

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tesis de Grado presentada al H. Consejo Directivo previo a la obtención de Título:

INGENIERO AGRÓPECUARIO

TEMA:

Efecto de dos fuentes de materia orgánica como complemento a la fertilización química del cultivo de arroz (*oryza sativa*), variedad f- 21 en la zona de Babahoyo provincia de Los Ríos

AUTOR: Marcelo José Córdova Oñate

DIRECTOR: Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2011

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*) constituye el cereal de mayor importancia en el mercado, siendo consumido como alimento básico por más del 50% de la población mundial

En el Ecuador se cultiva anualmente 410.000 has, principalmente en las provincias del Guayas y los Ríos. El 60% en condiciones de secano y el 40% bajo riego; alcanzando un rendimiento promedio de nacional de 3.9Tn/ha de arroz en cascara, siendo la provincia de los Ríos la segunda productora de arroz en el país con aproximadamente 162000 ha 1/.

EL arroz variedad F-21 posee un alto rango de adaptación lo cual es muy apetecido por los arroceros ecuatorianos y también posee una gran resistencia a plagas y enfermedades 2/.

Además de los elementos N, P, K, las plantas necesitan de otros, tanto del suelo y materia orgánica para su desarrollo, los cuales son requeridos en mayor o menor cantidad según su etapa fenológica. Entre ellos los mas utilizados son el calcio (Ca), Magnesio (Mg) y el Azufre(S), los mismos que pueden ser incorporados al suelo o mejorados en su asimilación a través de la materia orgánica 3/.

La materia orgánica sobre los suelos es de vital importancia en los métodos de producción modernos de cultivos. El contenido de materia orgánica varia mucho dependiendo de las condiciones climáticas, prácticas de cultivo, rotación de las cultivos y la adición de los abonos frescos, desechos de animales, residuos de cosecha y de otros materiales orgánicos.

1/ Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2010. En www.magap.gob.ec.

2/ En www.fedearroz.com

3/ En www.ceniap.gov.ve

Cuando se añade fertilizantes al suelo sin la adición de componentes carbonados orgánicos, frecuentemente la tierra sufre problemas de deterioro. La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles.

Por lo expuesto el autor del presente trabajo considera justificable ejecutar esta investigación, con el propósito de lograr una alternativa en la fertilización con esta variedad, al fin de alcanzar mejores rendimientos y el aporte al desarrollo agrícola en la zona de Babahoyo

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de dos fuentes de materia orgánica como complemento a la fertilización química del cultivo de arroz variedad F-21 en la zona de Babahoyo.

1.2.2- Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de la variedad F- 21 a la aplicación de los tratamientos.
- Determinar la fuente y las dosis más adecuadas para el incremento de rendimiento del cultivo de arroz.
- Analizar económicamente los tratamientos en base a la relación beneficio – costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Variedad F- 21

INDIA (2009), señala que la variedad de semilla F-21 es de gran rango de adaptación, la cual complementa a variedades de ciclo largo como F-50 ya que su ciclo es menor que la mencionada.

Tolerante al manejo de láminas de agua durante todo el ciclo del cultivo. Posee una gran resistencia a plagas y enfermedades como: la pyricularia grisea, tolerante al virus de la hoja blanca, muy resistente al daño mecánico de sogata, alto rendimiento en pilado, resistencia al acame.

2.2. Fertilización

Según INIAP (2005), las respuestas del cultivo de arroz a la fertilización, depende del estado o nivel de fertilidad del suelo (estado físico – químico) que se conoce a partir de los distintos análisis, dentro de los factores climáticos se debe tener en cuenta las temperaturas extremas, sequías estacionales, heladas, el agua disponible y el ciclo del cultivo.

La fertilización es un factor decisivo en los cultivos y determinan los siguientes objetivos económicos: a) Reducción de costos; b) Aumento del beneficio por unidad de superficie y por unidad de fertilizante aplicado. Los efectos en el cultivo y su relación con los objetivos económicos determinan los puntos a seguir en lo referente a dosis, tipos de fertilizantes y su forma de aplicación de acuerdo a las condiciones reales de la explotación agrícola.

El propósito de una aplicación de fertilizantes, es suministrar una cantidad razonable de nutrientes, cuando la planta lo demande, durante sus etapas de desarrollo. Además, señala que la mayor o menor cantidad de granos, es el resultado de la fotosíntesis y la respiración, éstas son actividades que están influenciadas directa o indirectamente por el contenido de nutrientes (CIAT, 2006).

Arias (2003), estableció que después del nitrógeno, el fósforo es el elemento que con mayor frecuencia resulta limitante en los suelos. El fósforo se distribuye fácilmente en la mayor parte de las plantas pasando de un órgano a otro mientras que se pierde en las hojas más antiguas, acumulándose en las hojas jóvenes, en las flores y en las semillas que se encuentran en desarrollo.

El mismo autor sostiene que el potasio, es uno de los 16 elementos que son esenciales tanto para la vida animal y vegetal, las plantas requieren K en cantidades relativamente grandes. Es conocido que el potasio juega un papel fundamental en la fotosíntesis, transporte de los productos de la fotosíntesis, regulación de los poros de las plantas y muchas otras funciones.

Tanaka (2008), expresa que la aplicación de un fertilizante es frecuentemente eficiente para incrementar los rendimientos de arroz. En efecto los rendimientos están estrictamente vinculados con el uso de fertilizantes. El nitrógeno(N) constituye un factor limitante en nuestro medio, por ello es necesario aplicar este elemento durante las fases de crecimiento y de acuerdo a las necesidades del cultivo

El arroz responde muy bien a las aplicaciones de N. El incremento del rendimiento con la aplicación de N es mayor en suelos con muchos años de cultivo comparado con suelos con pocos años de arroz. Las dosis de nitrógeno a aplicar varían entre 60 y 120 kg de N /ha dependiendo de la cantidad de N que el suelo pueda suministrar. Las dosis mayores deben ser usadas en suelos con más años de

arroz. El nitrógeno se aplica como urea (45 % N), lo cual se traduce en dosis de entre 130 y 270 kg urea /ha (Ocampo, 2009).

Según Alcívar (2007), el arroz responde muy bien a las aplicaciones de fósforo, tanto en términos de rendimiento como de maduración del cultivo. Un arroz adecuadamente fertilizado con P produce mayores rendimientos y madura antes que un cultivo deficiente en este elemento

El fósforo se aplica en dosis entre 30 y 60 kg P₂O₅ /ha (65 a 130 kg de superfosfato triple /ha) incorporado con rastra o al momento del fanguero.

Se ha determinado un efecto significativo de las aplicaciones de este elemento sobre el rendimiento de arroz y la severidad de la enfermedad "pudrición del tallo", ya que plantas bien nutridas con potasio son menos susceptibles al ataque del hongo que causa la enfermedad, comparadas con plantas deficientes.

Las dosis recomendadas varían entre 30 y 120 kg K₂O /ha (50 a 200 kg de muriato de potasio /ha), utilizando las dosis mayores cuando la dosis de N es alta. El K puede ser aplicado a la forma de muriato de potasio (60 % K₂O) o sulfato de potasio (50 % K₂O y 18 % S), preferentemente de pre- siembra incorporado junto al fósforo en suelo seco, o con fanguero. Resultados satisfactorios también se han obtenido aplicando el K al voleo sobre el agua a macolla temprana.

Rodríguez (2008), menciona que el arroz es una planta muy exigente en agua, luminosidad y temperatura. El nitrógeno determina el ahijado de las plantas y el nivel de producción, siendo el fósforo importante para estimular un buen enraizamiento. Sus exigencias de elementos, en relación a la producción, son inferiores a los de los demás cereales. Las dosis totales pueden variar entre 120 – 200 kg/ha de nitrógeno, 50 – 80 kg/ha de fósforo y 60 – 120 kg/ha de potasio, en función de las condiciones de fertilidad del suelo y la posibilidad de producción en la zona.

Werner (2010), señala que el nitrógeno es necesario en algunas formas para la descomposición de la materia orgánica por los microorganismos heterótrofos del terreno. Si el material orgánico que se descompone tiene una cantidad de nitrógeno pequeña en relación al carbono presente (paja de trigo, tallos de cereales maduros). Los microorganismos utilizan algún NH_4^+ o NO_3^- presentes en el terreno posteriores a la descomposición. Este nitrógeno es necesario para permitir el rápido crecimiento de la población microbiana que acompaña a la adición del terreno de una gran proporción de material carbonado. Si por otra parte, el material añadido contiene mucho nitrógeno en proporción al carbono presente (alfalfa o trébol) no abra normalmente descenso en el nivel de nitrógeno mineral del terreno.

El nitrógeno es el nutrimento que más influye en los rendimientos de arroz, se le considera como un factor limitante en la producción. A nivel mundial el consumo de fertilizantes nitrogenados aumentó de 8 a 17 Kg/ha en un periodo de 15 años (1973-1988). Se predice que los requerimientos de fertilizantes nitrogenados aumentarán en el futuro; sin embargo, con la tecnología actual de producción de fertilizantes y los métodos de aplicación empleados, así como el costo y la contaminación ecológica que producen, su uso se hace más limitado. De ahí que la fijación biológica de nitrógeno (FBN) o la utilización de materia orgánica, ha atraído a los científicos interesados en la nutrición vegetal (León, 2005).

2.3. Materia Orgánica

Los autores denominan indistintamente materia orgánica (Navarro, 2005) o humus (Gros y Domínguez, 2004) a la parte orgánica que cumple un papel esencial en el suelo. No existe una definición de humus con la que todos los especialistas estén de acuerdo; pero, en general, el término humus designa a las “sustancias orgánicas variadas; de color pardo y negrozco, que resultan de la descomposición de materias orgánicas de origen exclusivamente vegetal”. Contienen

aproximadamente un 5% de nitrógeno, por lo que su valor en el suelo se puede calcular multiplicando por 20 su contenido de nitrógeno total.

Suquilanda (2003), la materia orgánica son todas las sustancias orgánicas vivas o muertas, frescas, o descompuestas, simples o complejas existentes en el suelo; esto incluye raíces de plantas, residuos de plantas y animales en todos los estados de descomposición, humus, microbios.

Urquiaga (2002), manifiestan que el suelo se comporta como un sistema abierto, intercambiando materia y energía con el medio circundante. El ingreso al suelo de carbono orgánico, fijado por la fotosíntesis en la planta, a través de los residuos de cosecha, depende de las condiciones nutricionales en que se desarrolló el cultivo y que afectaron la producción de biomasa total. Todos los nutrientes son importantes, sin embargo, el más influyente es el N.

AGRIPAC (2009), indica que Bioabor es un abono orgánico que nutre, acondiciona y mejora la estructura del suelo, aportando materia orgánica y microorganismos eficientes (Biofertilizante), minerales orgánicos altamente bio-disponibles. Es también un nutriente para el suelo, que mejora su estructura, ayuda a reducir la erosión y recupera la absorción del agua y nutrientes por la planta.

BIOABOR mejora las propiedades físicas del suelo mediante el aporte de materia orgánica, favorece la estabilidad de los suelos agrícolas, reduciendo la densidad aparente, aumentando la porosidad, permeabilidad y capacidad de retención de agua. Puede ser utilizado en todo tipo de suelos y para todo tipo de cultivo. Es un producto de calidad, No es tóxico para plantas, humanos y animales.

Puede ser mezclado con la mayoría de los fertilizantes, enlazándose aniones y cationes, lo que permite que se disminuya la pérdida por evaporación y lixiviación (lavado).

Es también un acondicionador de suelo al mejorar la estructura de éste, debido a que posee elementos modificantes de acidez y la capacidad de hacer bio-disponibles las sales del suelo por los efectos de la MO y azufre. Es compatible con productos que no posean PH extremo, ni sean productos en aceite.

INGREDIENTES	P/P
Nitrógeno(N)	2.52%
Fósforo (P205)	0.0015%
Potasio (K20)	0.87%
Calcio (Cao)	0.000018%
Zinc (ZN)	0.0065%
Manganeso (Mg)	0.0798%
Materia orgánica (base seca)	30.1%

Játiva (2001), dice que la utilización frecuente de abonos orgánicos permite resolver los problemas de fertilidad del suelo, mejorara la capacidad de retención de agua y circulación del aire, favorecer el desarrollo y vigorización de las plantas, aumentan la capacidad de resistencia a factores ambientales adversos, activar su biología y con ello la capacidad de controlar naturalmente insectos, ácaros, nematodos como patógenos, sea cual fuere el abono que se va a utilizar, su aplicación debe responder a un análisis previo del suelo (nutrimentos, relación C/N y microorganismos) pudiendo aplicarse de acuerdo a su riqueza hasta el doble del requerimiento en términos de elementos minerales puros, pues su asimilación y posterior absorción es bastante lenta.

Rendón (2009), indica que el humus es materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efectos de microorganismos que se encuentran químicamente estabilizados, por lo que regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. Es un mejorador de las características físico – química del suelo.

Suquilanda (2003), sostiene que la materia orgánica son todas las sustancias orgánicas vivas o muertas, frescas, o descompuestas, simples o complejas existentes en el suelo; esto incluye raíces de plantas, residuos de plantas y animales en todos los estados de descomposición, humus, microbios.

Cooke (2002), indica que algunos de los méritos que se atribuyen a los fertilizantes orgánicos son los siguientes: el nitrógeno y el fósforo presente no son solubles en agua a medida que el fertilizante se descompone en el suelo, esos nutrientes pueden liberarse con lentitud, en una tasa equiparable a la de absorción por las plantas. El proceso también impide la lixiviación de los nutrientes.

ECUAQUIMICA (2009), menciona que el humus de lombriz potencializado está compuesto de millones de colonias de microorganismos, hongos, levaduras, enzimas, hormonas de crecimiento, lo cual están constantemente en multiplicación.

Posee además Fitohormonas (Auxinas, Citoquininas, Giberelinas), *Saccharomyces sp*, *Lactobacillus*, Microorganismos eficientes, Ácidos húmicos, Ácidos Fúlvicos, Melaza de Caña, Macro y Micro nutrientes, Extractos de plantas con propiedades de fitoalexinas.

Dentro de sus principales características se tienen:

- Mejora la estructura del suelo
- Provee de sustancias nutritivas a la planta
- Incrementa la capacidad de retención de agua.
- Mejora la porosidad del suelo.
- Mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.
- Ayuda a retener los nutrientes del suelo

- En suelos ácidos impide la fijación de fósforo, neutraliza el efecto tóxico del aluminio
- La disminución de los niveles de la materia orgánica en el suelo implica la disminución de los nutrientes disponibles para las plantas

El humus de Lombriz potencializado no es compatible con otros productos como fungicidas, bactericidas, cúpricos y clorados. Se puede mezclar con ácidos húmicos, bioestimulantes, fertilizantes foliares y extractos de alga. Su composición química base es:

ELEMENTOS	UNIDAD	VALORES
Carga enzitematica microbiana		20 millones/cm ³
Materia orgánica	%	30
Nitrógeno	ppm	2.5
Fosforo	ppm	500
Potasio	ppm	5500
Magnesio	ppm	43000
Zinc	ppm	10.245
Boro	ppm	120.000
Carbono orgánico	%	25
Acido húmico	%	6
Relación C/N	%	10

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y Descripción del Área Experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km. 7½ de la vía Babahoyo Montalvo de la Provincia de Los Ríos.

Las coordenadas geográficas son: longitud oeste 79° 32', latitud sur 01° 49' y altitud de 8 msnm ^{1/}.

3.1. 1. Características Climáticas

Temperatura promedio:	27.7 °C ^{1/}
Precipitación anual:	2791.4 mm
Altitud:	8 msnm
Humedad relativa:	76 %
Horas de heliofanía:	804.7

3.1.2. Características del Suelo

Suelo:	Aluvial
P.H:	5.7
Topografía:	Plana
Textura:	Franco Arcillosa
Drenaje:	Regular

^{1/} Datos tomados en la estación meteorológica UTB-FACIAG. 2010

3.2. Material de siembra

Se utilizó la variedad de arroz F- 21 el mismo que tiene las siguientes características:

Tallos: Fuertes y flexibles con alta resistencia volcamiento.

Periodo vegetativo: 115 – 125 días.

Macollamiento intermedio: En sistemas de siembra tradicional.

Macollamiento alto: En sistema de siembra por transplante.

Vaneamiento: 7.5 – 15 %.

Tipo de planta: semicompacta.

Altura de planta: 110 – 120 cm.

Longitud de panículas: 27.1 – 29.9.

Panículas/m²: 146 – 364.

Granos/panícula: 147 – 204.

Longitud de grano: 7.27 (largo).

Hoja bandera: Erecta.

Rendimiento en molinería: Excelente calidad molinera y culinaria.

Resistente a pyricularia grisea (hoja y cuello).

Tolerante al virus de la hoja blanca.

Tolerante al Helminthosporium y Rhizoctonia.

Muy resistente al daño mecánico de sogata.

Tolerante a hidrellia y barrenadores (Diatrea; rupela).

Tolerante al enrollador de la hoja (Syngamia).

3.3. Factores estudiados

Variable independiente: Dosis de aplicación de materia orgánica y fertilización química.

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

3.4. Tratamientos

Para el trabajo de campo se utilizaron los siguientes tratamientos:

Tratamientos (*)		Dosis kg/ha	Época de Aplicación (**)
1	Humus EQ	400	25-40-50
2	Humus EQ	300	25-40-50
3	Humus EQ	200	25-40-50
4	Humus EQ	100	25-40-50
5	Bioabor	400	25-40-50
6	Bioabor	300	25-40-50
7	Bioabor	200	25-40-50
8	Bioabor	100	25-40-50
9	Testigo	3 sacos de urea, 1 saco de muriato, 1 saco de sulfato	25-40-50

(*): La fertilización en todos los tratamientos se efectuó según el análisis de suelo, con excepción del testigo. Recomendación (N 135 kg/ha, P 30 kg/ha, K 60 kg/ha, S 35 kg/ha, Zn 5 kg/ha), B 2 kg/ha).

(**): Días después de la siembra.

3.5. Métodos

Los métodos utilizados fueron: Inductivo – Deductivo, Deductivo – Inductivo y Experimental.

3.6. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con nueve tratamientos y cuatro repeticiones.

Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey con el 5% de probabilidades.

3.7. Manejo del Ensayo

3.7.1. Análisis de suelo.

Antes de la preparación del suelo, se tomó una muestra compuesta del mismo, para proceder a su análisis físico y químico

3.7.2. Preparación del terreno

La preparación de suelo consistió en un pase de rom-plow profundo y dos pases de rastra cruzados, con la finalidad de dejar una buena cama de semilla.

3.7.3. Siembra

Se realizó en surcos a chorro continuo, a un distanciamiento de 0.3 m entre hilera. Se utilizó semilla certificada, en dosis de 90 kg/ha.

3.7.4. Control de maleza

La aplicación de los herbicidas se realizó a la siembra en pre emergencia y 30 días después de la siembra cuando las malezas alcanzaron un adecuado tamaño

para su eliminación. Se utilizó un atomizador de mochila CP-3 a presión de 40 a 60 lb con boquilla para cobertura de 2 m.

Los productos utilizados fueron: en pre emergencia, Pendimetalin y Butaclor, en dosis de 2.5 y 3 l/ha, respectivamente. Adicionalmente se aplicó Paraquat en dosis de 1 l/ha, para controlar malezas emergidas.

A los 30 días se aplicó Bispiribac sodium, en dosis de 250 cc/ha, 2-4 D amina en dosis de 300 cc/ha y Bensulfuron en dosis de 150 g/ha.

3.7.5. Control fitosanitario

En el cultivo se presentó ataque de langosta (*Spodoptera frugiperda*), el mismo fue controlado con la aplicación de clorpirifos en dosis de 500 cc/ha, a los 18 días después de la siembra. En etapa de reproducción y llenado de granos se aplicó fipronil para el control de chinches en dosis de 250 cc/ha.

No se observó la presencia de enfermedades en el cultivo por tal motivo no fue necesaria la aplicación de fungicidas.

3.7.6. Riego

Al realizarse el cultivo bajo el sistema de secano, se dependió del régimen hídrico presente en las lluvias, no fue necesaria la aportación de riegos adicionales.

3.7.7. Fertilización

El programa de fertilización estuvo basado en el análisis de suelo, y en los cuadros de aplicación de los tratamientos.

Las dosis se fraccionaron según el detalle del cuadro de tratamientos, de la siguiente manera: el 50 % de nitrógeno, 100 % de fósforo, 50 % de potasio, 50 % de sulfato de amonio, 100 % de zinc y 100 % de boro; en la primera aplicación (25 días después de la siembra).

En la segunda aplicación el 25 % de la dosis de nitrógeno y el 25 de potasio. La restante dosis quedará para la tercera aplicación (50 días después de la siembra). La materia orgánica se aplicó en tres fracciones de 30, 40 y 30 %, respectivamente en las épocas indicadas.

3.7.8. Cosecha

La cosecha se realizó en cada parcela experimental de forma manual cuando los granos alcancen su madurez fisiológica.

3.8. Datos Evaluados

Para determinar la diferencia de medias de tratamientos se tomaron las siguientes variables:

3.8.1. Altura de planta a los 30 – 60 días después de la siembra y cosecha.

La altura de planta se tomó para las fechas indicadas, desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más sobresaliente, en diez plantas escogidas al azar por tratamiento. Se expresó en centímetros.

3.8.2. Número de macollos por planta / m².

Dentro del área útil de cada parcela experimental, se registró a la cosecha, el número de macollos por metro cuadrado, lanzando al azar un marco de 1 m² y contabilizando los mismos.

3.8.3. Número de panículas / m².

En el mismo metro cuadrado en el que se evaluó el dato anterior, se contabilizó las panículas al momento de la cosecha, en cada tratamiento.

3.8.4. Días a la floración.

Se tomó en 10 plantas al azar cuando en el cultivo se encontró con el 50 % de panículas emergidas.

3.8.5. Días a cosecha.

Se tomó en 10 plantas al azar cuando en el cultivo se encontró listo para el trillado de grano.

3.8.6. Longitud de panículas.

La longitud de panícula estuvo determinada por la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula; se tomó diez panículas al azar por parcela experimental y su promedio se expresó en centímetros

3.8.7. Números de grano por panícula.

Se evaluó escogiendo diez panículas al azar por tratamiento, contando todos los granos que en ella estuvieron.

3.8.8. Peso de 1000 granos.

Se tomó 1000 semillas por tratamiento y se contabilizó un promedio en gramos.

3.8.9. Rendimiento / hectárea.

Se evaluó el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, el porcentaje de humedad se ajustó al 14% y su peso se transformó a kilogramos por hectárea. Se empleó la siguiente fórmula para ajustar los pesos.

$$PU = \frac{Pa(100 - ha)}{(100 - hd)}$$

Donde:

PU= Peso uniformizado.

Pa= Peso actual.

ha= Humedad actual.

hd= Humedad deseada.

3.8.10. Análisis Económico.

En cada tratamiento finalizado el proceso de cosecha según el costo de los tratamientos (producción) y utilidad generada se calculó el beneficio-costo de los mismos.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan a continuación:

4.1.- Altura de planta.

En el Cuadro 1, se observan los promedios de altura de plantas evaluadas a los 30 y 60 días después de la siembra, y cosecha. Los valores no lograron significancia estadística al 5 % de probabilidad en ninguna de las evaluaciones realizadas.

En la evaluación de altura de planta realizada a los 30 días después de la siembra, se encontró que el tratamiento Bioabor 300 kg/ha (34.5 cm) fue el mas alto. El menor registro se encontró en el Testigo con 28.5 cm. El coeficiente de variación fue 13.87 %.

La evaluación de altura de planta realizada a los 60 días, determinó que el tratamiento Bioabor 400 kg/ha presentó la mayor altura (82 cm). El menor valor se encontró en el testigo con 74.75 cm. El coeficiente de variación fue 7.32 %.

Los registros de altura encontrados en la cosecha se determinaron que la mayor altura la alcanzaron los tratamientos Bioabor 400 kg/ha y Bioabor 200 kg/ha, con 102.75 cm. El menor valor se encontró en el testigo con 94 cm. El coeficiente de variación fue 7.51 %.

Cuadro 1. Promedio de altura de plantas a los 30 y 60 días después de la siembra y a cosecha en el ensayo, con tratamientos de materia orgánica como complemento a la fertilización química. Babahoyo. 2010

Tratamientos	Altura de plantas (cm)		
	30 d.d.s.	60 d.d.s.	Cosecha
Humus EQ 400 kg/ha	29.50	79.00	98.75
Humus EQ 300 kg/ha	29.75	77.75	97.00
Humus EQ 200 kg/ha	29.25	80.00	101.00
Humus EQ 100 kg/ha	29.50	80.50	100.75
Bioabor 400 kg/ha	33.00	82.00	102.75
Bioabor 300 kg/ha	34.50	78.00	98.25
Bioabor 200 kg/ha	30.50	81.25	102.75
Bioabor 100 kg/ha	30.00	80.25	100.75
Testigo 69-0-30-0-11kg/ha	28.50	74.75	94.00
Promedios	30.50	79.28	100.00
Significancia estadística	ns	ns	ns
Coeficiente de variación %	13.87	7.32	7.51

d.d.s: Días después de la siembra

4.2.- Número de macollos por metro cuadrado.

En el Cuadro 2, se observan los promedios de la evaluación de número de macollos por metro cuadrado registrados durante el cultivo. No se registró significancia estadística al 5 % de probabilidad. El coeficiente de variación fue 13.17 %.

En la evaluación realizada se encontró que el mayor número de macollos se encontró en el tratamiento Humus EQ 100 kg/ha (390.75 macollos). Se presentó el menor registro en el testigo (315 macollos).

4.3.- Número de panículas por metro cuadrado.

En el Cuadro 2, se aprecian los promedios de número de panículas por metro cuadrado evaluados en los tratamientos estudiados. No se encontró significancia estadística al 5 % de probabilidades, en la evaluación realizada.

Se encontró que el mayor número de panículas lo presentó el tratamiento Humus EQ 100 kg/ha (349.25 panículas). El menor valor se registró en el Testigo (281 macollos). El coeficiente de variación fue 13.16 %.

4.4.- Días a floración.

En el Cuadro 3, se aprecian los promedios de días a floración encontrados en el presente estudio. Se alcanzó alta significancia estadística al 5 % de probabilidades.

Se encontró que el mayor número de días se presentó en los tratamientos Humus EQ 300 kg/ha (81.25 días) y Bioabor 100 kg/ha que fueron estadísticamente iguales a los tratamientos EQ 200 kg/ha (78.25 días), Bioabor 400 kg/ha (80 días) y testigo (80.25 días), pero superiores a los demás tratamientos. El menor número de días se registró en los tratamiento Humus EQ 100 kg/ha (75 días), Bioabor 300 kg/ha (76.25 días) y Bioabor 200 kg/ha (76.25 días). El coeficiente de variación fue 1.81 %.

Cuadro 2. Promedios de número de macollos y número de panículas por metro cuadrado en ensayo con tratamientos de materia orgánica como complemento a la fertilización química. Babahoyo. 2010

Tratamientos	Macollos/ m²	Panículas/ m²
Humus EQ 400 kg/ha	379.25	338.50
Humus EQ 300 kg/ha	365.75	326.75
Humus EQ 200 kg/ha	345.25	308.00
Humus EQ 100 kg/ha	390.75	349.25
Bioabor 400 kg/ha	347.00	310.00
Bioabor 300 kg/ha	347.25	310.00
Bioabor 200 kg/ha	338.25	302.00
Bioabor 100 kg/ha	320.50	286.25
Testigo 69-0-30-0-11kg/ha	315.00	281.00
Promedio	350.00	312.00
Significancia estadísticas	ns	ns
Coeficiente de variación %	13.17	13.16

d.d.s: Días después de la siembra

4.5.- Días a cosecha.

En el Cuadro 3, se observan los promedios de días a cosecha evaluados en los tratamientos estudiados. Realizado el análisis de varianza se alcanzó alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

Se encontró que el mayor número de días se presentó en los tratamientos Bioabor 100 kg/ha (116.5 días) y Bioabor 300 kg/ha (114 días) que fueron estadísticamente iguales entre sí, pero superiores a los demás tratamientos. El menor número de días se registró en los tratamientos Humus EQ 400 kg/ha (111 días) y Bioabor 400 kg/ha (110.75 días). El coeficiente de variación fue 1.12 %.

Cuadro 3. Promedios de días a floración y a la cosecha de arroz F-21 con tratamientos de materia orgánica como complemento a la fertilización química. Babahoyo. 2010

Tratamientos	Días	
	A floración	A cosecha
Humus EQ 400 kg/ha	77.25 bc	111.00 c
Humus EQ 300 kg/ha	81.25 a	113.25 bc
Humus EQ 200 kg/ha	78.25 abc	112.00 bc
Humus EQ 100 kg/ha	75.00 c	112.50 bc
Bioabor 400 kg/ha	80.00 ab	110.75 c
Bioabor 300 kg/ha	76.25 c	114.00 ab
Bioabor 200 kg/ha	76.25 c	113.00 bc
Bioabor 100 kg/ha	81.00 a	116.50 a
Testigo 69-0-30-0-11kg/ha	80.25 ab	113.00 bc
Promedio	78.39	112.89
Significancia estadísticas	**	**
Coeficiente de variación %	1.81	1.12

d.d.s: Días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

4.6.- Longitud de panículas.

En el Cuadro 4, se observan los promedios de longitud de panícula obtenidos en los tratamientos evaluados. Se encontró alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

Se encontró que la mayor longitud la obtuvieron los tratamientos Bioabor 400 kg/ha (29.5 cm) y Bioabor 300 kg/ha (31.25 cm) que fueron estadísticamente iguales a los tratamientos Humus EQ 400 kg/ha (26 cm), Humus EQ 300 kg/ha (27.75 cm), Humus EQ 200 kg/ha (28.5 cm), Humus EQ 100 kg/ha (29.25 cm), Bioabor 200 kg/ha (27.5 cm), Bioabor 100 kg/ha (27.75 cm), pero superiores a los demás tratamientos. El menor número de días se registró en el testigo (23.5 cm). El coeficiente de variación fue 9.16 %.

4.7.- Granos por panícula.

En el Cuadro 4, se muestran los promedios de granos por panícula obtenidos en los tratamientos. Se obtuvo alta significancia estadística al 5 % de probabilidades.

Se encontró que la mayor longitud la obtuvo el tratamiento Bioabor 300 kg/ha (77.25 granos) que fue estadísticamente igual a los tratamientos Humus EQ 100 kg/ha (71 granos), Bioabor 400 kg/ha (69 granos), Bioabor 200 kg/ha (66.75 granos) y Testigo (62.5 granos) y superior a los tratamientos. El menor número de granos se registró en el tratamiento Humus 200 kg/ha (52.75 granos). El coeficiente de variación fue 9.16 %.

Cuadro 4. Promedios de longitud de panículas y número de granos por panícula obtenidos en tratamientos con materia orgánica como complemento a la fertilización química. Babahoyo. 2010

Tratamientos	Longitud panícula (cm)	Número granos
Humus EQ 400 kg/ha	26.00 ab	60.50 bc
Humus EQ 300 kg/ha	27.75 ab	61.25 bc
Humus EQ 200 kg/ha	28.50 ab	52.75 c
Humus EQ 100 kg/ha	29.25 ab	71.00 ab
Bioabor 400 kg/ha	29.50 a	69.00 ab
Bioabor 300 kg/ha	31.25 a	77.25 a
Bioabor 200 kg/ha	27.50 ab	66.75 abc
Bioabor 100 kg/ha	27.75 ab	59.75 bc
Testigo 69-0-30-0-11kg/ha	23.50 b	62.50 abc
Promedio	27.89	64.53
Significancia estadísticas	**	**
Coeficiente de variación %	9.16	10.5

d.d.s: Días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

4.8.- Peso de 1000 granos.

En el Cuadro 5, se observan los promedios del peso de 1000 semillas de los tratamientos estudiados. Se registró alta significancia estadística al 5 % de probabilidades.

El tratamiento Bioabor 300 kg/ha (22.72 g) fue estadísticamente superior y diferente a todos los tratamientos. El menor peso se registró en los tratamientos Humus EQ 300 kg/ha (20.9 g) y Humus EQ 200 kg/ha (20.9 Kg/ha), que fueron estadísticamente iguales a los demás tratamientos el Testigo absoluto (19.2 gramos). El coeficiente de variación fue de 1.40 %.

Cuadro 5. Promedios de pesos de 1000 granos de arroz F-21 con tratamientos de materia orgánica como complemento a la fertilización química. Babahoyo. 2010

Tratamientos	Peso/g
Humus EQ 400 kg/ha	21.55 b
Humus EQ 300 kg/ha	20.90 b
Humus EQ 200 kg/ha	20.90 b
Humus EQ 100 kg/ha	21.38 b
Bioabor 400 kg/ha	21.00 b
Bioabor 300 kg/ha	22.72 a
Bioabor 200 kg/ha	21.35 b
Bioabor 100 kg/ha	20.98 b
Testigo 69-0-30-0-11kg/ha	19.2 b
Promedio	21.35
Significancia estadísticas	**
Coeficiente de variación %	1.40

d.d.s: Días después de la siembra
 Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%de significancia.

4.9.- Rendimiento por hectárea.

En el Cuadro 6, se registran los promedios del rendimiento por hectárea de los tratamientos. No se encontró significancia estadística al 5 % de probabilidad.

En los promedios, se encontró que el tratamiento Bioabor 300 kg/ha con 5439.7kg/ha, obtuvo el mayor rendimiento. El menor promedio se obtuvo en el tratamiento Humus EQ 200 kg/ha con 3407.79 kg/ha. El coeficiente de variación fue de 20.38 %.

4.10.- Análisis económico.

En el Cuadro 7, se observan los promedios de los resultados de la evaluación económica, realizada a los tratamientos, analizando ingresos y egresos.

Se encontró que el tratamiento Humus EQ 100 kg/ha fue el que mayor utilidad reportó con \$775.89, mientras el menor ingreso lo tuvo el tratamiento Humus EQ 200 kg/ha (\$134.14).

Cuadro 6. Promedios de rendimiento de arroz F-21 obtenidos en el ensayo con tratamientos de materia orgánica como complemento a la fertilización química. Babahoyo. 2010.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha
Humus EQ 400 kg/ha	4368.13
Humus EQ 300 kg/ha	4191.53
Humus EQ 200 kg/ha	3407.79
Humus EQ 100 kg/ha	5418.08
Bioabor 400 kg/ha	4473.88
Bioabor 300 kg/ha	5439.70
Bioabor 200 kg/ha	4319.33
Bioabor 100 kg/ha	3611.63
Testigo 69-0-30-0-11kg/ha	3748.98
Promedio	4331.24
Significancia estadísticas	ns
Coeficiente de variación %	20.38

d.d.s: Días después de la siembra

Cuadro 7. Evaluación económica en el ensayo: Efecto de dos fuentes de materia orgánica como complemento a la fertilización química del cultivo de arroz, variedad F- 21 en la zona de Babahoyo. 2010.

Tratamiento	Kg / hectárea	Ingresos	Egresos	Utilidad	B/C
Humus EQ 400 kg/ha	4368.13	1121.21	859.80	261.40	1.30
Humus EQ 300 kg/ha	4191.53	1075.88	782.54	293.34	1.37
Humus EQ 200 kg/ha	3407.79	874.71	740.56	134.14	1.18
Humus EQ 100 kg/ha	5418.08	1390.71	614.82	775.89	2.26
Bioabor 400 kg/ha	4473.88	1148.35	940.81	207.54	1.22
Bioabor 300 kg/ha	5439.70	1396.26	737.81	658.45	1.89
Bioabor 200 kg/ha	4319.33	1108.68	692.22	416.47	1.60
Bioabor 100 kg/ha	3611.63	927.03	716.98	210.05	1.29
Testigo	3748.98	962.28	490.90	471.39	1.96

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se puede determinar que la aplicación de materia orgánica humificada junto a un programa de fertilización química edáfica, influyen sobre el rendimiento de grano de arroz, bajo las condiciones del ensayo.

Las aplicaciones de los fertilizantes y materia orgánica se produjeron un aumento en el rendimiento del cultivo con promedios de 4100 kg/ha (42 sacas/ha) y aumentos sobre el testigo. Esto concuerda con el Urquiaga (2002), quien manifiesta que el suelo se comporta como un sistema abierto, intercambiando materia y energía con el medio circundante. El ingreso al suelo de carbono orgánico, fijado por la fotosíntesis en la planta, a través de los residuos de cosecha, depende de las condiciones nutricionales en que se desarrolló el cultivo y que afectaron la producción de biomasa total. Todos los nutrientes son importantes, sin embargo, el más influyente es el N,

Realizados los análisis de estadística se encontró que el material vegetal (F-21), utilizado para el ensayo presentó un comportamiento muy estable a la aplicación de fertilizantes químicos en mezclas con materia orgánica especialmente Bioabor. Esto corrobora lo manifestado por AGRIPAC (2009), Indica que Bioabor es un abono orgánico que nutre, acondiciona y mejora la estructura del suelo, aportando materia orgánica y microorganismos eficientes (Biofertilizante), minerales orgánicos altamente bio-disponibles. Es también un nutriente para el suelo, que mejora su estructura, ayuda a reducir la erosión y recupera la absorción del agua y nutrientes por la planta.

Importante es que la materia orgánica funcional presenta una mejor complementación con fertilizantes químicos con realización a otros tipos de fuentes orgánicas, debido a las bajas dosis a emplearse y a la granulometría del material que hace más fácil su aplicación en el suelo. Esto concuerda con Cooke (2002), quien indica que algunos de los méritos que se atribuyen a los fertilizantes orgánicos son los siguientes: el nitrógeno y el fósforo presente no son solubles en agua a medida que el fertilizante se descompone en el suelo, esos nutrientes pueden liberarse con lentitud, en una tasa equiparable a la de absorción por las plantas. El proceso también impide la lixiviación de los nutrientes.

El mejor comportamiento se presentó en el tratamiento Bioabor 300 kg/ha, el cual tuvo mejor eficiencia en su disponibilidad, lo cual ayudó a mejorar condiciones agronómicas del cultivo, lo cual concuerda con Jativa (2001), quien dice que la utilización frecuente de abonos orgánicos permite resolver los problemas de fertilidad del suelo, mejorará la capacidad de retención de agua y circulación del aire, favorecer el desarrollo y vigorización de las plantas, aumentan la capacidad de resistencia a factores ambientales adversos, activar su biología

Los rendimientos presentados fueron aceptables, lográndose en el tratamiento Bioabor 300 kg/ha (5439.7 kg/ha) el mayor rendimiento y el testigo absoluto (3748.98.5 kg/ha) el menor rendimiento. Los demás tratamientos estuvieron por encima de la media nacional. Sin embargo no se alcanzó rendimientos altos debido a que durante los procesos de floración y llenado de grano, se produjo un descenso en las precipitaciones del periodo invernal, las cuales se prolongaron y adicionalmente la caída ceniza volcánica.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. El periodo de sequia producido durante la época del ensayo, disminuyó parcialmente el rendimiento del cultivo de arroz en el ensayo.
2. La caída de ceniza volcánica sobre el cultivo de arroz en el periodo de llenado de grano, genero efectos negativos sobre el rendimiento
3. Las dosis de Bioabor y humus EQ, influyeron significativamente en el rendimiento y desarrollo del cultivo de arroz., aplicados a los 25, 40 y 50 días después de la siembra.
4. Aplicaciones de Bioabor incentivan el desarrollo de la planta, especialmente en su altura.
5. No se encontró diferencias significativas en las variables: números de macollos, número de panículas, altura de planta y rendimiento por hectárea.
6. Las aplicaciones de Bioabor, aceleran el número de días tanto a floración como cosecha.
7. Se observó diferencias numéricas en el rendimiento de grano entre las tratamientos utilizados, estando todos por superiores a la media nacional
8. El tratamiento Bioabor en dosis de 300 kg/ha influye significativamente sobre el rendimiento de grano en el material utilizado (5439.7 kg/ha), obteniendo este el mejor promedio.
9. Las aplicaciones de Bioabor inciden de manera positiva sobre la utilidad del cultivo.

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Aplicar Humus en mezcla con fertilización química en las épocas indicadas (25, 40 y 50 días después de la siembra), para mejorar la captación de nutrientes.
2. Realizar investigaciones similares con otros materiales de siembra y bajo otras condiciones de manejo.

VII. RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es consumido por el 75 % de la población mundial. En Ecuador, las mayores áreas sembradas están en las provincias del guayas y los Ríos. Gran superficie de las plantaciones están afectadas por problemas de fertilidad y pérdidas en el rendimiento, debido al mal manejo de fertilizantes y de nuevas fuentes de materias minerales o biológicas.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la eficacia de la aplicación de varios fuentes de materia orgánica en mezcla con fertilizantes químicos comerciales, para evaluar su efecto sobre el rendimiento de grano y comportamiento del cultivo.

El trabajo se realizó en los campos, ubicados en la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuaria en la Provincia de los Ríos, entre los meses de Febrero y Junio del 2010. Se investigaron nueve tratamientos y cuatro repeticiones.

Se realizó la siembra de arroz variedad F-21 en parcelas de 20 m². Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

Al final del ciclo del cultivo se evaluó: altura de plantas, número de macollos por m², Granos por panícula, longitud y número de panículas m², Días a floración, Días a cosecha, número de granos por panícula, peso 1000 semillas y Rendimiento por hectárea.

Los resultados determinaron que las aplicaciones de materia orgánica en dosis comerciales inciden sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo, sobre todos en periodos de máximo crecimiento afectando la fisiología de la planta positivamente.

El mejor tratamiento según los resultados estadísticos fue Bioabor 300 kg/ha, en aplicaciones a los 25, 40 y 50 días después de la siembra, el mismo que logró rendimiento de 5439.70 kg/ha y un comportamiento mas estable en las variables evaluadas.

VIII. SUMMARY

The rice (*Oryza sativa* L.) is consumed by 75% of the world-wide population. In Ecuador, the major seeded areas are in the provinces of Guayas and the Ríos. Great surface of the plantations is affected by problems of fertility and lost in the yield, due to the evil handling of fertilizers and new sources of mineral matters or biological.

The objective of this investigation was to evaluate the effectiveness of the application of several sources of organic matter in mixture with commercial chemical fertilizers, to evaluate its effect on the grain yield and behavior of the culture.

The work was realized in the fields, located in the Technical University of Babahoyo, Farming Faculty of Sciences in the Province of Los Ríos, between the months of February and June of the 2010. Nine treatments and four repetitions were investigated.

Rice seedtime was realized variety INIAP 15 in 24 parcels of 20 m². The treatments were distributed at random in a design of complete blocks. For the evaluation of averages the test of Tukey to 5% of probabilities was used.

At the end of the cycle of the culture it was evaluated: height of plants, number of macollos by m², Grains by ears, length and number of ears m², Days to flowering, Days to harvest, number of grains by ears, weight 1000 seeds and Yield by hectare.

The results positively determined that the applications of organic matter in commercial doses affect the development and yield of the culture, on all in periods of maximum growth affecting the physiology of the plant.

The best treatment according to the statistical results went NPK+Natrucomplet-G+NaturalWSP, in applications to the 25, 40 and 50 days after seedtime, the same that 5439.70 obtained yield of kg/ha and a stable behavior but in the evaluated variables.

IX. LITERATURA CITADA

AGRIPAC, 2009. Revistas divulgativas. Consultado en www.agripca.com. 02 Dic. 2009.

Alcivar, S. 2007. El cultivo de arroz en la zona central. Boletín divulgativo n°156. FENEARROZ-INIAP. p 8

Arias, L. 2003. Respuesta a la fertilización nitrogenada en las plantas. Limusa - México. p 46.

Castañeda, P. y Conde, A. 1992. Prueba de campo de metalosatos multiminerales en la costa de Guatemala. Dewayne sanead. ASA. p 213-216

CIAT. 2006. Arroz: Investigación y Producción. Los macro nutrientes en la nutrición de la planta de arroz. Universidad nacional de Colombia-CIAT. Colombia. p 108

Cooke, G. 2002. Fertilización para rendimientos máximos. Compañía Editorial Continental. 3 ed. S.A de CV MÉXICO p. 63.

ECUAQUICA, 2009. Humus de lombriz liquido (en línea). .consultado 02 Dic.2009. Disponible en. <http://www.ecuaquimica.com.ec>

Gros, A. y Domínguez, A. 2004. Abonos guía práctica de la Fertilización. 12va edición. Ediciones Mund - prensa. Madrid. 450 p.

INDIA, 2009. Boletín técnico. Semilla de arroz F – 21

Játiva, M. 2001. Revista Cultivos Controlados Internacionales, FLOR Y FLOR, Ecuador 3(6):27.

León, J. 2005. Efecto de la inoculación de las bacterias fijadoras de nitrógeno sobre genotipos interespecíficos de arroz. Revista Arroz, CO. 53(458): 27

Navarro Pedreño, J. 2005. Estudio de los efectos de la salinidad y de la adición al suelo de residuos orgánicos en plantas de arroz. Tesis Doctoral. Facultad de ciencias. Universidad de Madrid. España.

Ocampo, B. 2009. Fertilización en arroz. (en línea). Consultado 06 Dic. 2009 disponible en <http://www.Ocampo.es>.

Rendon, V. 2009. Manual de horticultura orgánica. Gobierno Provincial de Los Ríos, p 43.

Rodríguez, F. 2008. Fertilizantes: Nutrición vegetal. Editorial Centrum. 4 ed. México. p 125.

Suquilanda, M. 2003. Manual de los cultivos de hortalizas orgánicas Universidad Central de Quito. Ediciones Universitarias. 220p.

Tanaka, T. 2008. Fertilización en arroz. (en línea) Consultado 06 Dic. 2009 disponible en <http://www.Ocampo.es>.

Urquiaga, R. 2002. Abonos orgánicos (en línea).consultado 28Nov.2010. Disponible en <http://www.INFOJARDIN.com>

Werner, R.W. 2010. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Universidad de Buenos Aires-INIA. pp 146-147.

