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. Haydeé 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).

_____

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^2. 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 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 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 Zeolta
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^2	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^2	metro cuadrado
m.s.n.m	metros sobre nivel del mar
ns	No significativo
ºC.	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^3	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_2	Oxido de Silicio
Al_2O_2	Oxido de Aluminio
Fe_2O_3	Oxido de Hierro
CaO	Oxido de Calcio
K_2O	Oxido de Potasio
TiO_2	Oxido de Titanio
MgO	Oxido de Magnesio
Na_2O	Oxido de Sodio
F_2O	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 aplicaciónde urea al voleo vs aplicación de briquetas (W. Bowen, 2008)……..…….	29
Figura 1.4.	Briquetas de urea con zeolita……	35
Figura 1.5.	Densidad de (APBU) por m^2 ……	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 Variedad F-50……..	45
Figura 2.3.	Construcción de Bloques y Parcelas para Establecimiento 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_2O_5, K_2O con Base al Análisis de Suelo.....	33
Tabla 2.1.	Condiciones Meteorológicas Bajo Estudio en la Zona Daule.....	39
Tabla 2.2.	Ubicaciòn de los Tratamientos con sus Repeticones 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