 | 21,99 |
| | | Tratamiento 4 | -19,000* | 4,959 | ,023 | -35,66 | -2,34 |
| | | Tratamiento 5 | -14,667 | 4,959 | ,097 | -31,32 | 1,99 |
| | | Tratamiento 6 | -39,333* | 4,959 | ,000 | -55,99 | -22,66 |
| | Tratamiento 2 | Tratamiento 1 | -5,667 | 4,959 | ,854 | -22,32 | 10,99 |
| | | Tratamiento 3 | -,333 | 4,959 | 1,000 | -16,99 | 16,32 |
| | | Tratamiento 4 | -24,667* | 4,959 | ,003 | -41,32 | -8,01 |
| | | Tratamiento 5 | -20,333* | 4,959 | ,014 | -36,99 | -3,66 |
| | Tratamiento 3 | Tratamiento 1 | -5,333 | 4,959 | ,882 | -21,99 | 11,22 |
| | | Tratamiento 2 | ,333 | 4,959 | 1,000 | -16,32 | 15,99 |
| | | Tratamiento 4 | -24,333* | 4,959 | ,004 | -40,99 | -7,66 |
| | | Tratamiento 5 | -20,000* | 4,959 | ,016 | -36,66 | -3,34 |
| | Tratamiento 4 | Tratamiento 1 | -44,667* | 4,959 | ,000 | -61,32 | -28,01 |
| | | Tratamiento 2 | 19,000* | 4,959 | ,023 | 2,34 | 35,66 |
| | | Tratamiento 3 | 24,667* | 4,959 | ,003 | 8,01 | 41,32 |
| | | Tratamiento 5 | 24,333* | 4,959 | ,004 | 7,66 | 40,99 |
| | Tratamiento 5 | Tratamiento 1 | 4,333 | 4,959 | ,946 | -12,32 | 20,99 |
| | | Tratamiento 2 | -20,333* | 4,959 | ,014 | -36,99 | -3,66 |
| | | Tratamiento 3 | 14,667 | 4,959 | ,097 | -1,99 | 21,32 |
| | | Tratamiento 4 | 20,333* | 4,959 | ,014 | 3,66 | 36,99 |
| | Tratamiento 6 | Tratamiento 1 | 20,000* | 4,959 | ,016 | 3,34 | 36,66 |
| | | Tratamiento 2 | -4,333 | 4,959 | ,946 | -20,99 | 12,32 |
| | | Tratamiento 3 | -24,667* | 4,959 | ,003 | -41,32 | -8,01 |
| Tratamiento 4 | | 39,333* | 4,959 | ,000 | 22,66 | 55,99 | |
| Tratamiento 6 | Tratamiento 2 | 45,000* | 4,959 | ,000 | 28,34 | 61,66 | |
| | Tratamiento 3 | 44,667* | 4,959 | ,000 | 28,01 | 61,32 | |
| | Tratamiento 4 | 20,333* | 4,959 | ,014 | 3,66 | 36,99 | |
| | Tratamiento 5 | 24,667* | 4,959 | ,003 | 8,01 | 41,32 | |

Homogeneous Subsets

Numero de Macollos por metro cuadrado

| Seis Tratamientos | N | Subset for alpha = .05 | | | |
|--------------------------------------|---|------------------------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Tukey HSD ^a Tratamiento 2 | 3 | 137,33 | | | |
| Tratamiento 3 | 3 | 137,67 | | | |
| Tratamiento 1 | 3 | 143,00 | 143,00 | | |
| Tratamiento 5 | 3 | | 157,67 | 157,67 | |
| Tratamiento 4 | 3 | | | 162,00 | |
| Tratamiento 6 | 3 | | | | 182,33 |
| Sig. | | ,854 | ,097 | ,946 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Homogeneous Subsets

Numero de macollos por planta

| 6 Tratamientos | | N | Subset for alpha = .05 | | |
|------------------------|---------------|-----|------------------------|------|-------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Tukey HSD ^a | Tratamiento 2 | 111 | 3,71 | | |
| | Tratamiento 3 | 111 | 3,72 | | |
| | Tratamiento 1 | 111 | 3,86 | | |
| | Tratamiento 5 | 111 | | 4,26 | |
| | Tratamiento 4 | 111 | | 4,38 | |
| | Tratamiento 6 | 111 | | | 4,93 |
| | Sig. | | ,724 | ,891 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 111,000.

ANEXO # 3

Descriptives

Largo de espiga por planta

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|---------------|-----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| Tratamiento 1 | 111 | 17,7090 | 1,28449 | ,12192 | 17,4674 | 17,9506 | 15,00 | 21,00 |
| Tratamiento 2 | 110 | 17,2545 | 1,90704 | ,18183 | 16,8942 | 17,6149 | 1,00 | 20,00 |
| Tratamiento 3 | 111 | 17,3748 | 1,20826 | ,11468 | 17,1475 | 17,6021 | 15,00 | 21,00 |
| Tratamiento 4 | 111 | 18,8009 | 1,25608 | ,11922 | 18,5646 | 19,0372 | 15,50 | 21,00 |
| Tratamiento 5 | 111 | 18,9937 | 1,15729 | ,10985 | 18,7760 | 19,2114 | 16,00 | 21,00 |
| Tratamiento 6 | 111 | 20,3901 | ,80971 | ,07685 | 20,2378 | 20,5424 | 17,50 | 22,00 |
| Total | 665 | 18,4223 | 1,71006 | ,06631 | 18,2920 | 18,5525 | 1,00 | 22,00 |

Test of Homogeneity of Variances

Largo de espiga por planta

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 3,078 | 5 | 659 | ,009 |

ANOVA

Largo de espiga por planta

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|-----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 810,243 | 5 | 162,049 | 94,380 | ,000 |
| Within Groups | 1131,488 | 659 | 1,717 | | |
| Total | 1941,731 | 664 | | | |



Multiple Comparisons

Dependent Variable: Largo de espiga por planta

| (I) 6 Tratamientos | (J) 6 Tratamientos | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | | |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------|--------|-------------------------|-------------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | |
| Tamhane | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | ,45446 | ,21892 | ,451 | -,1946 | 1,1035 |
| | | Tratamiento 3 | ,33423 | ,16738 | ,515 | -,1612 | ,8297 |
| | | Tratamiento 4 | -1,09189* | ,17052 | ,000 | -1,5966 | -,5871 |
| | | Tratamiento 5 | -1,28468* | ,16410 | ,000 | -1,7705 | -,7989 |
| | | Tratamiento 6 | -2,68108* | ,14412 | ,000 | -3,1085 | -2,2536 |
| | Tratamiento 2 | Tratamiento 1 | -,45446 | ,21892 | ,451 | -1,1035 | ,1946 |
| | | Tratamiento 3 | -,12023 | ,21497 | 1,000 | -,7579 | ,5175 |
| | | Tratamiento 4 | -1,54636* | ,21743 | ,000 | -2,1911 | -,9016 |
| | | Tratamiento 5 | -1,73915* | ,21243 | ,000 | -2,3695 | -1,1088 |
| | Tratamiento 3 | Tratamiento 1 | -,33423 | ,16738 | ,515 | -,8297 | ,1612 |
| | | Tratamiento 2 | ,12023 | ,21497 | 1,000 | -,5175 | ,7579 |
| | | Tratamiento 4 | -1,42613* | ,16543 | ,000 | -1,9158 | -,9365 |
| | | Tratamiento 5 | -1,61892* | ,15880 | ,000 | -2,0890 | -1,1489 |
| | Tratamiento 4 | Tratamiento 1 | 1,09189* | ,17052 | ,000 | ,5871 | 1,5966 |
| | | Tratamiento 2 | 1,54636* | ,21743 | ,000 | ,9016 | 2,1911 |
| | | Tratamiento 3 | 1,42613* | ,16543 | ,000 | ,9365 | 1,9158 |
| | | Tratamiento 5 | -,19279 | ,16211 | ,982 | -,6727 | ,2871 |
| | Tratamiento 5 | Tratamiento 1 | -1,58919* | ,14185 | ,000 | -2,0098 | -1,1685 |
| | | Tratamiento 2 | 1,28468* | ,16410 | ,000 | ,7989 | 1,7705 |
| | | Tratamiento 3 | 1,73915* | ,21243 | ,000 | 1,1088 | 2,3695 |
| | | Tratamiento 4 | 1,61892* | ,15880 | ,000 | 1,1489 | 2,0890 |
| | Tratamiento 6 | Tratamiento 1 | ,19279 | ,16211 | ,982 | -,2871 | ,6727 |
| | | Tratamiento 2 | -1,39640* | ,13406 | ,000 | -1,7937 | -,9991 |
| | | Tratamiento 3 | 2,68108* | ,14412 | ,000 | 2,2536 | 3,1085 |
| Tratamiento 4 | | 3,13554* | ,19740 | ,000 | 2,5480 | 3,7231 | |
| Tratamiento 5 | | 3,01532* | ,13805 | ,000 | 2,6060 | 3,4246 | |

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Largo de espiga por planta

| 6 Tratamientos | | N | Subset for alpha = .05 | | |
|--------------------------|---------------|-----|------------------------|---------|---------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Tukey HSD ^{a,b} | Tratamiento 2 | 110 | 17,2545 | | |
| | Tratamiento 3 | 111 | 17,3748 | | |
| | Tratamiento 1 | 111 | 17,7090 | | |
| | Tratamiento 4 | 111 | | 18,8009 | |
| | Tratamiento 5 | 111 | | 18,9937 | |
| | Tratamiento 6 | 111 | | | 20,3901 |
| | Sig. | | ,103 | ,883 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 110,832.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ANEXO # 4

Resultados de Producción

Descriptives

Produccion sacas 205 libras/ha

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|---------------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| Tratamiento 1 | 3 | 27,0167 | 1,12500 | ,64952 | 24,2220 | 29,8113 | 25,89 | 28,14 |
| Tratamiento 2 | 3 | 25,7667 | ,77983 | ,45023 | 23,8295 | 27,7039 | 25,14 | 26,64 |
| Tratamiento 3 | 3 | 21,8867 | ,94638 | ,54639 | 19,5357 | 24,2376 | 21,01 | 22,89 |
| Tratamiento 4 | 3 | 34,3967 | ,94108 | ,54333 | 32,0589 | 36,7344 | 33,40 | 35,27 |
| Tratamiento 5 | 3 | 30,3900 | ,75000 | ,43301 | 28,5269 | 32,2531 | 29,64 | 31,14 |
| Tratamiento 6 | 3 | 56,6600 | ,75000 | ,43301 | 54,7969 | 58,5231 | 55,91 | 57,41 |
| Total | 18 | 32,6861 | 11,75321 | 2,77026 | 26,8414 | 38,5308 | 21,01 | 57,41 |

Test of Homogeneity of Variances

Produccion sacas 205 libras/ha

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| ,138 | 5 | 12 | ,980 |

ANOVA

Produccion sacas 205 libras/ha

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 2338,784 | 5 | 467,757 | 587,138 | ,000 |
| Within Groups | 9,560 | 12 | ,797 | | |
| Total | 2348,344 | 17 | | | |

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Produccion sacas 205 libras/ha

| | (I) Seis Tratamientos | (J) Seis Tratamientos | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|----------|-------------------------|-------------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| Tukey HSD | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | 1,25000 | ,72878 | ,548 | -1,1979 | 3,6979 |
| | | Tratamiento 3 | 5,13000* | ,72878 | ,000 | 2,6821 | 7,5779 |
| | | Tratamiento 4 | -7,38000* | ,72878 | ,000 | -9,8279 | -4,9321 |
| | | Tratamiento 5 | -3,37333* | ,72878 | ,006 | -5,8212 | -,9254 |
| | | Tratamiento 6 | -29,64333* | ,72878 | ,000 | -32,0912 | -27,1954 |
| | Tratamiento 2 | Tratamiento 1 | -1,25000 | ,72878 | ,548 | -3,6979 | 1,1979 |
| | | Tratamiento 3 | 3,88000* | ,72878 | ,002 | 1,4321 | 6,3279 |
| | | Tratamiento 4 | -8,63000* | ,72878 | ,000 | -11,0779 | -6,1821 |
| | | Tratamiento 5 | -4,62333* | ,72878 | ,000 | -7,0712 | -2,1754 |
| | | Tratamiento 6 | -30,89333* | ,72878 | ,000 | -33,3412 | -28,4454 |
| | Tratamiento 3 | Tratamiento 1 | -5,13000* | ,72878 | ,000 | -7,5779 | -2,6821 |
| | | Tratamiento 2 | -3,88000* | ,72878 | ,002 | -6,3279 | -1,4321 |
| | | Tratamiento 4 | -12,51000* | ,72878 | ,000 | -14,9579 | -10,0621 |
| | | Tratamiento 5 | -8,50333* | ,72878 | ,000 | -10,9512 | -6,0554 |
| | | Tratamiento 6 | -34,77333* | ,72878 | ,000 | -37,2212 | -32,3254 |
| | Tratamiento 4 | Tratamiento 1 | 7,38000* | ,72878 | ,000 | 4,9321 | 9,8279 |
| | | Tratamiento 2 | 8,63000* | ,72878 | ,000 | 6,1821 | 11,0779 |
| | | Tratamiento 3 | 12,51000* | ,72878 | ,000 | 10,0621 | 14,9579 |
| | | Tratamiento 5 | 4,00667* | ,72878 | ,001 | 1,5588 | 6,4546 |
| | | Tratamiento 6 | -22,26333* | ,72878 | ,000 | -24,7112 | -19,8154 |
| | Tratamiento 5 | Tratamiento 1 | 3,37333* | ,72878 | ,006 | -,9254 | 5,8212 |
| | | Tratamiento 2 | 4,62333* | ,72878 | ,000 | 2,1754 | 7,0712 |
| | | Tratamiento 3 | 8,50333* | ,72878 | ,000 | 6,0554 | 10,9512 |
| | | Tratamiento 4 | -4,00667* | ,72878 | ,001 | -6,4546 | -1,5588 |
| Tratamiento 6 | | -26,27000* | ,72878 | ,000 | -28,7179 | -23,8221 | |
| Tratamiento 6 | Tratamiento 1 | 29,64333* | ,72878 | ,000 | 27,1954 | 32,0912 | |
| | Tratamiento 2 | 30,89333* | ,72878 | ,000 | 28,4454 | 33,3412 | |
| | Tratamiento 3 | 34,77333* | ,72878 | ,000 | 32,3254 | 37,2212 | |
| | Tratamiento 4 | 22,26333* | ,72878 | ,000 | 19,8154 | 24,7112 | |
| | Tratamiento 5 | 26,27000* | ,72878 | ,000 | 23,8221 | 28,7179 | |

Homogeneous Subsets

Produccion sacas 205 libras/ha

| Seis Tratamientos | N | Subset for alpha = .05 | | | | |
|--------------------------------------|---|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Tukey HSD ^a Tratamiento 3 | 3 | 21,8867 | | | | |
| Tratamiento 2 | 3 | | 25,7667 | | | |
| Tratamiento 1 | 3 | | 27,0167 | | | |
| Tratamiento 5 | 3 | | | 30,3900 | | |
| Tratamiento 4 | 3 | | | | 34,3967 | |
| Tratamiento 6 | 3 | | | | | 56,6600 |
| Sig. | | 1,000 | ,548 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



ANEXO # 5 ANALISIS ECONÓMICO

| Descripción | unidad | c/ha | C/ U | T-1 | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 |
|--------------------------------|-----------|------|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Preparación del Terreno | | | | | | | | | |
| Dos pases de Rastra | has | 2 | \$ 40,00 | \$ 80,00 | \$ 80,00 | \$ 80,00 | \$ 80,00 | \$ 80,00 | \$ 80,00 |
| Fanguero | has | 1 | \$ 40,00 | \$ 40,00 | \$ 40,00 | \$ 40,00 | \$ 40,00 | \$ 40,00 | \$ 40,00 |
| Semilla (INIAP 14) | qq | 2 | \$ 45,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 | \$ 90,00 |
| Avoleo | has | 2 | \$ 6,00 | \$ 12,00 | \$ 12,00 | \$ 12,00 | \$ 12,00 | \$ 12,00 | \$ 12,00 |
| Control de Malezas | | | | | | | | | |
| Tordon (1 litro/ha) | | 1 | \$ 11,00 | \$ 11,00 | \$ 11,00 | \$ 11,00 | \$ 11,00 | \$ 11,00 | \$ 11,00 |
| Cash (200 cc/cu) | | 1 | \$ 18,00 | \$ 18,00 | \$ 18,00 | \$ 18,00 | \$ 18,00 | \$ 18,00 | \$ 18,00 |
| Fertilización | | | | | | | | | |
| *Urea | qq 50 Kg | 5,2 | \$ 23,00 | \$ 119,60 | \$ 95,68 | \$ 71,76 | \$ 119,60 | \$ 119,60 | \$ 119,60 |
| DAP | qq 50 Kg | 1 | \$ 30,00 | \$ 30,00 | \$ 30,00 | \$ 30,00 | \$ 30,00 | \$ 30,00 | \$ 30,00 |
| Muriato de potasio | qq 50 Kg | 1,5 | \$ 45,00 | \$ 67,50 | \$ 67,50 | \$ 67,50 | \$ 67,50 | \$ 67,50 | \$ 67,50 |
| Plaguicidas | | | | | | | | | |
| Metamidofos (MTD) | 1 l /tanq | 1 | \$ 8,00 | \$ 8,00 | \$ 8,00 | \$ 8,00 | \$ 8,00 | \$ 8,00 | \$ 8,00 |
| Metamidofos (MTD) o ENGEO | 2l /tanq | 1 | \$ 8,00 | \$ 8,00 | \$ 8,00 | \$ 8,00 | \$ 8,00 | \$ 8,00 | \$ 8,00 |
| Abonos Foliare | | | | | | | | | |
| Azufre | | 1 | \$ 6,00 | \$ 6,00 | \$ 6,00 | \$ 6,00 | \$ 6,00 | \$ 6,00 | \$ 6,00 |
| Silicio | | 1 | \$ 5,00 | \$ 5,00 | \$ 5,00 | \$ 5,00 | \$ 5,00 | \$ 5,00 | \$ 5,00 |
| Zinc | | 1 | \$ 5,00 | \$ 5,00 | \$ 5,00 | \$ 5,00 | \$ 5,00 | \$ 5,00 | \$ 5,00 |
| Mano de Obra | | | | | | | | | |
| Fumigada Malezas | Tanque | 1 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 |
| Fumigada Plaguicidas, Foliar | Tanque | 1 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 |
| Fumigada Plaguicidas, Foliar | Tanque | 1 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 | \$ 15,00 |
| Aplicación de urea Fraccionada | Jornal | 5,2 | \$ 2,00 | \$ 10,40 | \$ 8,32 | \$ 6,24 | \$ 35,00 | \$ 10,40 | \$ 10,40 |
| Aplicación DAP | Jornal | 1,5 | \$ 2,00 | \$ 3,00 | \$ 3,00 | \$ 3,00 | \$ 3,00 | \$ 3,00 | \$ 3,00 |
| Aplicación Muriato de Potasio | Jornal | 1,5 | \$ 2,00 | \$ 3,00 | \$ 3,00 | \$ 3,00 | \$ 3,00 | \$ 3,00 | \$ 3,00 |
| Costo Total/ha. | | | | \$ 561,50 | \$ 535,50 | \$ 509,50 | \$ 586,10 | \$ 561,50 | \$ 561,50 |

* Urea (T-1,T-4,T-5,T-6:5,2 qq/ha). (T-2: 4,16 qq/ha) (T-3: 3,12 qq/ha).

Mano de Obra APBU (T-4: Se utilizaron 5 Jornales a \$7 c/u)

ANEXO # 6 Análisis de Suelo



ESTACION EXPERIMENTAL "BOLICHE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 Vía Dumas Tambo Apdo. Postal 09-01-7069
 Yaguajay - Ecuador - Teléfono: 2717161 Fax: 2717119

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

| | | |
|--|---|---|
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : ESPOL Dirección : Ciudad : Teléfono : Fax : | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : HDA. VILLALBA Provincia : LOS RÍOS Cantón : BABAHoyo Parroquia : Ubicación : | PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : ARROZ N° Reporte : 5710 Fecha de Muestreo : 07/03/2009 Fecha de Ingreso : 11/03/2009 Fecha de Salida : 25/03/2009 |
|--|---|---|

| N° Muestr. Laboral. | Datos del Lote | | pH | ppm | | | | | | Zn | Cu | Fe | Mn | R |
|---------------------|----------------|------|----------|------|------|--------|-----|-------|------|-------|------|-----|-------|--------|
| | Identificación | Area | | N | P | K | Ca | Mg | S | | | | | |
| 21394 | MUESTRA-1 | | 3,6 MeAc | 15 B | 11 M | 0,09 B | 9 A | 2,9 A | 11 M | 2,6 B | 14,9 | 731 | 282,0 | 0,10 B |

| INTERPRETACION | | METODOS Y AGUA USADA | | EXTRACTANTES |
|--|--|----------------------|---|--|
| pH Muy Acido - LAc - Luper. Acido Ac - Acido - PA - Pric. Neutro MeAc - Media, Acido - N - Neutro - Al - Alcalino | pH - Liger. Alcalino - Media, Alcalino - Alcalino | pH N.F.B S | Suelo: agua (1:2,5) - Colorimétrica - Turbidimétrica - Absorción atómica | Otros Metódo: Acido N.F.A, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn Instituto de Calleso Mercediano BLS |


RESPONSABLE LABORATORIO

RESPONSABLE DEPARTAMENTO

BIBLIOGRAFÍA

1. INIAP. 2007. Manual del cultivo de arroz. Manual No 66. Segunda Edición. Quito – Ecuador. Pag. 40-46.
2. Josep María Franquet Bernis Economía del arroz: Variedades y Mejora. Cinta Borràs Pàmies. Edición primera, disponible en www.eumed.net/libros/2006.
3. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) Clima, suelos, nutrición y fertilización de Cultivos, Manual Técnico No. 26.
4. ORTIZ M. 1973. Ecología: Variedades comerciales. Seminario Intensivo sobre el cultivo de arroz. Guayaquil – Ecuador
5. ANDRADE FRANCISCO, Proyecto Integral Arroz Manual del Cultivo de Arroz, INIAP-Fenarroz, Ecuador 1998.
6. ANDRADE, F., 1986. Guía para el Agricultor Arrocerero. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). Estación Experimental Boliche. EC. Boletín Divulgativo No. 177.
7. SICA. 2007. Información de arroz. Servicio de Información y Censo Agropecuario. Disponible en www.sica.gov.ec
8. INPOFOS RESEARCH & INVESTIGATION, José Espinosa, Porque el arroz necesita mas nutrientes y no solo Nitrógeno.

9. International Plan Nutrition Institute, Manejo del nitrógeno en arroz, Achin Dobermann y Thomas Fairhurst. Disponible en: <http://www.ipni.net>.
10. TINARELLI, A; 1989: El Arroz. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Editorial Mundi-prensa. Madrid. 575p
11. ARREGOCES, O; 1985: Química de los Suelos Inundados (Arroz: Investigación y Producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y editado por Tascón, E., García, 696 p.
12. IFDC (2007, December 25). Bangladesh To Dramatically Expand Technology That Doubles Efficiency Of Urea Fertilizer Use. ScienceDaily. Retrieved February 28, 2008, Disponible en: <http://www.sciencedaily.com/releases/2007/12/071218192026.htm>

