



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

Efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas.

AUTORA:

GLADY FRANCISCA QUIÑONEZ PIANCHICHE

DIRECTOR

ING. ORLY CEVALLOS FALQUEZ Msc.

QUEVEDO – LOS RÍOS - ECUADOR

2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON MASHI EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L). EN EL CANTÓN RIO VERDE PROVINCIA DE ESMERALDAS

Autora: GLADY FRANCISCA QUIÑONEZ PIANCHICHE

TESIS DE GRADO

Presentada al Honorable Comité Técnico, Académico, Administrativo de la Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo a la obtención del título de: **INGENIERO AGROPECUARIO**

Aprobado:

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Lcdo. Héctor Castillo Vera, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Freddy Sabando Ávila, MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Neptali Franco Suescum. MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Glady Francisca Quiñonez Pianchiche declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

GLADY FRANCISCA QUIÑONEZ PIANCHICHE

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing. Orly Cevallos Falquez MSc. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la Egresada Glady Francisca Quiñonez Pianchiche, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, titulada **“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON MASHI EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L). EN EL CANTÓN RIO VERDE PROVINCIA DE ESMERALDAS.”** bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto

ING. ORLY CEVALLOS FALQUEZ, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

La autora deja constancia de su agradecimiento a todas las personas que con su colaboración, hicieron posible la culminación de la presente investigación.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Institución digna y grande que me acogió como estudiante.

Las Autoridades de la Universidad.

Ing. Roque Vivas Moreira, MSc. Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la Comunidad Universitaria.

Ing. Guadalupe Murillo de Luna, MSc. Vicerrectora Administrativa de la UTEQ, por su gestión en la UED y apoyo a los estudiantes.

Ing. Laudén Geoback Rizzo Zamora, MSc. Coordinador de la Carrera Agropecuaria, por su apoyo y motivación para la exitosa culminación de esta investigación de tesis.

Ing. Orly Cevallos, MSc. Director, por sus consejos y colaboración con su amplia experiencia.

A familiares que de una u otra forma me ayudaron para la realización de este trabajo.

A Dios que pese a las complicaciones ajenas a este proyecto me permitió culminarlo.

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a Dios; a mis padres, por su amor y apoyo, entrega y sacrificio, por levantarme cuando he decaído, por confiar y tener fé en mí siempre, por guiarme, ser la voz y bendición de Dios como prioridad en mi vida. A mis hermanos y hermanas.

Y a mi amigo Lucas por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida profesional y emocional, por haber dedicado tiempo y esfuerzo para culminar una meta más

Glady Quiñonez

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
Portada	i
Acta de aprobación.....	ii
Certificación y autoría	iii
Certificación de director de tesis... ..	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria.....	vi
Índice.	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Introducción.....	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. General.....	3
1.2.2. Específicos.....	3
1.3. Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II.....	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
CAPÍTULO III.....	19
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.1.2. Condiciones meteorológicas	20
3.1.3. Materiales y equipos	21
3.1.4. Tratamientos	21
3.1.5. Diseño experimental y análisis estadístico.....	22
3.1.6. Unidades experimentales y esquema del experimento.....	22
3.2. Manejo del experimento.	23

CAPÍTULO IV.	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1 Resultados	30
4.1.1. Altura de planta.	30
4.1.2. Días a la floración	31
4.1.3. Numero de macollo / planta.	32
4.1.4. Días a la cosecha.....	33
4.1.5. Numero de grano por panícula.....	34
4.1.6. Longitud de la panícula	35
4.1.7. Numero de panícula por metro cuadrado.....	37
4.1.8. Peso de mil granos.....	38
4.1.9. Longitud de grano mm.	39
4.1.10. Porcentajes de grano fértiles	41
4.1.11. Rendimiento de grano por metro cuadrado.....	42
4.1.12. Análisis Económico	44
CAPÍTULO V.	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1 Conclusiones.....	47
5.2 Recomendaciones.....	48
CAPÍTULO VI.	49
BIBLIOGRAFÍA	49
CAPÍTULO VII.	54
ANEXOS	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Condiciones meteorológicas de la zona de investigación para el comportamiento agronómico de arroz (<i>Oryza sativa L</i>). INIAP 17 con Mashí en el cantón Río Verde provincia de Esmeraldas	20
2	Descripción y cantidad de materiales utilizados, para el comportamiento agronómico de arroz (<i>Oryza sativa L</i>). INIAP 17 con Mashí en el cantón Río Verde provincia de Esmeraldas.	21
3	Esquema del análisis de varianza para el comportamiento agronómico de arroz (<i>Oryza sativa L</i>). INIAP 17 con Mashí en el cantón Río Verde provincia de Esmeraldas.2015	22
4	Unidad experimental para el comportamiento agronómico de arroz (<i>Oryza sativa L</i>). INIAP 17 con Mashí en el cantón Río Verde provincia de Esmeraldas". 2015.	22
5	Días a la floración para efecto de la fertilización con mashí en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Río Verde provincia de Esmeraldas. 2015.	29
6	Días a la cosecha para efecto de la fertilización con mashí en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Río Verde provincia de Esmeraldas. 2015	30

7	Altura de planta para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015..	30
8	Número de macollo/planta para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.	31
9	Número de grano por panícula para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.	32
10	Peso de mil granos para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015	34
11	Longitud de la panícula para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015	35
12	Porcentaje de granos fértiles para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015	37
13	Longitud de granos para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015	38

14	Número de panícula por metro cuadrado para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015	40
15	Rendimiento de granos por metro cuadrado para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015	41
16	Análisis económico para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015	43

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Altura de planta para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.	31
2. Número de macollo/planta para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015	32
3. Número de grano por panícula para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015	33
4. Peso de mil granos para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.	35
5. Longitud de la panícula para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015	36
6. Porcentaje de granos fértiles para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015	38
7. Longitud de granos para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L</i>) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.	39

8. Número de panícula por metro cuadrado para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015. 40
9. Rendimiento de granos por metro cuadrado para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015 42

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación se la efectuó en el recinto El Laurel localizado a 16 Km de la parroquia Chumunde, Cantón Rio Verde, provincia de Esmeraldas. Su ubicación geográfica es: 00° 19' 25" de latitud sur y 80° 06' 12" de longitud oeste, a una altura de 30 m.s.n.m. El objetivo fue determinar el efecto del restaurador MASHI, en diferentes dosis, en variedad arroz INIAP 17 (*Oryza sativa L*) en la provincia de Esmeraldas. Los tratamientos estudiados fueron T1 (Testigo), T2 (5100 gr Mashi), T3 (7200 gr Mashi) y T4 (10300 gr Mashi); se utilizó el diseño completamente al azar se midieron variables agronómicas. Esta investigación tiene como principio generar alternativas ante un mercado creciente y exigente, tomando un producto que no puede faltar en la dieta diaria; por eso, la incorporación de abonos orgánicos tales como el Mashi. Las aplicaciones de mashi inciden sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo, sobre todos en periodos de máximo crecimiento afectando la fisiología de la planta positivamente. Los tratamientos T3 (7200 gr Mashi) y T4 (10300 gr Mashi); mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos en las variables evaluadas: Altura de planta, Número de macollos/planta, Número de panículas por metro cuadrado, Longitud de panículas, Número de granos por panícula, Porcentaje de granos fértiles, Peso de mil granos, Longitud de grano y Rendimiento de grano por metro cuadrado, mostraron alta significancia estadística entre los tratamientos. En lo que respecta a la parte económica el tratamiento (testigo) presentó el mayor relacion beneficio con \$ 3.81, es decir que por cada \$ 3 invertido tenemos un retorno de \$ 0.81, seguido del tratamiento T4 con \$ 2.61, y el tratamiento con menor relacion beneficio costo fue para el T3 con \$ 2.55 Como los niveles de fertilización influyeron significativamente en las variables agronómicas evaluadas.

Palabra clave: arroz, fertilización, planta, rendimiento

ABSTRACT

This research was conducted in the enclosure The Laurel located 16 km from the Chumunde, Rio Verde Canton province of Esmeraldas parish. Its geographical location: 00 ° 19 '25 "south latitude and 80 ° 06' 12" west longitude, to a height of 30 m The objective was to determine the effect of restoring MASHI, at different doses, in variety INIAP 17 rice (*Oryza sativa* L.) in the province of Esmeraldas. The treatments were T1 (control), T2 (5100 gr Mashi), T3 (7200 gr Mashi) and T4 (10300 gr Mashi); completely randomized design agronomic variables were measured was used. This research is beginning to generate alternatives to an increasingly demanding market, taking a product that must be present in the daily diet; therefore, the addition of organic fertilizers such as Mashi. Mashi applications development and affect crop yield, above all in periods of maximum growth impacting positively plant physiology. T3 (7200 gr Mashi) and T4 treatments (10300 gr Mashi); showed statistical differences between treatments in the variables evaluated: Height of plant, number of tillers / plant, number of panicles per square meter, length of panicles, number of grains per panicle, percentage of fertile grains, thousand kernel weight, length grain and grain yield per square meter showed high statistical significance between treatments. Regarding the economic part treatment (control) had the highest benefit ratio with \$ 3.81, meaning that for every \$ 3 invested have a return of \$ 0.81, followed by treatment T4 with \$ 2.61, and treatment with less cost benefit ratio for Q3 was \$ 2.55 As with fertilizer levels significantly influence the agronomic variables.

Keyword: rice, fertilizer, plant performance

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

Las pocas prácticas agronómicas del cultivo de arroz, en la provincia de Esmeraldas de acuerdo a estos antecedentes y con la finalidad de aplicar normativas e incentivar a los agricultores a incursionar en el cultivo de arroz se han diseñado estrategias de manejo integral para lograr el equilibrio, la permanencia, y la rentabilidad del agroecosistema arrocero. Además preservar la salud con producción sana y orgánica y de esta manera, aumentar la producción ya que cuenta con condiciones edafoclimáticas óptimas para desarrollar este cultivo, con material en gramíneas en óptimas condiciones (características deseables, excelente calidad genética y aspecto fitosanitario, etc.).

El cultivo de arroz en el Ecuador constituye una de las principales actividades agrícolas en el litoral ecuatoriano, estimándose que da ocupación a unas 50.000 familias del sector rural. Esto significa una contribución al PIB agrícola de alrededor del 13%, lo que representa una participación del 2,7% del PIB nacional (Mayorga, 2010).

La materia orgánica del suelo es el principal determinante de su actividad biológica, la diversidad y la actividad de la fauna y de los microorganismos, las propiedades químicas y físicas, la agregación y la estabilidad de la estructura, el incremento de la tasa de infiltración y la capacidad de agua, el efectos de la fertilización foliar y edáfica sobre el rendimiento de grano en la variedad de arroz 'Iniap 16'; los resultados obtenidos demuestran la influencia positiva de la fertilización química y orgánica en los caracteres evaluados. De ahí que muchos investigadores consideran que ella determina en última instancia la fertilidad de los suelos y que si se quiere lograr sostenibilidad de los sistemas agrícolas es imprescindible aplicar sistemas de tratamientos en los suelos que mantengan o aumenten la captura de carbono, mediante la formación de compuestos órgano minerales más o menos estables (Santos, 2009).

MASHI es un complejo de minerales ancestrales a base de Fósforo, Calcio, Magnesio, Azufre y Silicio; además posee leonardita de alta concentración 100% natural, para mejorar la eficiencia de los NPK, mitigar la volatilización de la úrea por encapsulamiento, corregir defectos como acidez, basicidad, salinidad, pobreza de materia orgánica, etc. la capacidad de intercambio de nutrientes en relación catiónica; disminuye la caída de la flor; evita el volcamiento de la gramíneas; secuestra materiales pesados como el aluminio; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas, al invierno; ahuyenta babosas, el Orozco en la que disminuye el amarillamiento del cultivo; reduce la presencia de suelos encharcados, modera los efectos de salinidad; disminuye el envejecimiento prematuro (Martínez, 2011).

Esmeraldas es la provincia que hasta la actualidad la producción de esta gramínea no representa ni el 0.5% de la producción nacional, la misma que con estas condiciones obliga la importación de otras provincias, ya que en la actualidad la demanda de este mercado consumidor es enormemente considerable. La presente investigación tiene como fin proporcionar una alternativa que facilite la disponibilidad de tecnología que ayuden a los pequeños y medianos agricultores.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

- ❖ Determinar el efecto del restaurador MASHI, en diferentes dosis, en variedad arroz INIAP 17 (*Oryza sativa L*) en la provincia de Esmeraldas

1.2.2. Específicos

- ❖ Determinar qué dosis de concentración de restaurador Mashí obtendrá el mejor resultado en la producción de arroz.
- ❖ Evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento por el efecto de la aplicación de varias dosis del restaurador mashí en la variedad de arroz INIAP 17.
- ❖ Realizar un análisis económico que genere la mejor rentabilidad en la producción de arroz con restaurador Mashí

1.3. Hipótesis

- ❖ El uso del restaurador MASHI influirá de manera favorable en la producción de arroz. (*Oryza sativa L*).
- ❖ El uso del restaurador MASHI bajara el costo de producción en la producción de arroz. (*Oryza sativa L*).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Generalidades del arroz en el Ecuador.

El cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), es una de los de mayor importancia dentro del sector agrícola del Ecuador y del mundo, no solo por su magnitud económica, sino también por su importancia alimentaria. En nuestro país, el cultivo de esta gramínea se realiza en dos ciclos productivos: invierno y verano, en aproximadamente 400.000 hectáreas en el año; siendo mayor el área en las etapas de invierno, es decir, a expensas de las lluvias; con un promedio de 3.6 Tom/ha¹; siendo las provincias de Guayas y Los Ríos de mayor área sembrada, con el 47% y 40% respectivamente (MAGAP, 2012).

2.1.1. Procedencia del cultivo de arroz

El arroz al ser un monocultivo que se maneja en forma intensiva presenta muchos problemas fitosanitarios, los cuales se pueden incrementar con el uso de nuevos sistemas de manejo, es por ello que se debe seguir muy de cerca las áreas que se encuentran bajo este sistema, con el fin de observar el comportamiento de los cultivos en este aspecto (INIAP, 2010).

La nueva variedad de arroz INIAP 17, muestra menos posibilidad de quebrarse, y su rendimiento por hectárea es mayor a lo normal, clase de grano cuyas características son superiores al INIAP 7, 11, 12, 14 y 415. Aunque el rendimiento por hectárea es mayor, su calidad es alta, como lo exige el mercado actual. Las investigaciones del nuevo híbrido, señalan que el porcentaje de centro blanco de este arroz es menor en comparación a los anteriores tipos, esto es que tendrá menos probabilidades de quebrarse en el momento de que pase por la piladora. El tamaño del grano es extra largo, es decir que es mayor a los 7,5 milímetros y ha mostrado más resistencia a ciertas

condiciones climáticas y a la 'hoja blanca', que es transmitida por el insecto *Targodes orizicolus* (INIAP, 2010).

2.1.2. Importancia de las Gramíneas

El arroz ocupa el segundo lugar en el mundo después del trigo, en cuanto a superficie sembrada, con 155 millones de hectáreas (FAO, 2006).

El MAGAP (2010), en su informe Serie Histórica del Arroz 2000 - 2010, señala que no solo en términos sociales y productivos el arroz es el cultivo más importante del país, sino también en términos calóricos. De todos los cereales el arroz es la gramínea que brinda mayor aporte de calorías.

El arroz es una de las gramíneas que se convirtió en un generador de ingresos. Evolucionó como cultivo pionero, especialmente en condiciones de "secano" hasta convertirse en un cultivo altamente tecnificado y productivo, predominando en los últimos años el sistema de riego. Se cultiva en 113 países en el mundo, de estos, 26 corresponden a la región de América Latina y el Caribe (ALC) y producen 25 millones de toneladas de arroz "Paddy" (arroz con cáscara) que representa el 4 % de la producción mundial de arroz, que es de 592 millones de toneladas de promedio durante los años 2000 a 2002 (Fernández, 2010).

El área cultivada de arroz en América Latina y el Caribe es de 5.9 millones de hectáreas aproximadamente. La tasa anual de crecimiento de la producción entre 1961 y 1991 (2.9 % anual) fue idéntica en Asia y ALC, (Fernández, 2010).

En América, se atribuye que la gramínea fue traída en el año de 1492, en la época de la conquista española. A fines del siglo XVII los holandeses introdujeron el arroz e portugueses en la parte sur de Brasil, 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 arrocera de mayor cultivo.

El arroz es una de las gramíneas que se convirtió en un generador de ingresos. Evolucionó como cultivo pionero, especialmente en condiciones de “secano” hasta convertirse en un cultivo altamente tecnificado y productivo, predominando en los últimos años el sistema de riego. Se cultiva en 113 países en el mundo, de estos, 26 corresponden a la región de América Latina y el Caribe (ALC) y producen 25 millones de toneladas de arroz “Paddy” (arroz con cáscara) que representa el 4 % de la producción mundial de arroz, que es de 592 millones de toneladas de promedio.

2.1. 3. Clasificación taxonómica

De acuerdo con Andrade (2007) el arroz está clasificado de la siguiente manera:

Nombre Científico: *Oryza sativa* L

Nombre común: Arroz

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Glumiflora

Familia: Gramínea

Subfamilia: Panicoideas

Tribu: *Oryzae*

Subtribu: *Oryzineas*

Género: *Oryza*

Especie: sativa

2.1.4. Morfología y fisiología

En los primeros estados de crecimiento las raíces son blancas, poco ramificadas y relativamente gruesas; a medida que la planta crece, se alargan, se adelgazan y se vuelven flácidas, ramificándose abundantemente. Las raíces son protegidas en la punta por una masa de células de forma semejante a la de un dedal, que facilita su penetración en el suelo. Las raíces adventicias maduras son fibrosas, con raíces secundarias y pelos radicales, y con

frecuencia forman verticilios a partir de los nudos, que están sobre la superficie del suelo (CIAT, 2005).

La planta de arroz tiene en su sistema radicular, una estructura fibrosa, alargada y flácida, a medida que aumenta su desarrollo, aparecen raíces secundarias y los pelos radiculares. Durante la floración termina el desarrollo de las raíces y la absorción de nutrientes cesa en la fase de maduración del grano. Los exudados y desechos de la raíz desempeñan un importante papel sobre las condiciones de óxido reducción que se produce en el suelo (Andrade, 2007).

El tallo es redondo y hueco, mide entre 30 a 50 cm. y forma una serie de entrenudos dispuestos de forma alterna. Las hojas son alternas, cumplen los procesos de fotosíntesis, están dispuestas a lo largo del tallo y forma parte de la vaina. La vaina gruesa y corta que circunda todo el entrenudo, indica característica de resistencia al acame. La espiguilla está formada por un pequeño eje llamado raquis y consta de brácteas estériles llamadas glumas estériles. El grano es una cariósipide formada por glumas, glumelas, raquis y arista, todo el conjunto se lo considerará como fruto (Andrade, 2007).

2.1.5. Ciclo del arroz

En el proceso de crecimiento y desarrollo, la planta de arroz, tiene varias etapas y el tiempo que cada una de ellas, depende de la variedad, estas fases son:

2.1.5.1. Crecimiento y desarrollo de planta de arroz

El crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende un ciclo completo de la germinación hasta la maduración del grano: El desarrollo de la planta de arroz es un proceso de cambios fisiológicos que tienen lugar en la planta y modifica su funcionamiento (Santos, 2009).

En la parte vegetativa, comprende la germinación o emergencia de la semilla, aparición de la primera hoja a través del coleóptilo, aparición del primer hijo o macollo, el desarrollo máximo de macollamiento, hasta la iniciación de la panícula Sánchez, (2010). Reproductiva comprende desde la iniciación de la panícula o primordio, hasta la floración, cuando se complete la antesis en toda la panícula (Sánchez, 2010).

2.1.5.2. Fase de 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 (INIAP, 2007).

2.1.5.3. Características Agronómicas

El cultivo se adapta a una temperatura media que van entre 26 a 30°C. La formación ecológica donde se desarrolla este cereal corresponde al bosque seco tropical y el límite del bosque húmedo tropical. Las cantidades mínimas de agua para el cultivo oscilan entre 300 a 400 mm., con un máximo de entre 800 a 1200 mm. y hasta los 2000 mm (Andrade, 2007).

2.1.5.4. Suelos

Se le puede cultivar tanto en suelos arcillosos como suelos arenosos. En suelos arenosos se debe contar con suficiente agua, a causa de la infiltración rápida de ésta. El arroz prospera en suelos aluviales en las deltas de los ríos. Estos suelos cuentan con un buen drenaje. Esto facilita el desagüe para la cosecha. El arroz de secana requiere de las mismas condiciones de suelo que

otros cereales .El comportamiento del arroz en suelos salinos o suelos secos depende de la variedad que se cultiva (Sica, 2007).

2.1.6. Importancia de la fertilización en el cultivo del arroz.

La utilización de semillas ajustadas a las condiciones locales, producción y aplicación de fertilizantes agrícolas como compost, estiércoles y abonos verdes, promoviendo sistemas flexibles que no están limitados por entradas externas como los fertilizantes sintéticos y pesticidas químicos. En estos el manejo de los nutrientes es más cuidadoso y la abstención del uso de fertilizantes sintéticos logra reducir alrededor del 20% de las emisiones y el secuestro de carbono es alrededor del 40 -72% de las emisiones anuales de gases de agricultura de efecto invernadero (Scialabba y Muller, 2010).

La fertilidad del suelo causa mayor estabilidad de los agregados del suelo lo que se debe al hecho de que la macro fauna se conserva por más tiempo, participando activamente en todos los procesos que se realizan en el suelo Así mismo estos sistemas tienen una mayor capacidad de manipulación y adaptación soportando mejor la variabilidad del clima (Hossein, 2011).

Las prácticas agronómicas de fertilización hacen referencia a todas aquellas técnicas que permiten mejorar la fertilidad de las tierras desde el punto de vista físico, químico y biológico, asegurando a la planta las cantidades adecuadas de elementos esenciales, que le permiten expresar su potencial genético mediante el proceso de nutrición mineral eficiente.

La práctica de fertilización, el uso de fertilizantes y enmiendas pueden representar entre 25 y 40% de los costos de producción. Del uso adecuado de estas prácticas depende en gran medida el incremento de los rendimientos y la calidad de las cosechas.

En la agricultura sustentable, la aplicación de materiales orgánicos como fertilizantes, parte fundamentalmente del conocimiento de los procesos que en forma natural ocurren en la naturaleza (asociaciones simbióticas, ciclaje y reciclaje de nutrientes) y que permiten retornar al ambiente los nutrientes que han sido extraídos por las plantas de una forma sostenible, a bajos costos y con mínimos riesgos de contaminación ambiental (Odlare, 2011).

La explicación del Biobiol y sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas, incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas, por lo que en la medida que esta práctica se extienda irá sustituyendo el uso de los insumos químicos por orgánicos, favoreciendo así una agricultura sustentable. Las algas tienen mejores propiedades que los fertilizantes porque liberan más lentamente el nitrógeno, son ricas en micro elementos y no generan semillas de malezas (Santo, 2009).

El nitrógeno es el elemento más apreciado para valorar la calidad de un abono orgánico debido a su importancia en la construcción de fitomasa por lo cual está directamente relacionado con el crecimiento y desarrollo de las plantas y con su valor nutritivo a la formación de hojas y ramas. El nitrógeno interviene en muchos de los procesos vitales de la planta para sintetizar aminoácidos, los componentes primarios de las proteínas. De igual manera, las plantas requieren nitrógeno para sintetizar otros compuestos vitales, como clorofila, ácidos nucleicos y enzimas ya que forma parte de compuestos esenciales para las células tales como los aminoácidos y los ácidos nucleicos (Taiz y Zeiger, 2006).

2.1.7. Requerimientos edafoclimáticos

2.1.7.1. 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 subtropicales y en climas templados. El

cultivo se extiende desde los 49 - 50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros 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 (Infoagro, 2010).

2.1.7.2. 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 (Infoagro, 2010).

2.1.7.3. Suelo

Se puede cultivar en suelos variados con texturas de arenosos a arcillosos, con pH entre 4.0 y 8.5; sin embargo, el rango óptimo está entre 5.0 y 6.5 pH. Tolera la salinidad y produce buenos rendimientos en suelos salinos, los cuales pueden ser lavados con el agua de riego. El suelo puede tener hasta el 5 % de materia orgánica; su textura es muy importante en el manejo del agua de riego y de la fertilización (INIAP, 2007).

2.1.7.4. Preparación del terreno

Esta depende de la técnica de siembra a utilizar, ya sea arroz inundado como ocurre en la mayoría de las veces, para cultivos en seco o para "arroz voluntario". Además de considerar en la preparación esos factores se deben tomar en cuenta otros, que al final del ciclo del cultivo van a influir sobre el volumen de producción, entre ellos se puede mencionar, uso de herbicidas,

insecticidas y cualquier otro producto destinado al control de plagas y enfermedades, así como el manejo de las aguas de riego. En la época de verano; la preparación del terreno consiste en dos pases de fanguero, y en seco (invierno) se utiliza un paso de arado o rastra más romplow (INIAP, 2007).

2.1.7.5. Riego

El arroz es un cultivo semiacuático, requiere más agua que la mayoría de las gramíneas. El agua es fundamental para los requerimientos fisiológicos de la planta. También, influye en la emergencia y establecimiento del arroz, disponibilidad de nutrientes, control de malezas, control de insectos plaga, reducción de la incidencia de enfermedades y reduce la esterilidad provocada por bajas temperaturas en periodos críticos, el consumo promedio de agua del arroz durante el ciclo de cultivo puede estimarse en 1500 m³/ha. Esta cifra puede variar según las condiciones climáticas, la cantidad de lluvia caída en el periodo, tipo de suelo, y fundamentalmente del manejo de agua que realice el productor (INIAP, 2007).

2.1.7.6. Manejo integrado de malezas

Para efectuar un control integrado de maleza, se necesita conocer su biología y dependencia ecológica. Uno de los problemas de las malezas es la dormancia de sus semillas en el suelo, por lo que es básico impedir la formación de semillas. Existen dos clases de maleza: las de hoja ancha y las de hojas angostas se pueden encontrar especies de malezas dependiendo del sistema de cultivo como las gramíneas y ciperáceas (INIAP, 2007).

El manejo integrado busca métodos de control para crear condiciones favorables al cultivo y que sean desfavorables a las malezas. Uno de los mecanismos para el control de malezas que se utilizara, mucho antes de la aparición de los herbicidas, fue el laboreo del suelo, y el uso de los residuos de

cosecha. La deshierba, la inundación del terreno y el uso de herbicidas es otra de las prácticas que se realiza en el campo (INIAP, 2007).

2.1.8. Acción del restaurador mashi:

Los abonos orgánicos aumentan el poder de tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste. Aumenta también la capacidad de intercambio catiónico del suelo aumentando la fertilidad. Su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y a favorecer la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) (Martínez, 2011).

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente (Martínez, 2011).

El aporte nutricional de los biofertilizantes es el resultado del proceso bioquímico y la acción bacteriana que se desarrollan simultánea y gradualmente descomponiendo la materia orgánica. Además del aporte nutricional, la actividad microbial reduce la contaminación ambiental ya que elimina los organismos patógenos como bacterias, protozoos, larvas, huevos, pupas de insectos y favorece el aumento del número de microorganismos (Martínez, 2011)

El uso de abonos químicos en la agricultura todavía sigue siendo alto, pero en los últimos años los abonos orgánicos y biofertilizantes han aumentado considerablemente a una tasa cercana al 5% debido a que hay una mayor aceptación entre los agricultores que ven viable el uso de biofertilizantes, no solo porque estos reducen los costos económicos, sino por su alto impacto ambiental, ya que aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos que se aportan posteriormente con los abonos

minerales o inorgánicos. Así mismo también facilita los mecanismos de absorción de sustancias peligrosas como los plaguicidas (Martínez, 2011)

El restaurador Mashi adecua el intercambio catiónico y mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de este, disminuye la erosión del suelo, causadas por efectos del agua y el viento; aumenta la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante épocas de sequía (Sullivan, 2007).

Dentro de estas prácticas, el abastecimiento de nutrimentos se realiza a través de fuentes minerales (fertilizantes sintéticos) y abonos orgánicos, restos de cosecha, compost entre otros (Matheus, Caracas, Montilla y Fernández, 2007).

La aplicación del Nitrógeno (N) en el momento oportuno es tan importante en el manejo eficiente de este nutriente como la fuente o la dosis aplicada. Sin embargo el momento más apropiado para su aplicación es algo muy controvertido debido: 1) al desconocimiento de las características de absorción de N en las variedades de arroz; 2) al cambio de las variedades altas antiguas hacia las modernas resistentes al vuelco y de alto rendimiento; 3) al desconocimiento de la cantidad y el momento de aporte de N por parte del suelo y 4) al manejo del agua. Básicamente, las mejores opciones en lo que refiere a momentos de aplicación de N en arroz son: 1) hacer una única aplicación pre riego o 2) aplicar un 50 a 65 % de la dosis en pre riego y el resto en diferenciación. Los métodos con múltiples aplicaciones de pequeñas dosis son más caros, por los costos de aplicación, y no han mostrado ser más efectivos que los anteriores (Quintero, Zamero, Boschetti, Befani, Arévalo, *et al.*, 2012).

El abono orgánico, a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de materia orgánica y fertilizantes (sistema integrado de nutrición de las plantas) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando se aplica el abono orgánico mejoran las propiedades del suelo y el suministro de fertilizantes provee los nutrientes que la planta necesita. No obstante el abono orgánico por sí solo no es suficiente para lograr el nivel de producción que el agricultor desea. Los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente, aún en países en los cuales existe una alta proporción de desechos orgánicos (Flar, 2007).

Los fertilizantes son una de las más importantes herramientas para el desarrollo de la agricultura tendiente a fomentar la seguridad alimentaria y mantener la productividad del suelo. Mediante sus esfuerzos, su interés y entusiasmo, usted puede realizar un verdadero cambio mediante la introducción y expansión del uso de fertilizantes. Es su responsabilidad y un desafío para usted ayudar a mejorar las condiciones de vida en su región, y ayudar a mantener una agricultura sostenible (Neira, 2010).

En una evaluación de biofertilizantes en el cultivo de arroz orgánico variedad F-50 en la zona de Daule, Provincia del Guayas obtuvo rendimientos de 7.63 t/ha de arroz con fertilizaciones foliares basadas en abonos como bioles, aduciendo que aplicados en una buena época en relación al cultivo logra potencializar los nutrientes y la estimulación de procesos vegetativos, además de que la flora microbiana de los productos aplicados hace que coadyuven al control de enfermedades en las hojas y raíz (Santos, 2007).

En una evaluación de ensayos semi comerciales de tecnologías de aplicación de biol y zeolitas en arroz, época seca, Durante varios ciclos de cultivo viene evaluando la aplicación de biol y biol activado en arroz. Se han realizado pruebas a escala experimental evaluando dosis y frecuencia, los resultados obtenidos han sido alentadores en campo y en industria. Se comprobó el efecto de aplicaciones foliares sucesivas de bio I+ urea (dos veces por semana

durante diez semanas) 52Lt de biol y 2 kg de urea/Ha ambos mezclados 24 horas antes, con lo que se obtuvo rendimientos de 7296 kg/ha (Robalino, 2009).

La eficiencia del fertilizante orgánico Fossil Shell Agro en presencia de la fertilización química en el cultivo del arroz; se observó que el número de macollos, panículas y rendimiento de grano, aumentaron significativamente con el incremento de los niveles de fertilización química. El mayor rendimiento de grano se observó cuando se fertilizó con 180 – 70 – 190 kg/ha de NPK + 54 kg/ha de Fossil Shell Agro, con 8.99 Ton/ha. El empleo del Fossil Shell Agro originó mayor eficiencia de la fertilización química. Con la aplicación del Fossil Shell Agro se lograron incrementos en el rendimiento de grano del 15.71%; 15.5% y 11.02% para los niveles 60 – 30 – 70; 120 – 50 – 130 y 180 – 70 – 190 kg/ha de NPK, respectivamente (Jiménez, 2009).

Él estudió de la respuesta del arroz 'F – 21' e 'Iniap 15' a diferentes niveles del producto orgánico Zumsil (Silicio) como complemento de la fertilización química; los tratamientos 200 – 80 – 240 Kg/ha NPK + Zumsil 0.75l/h y 200 – 80 – 240 Kg/ha NPK + Zumsil 0.45 l/h, obtuvieron los mayores rendimientos de grano 9.166 y 8.683 Ton/ha, respectivamente. La variedad 'F – 21' superó en un 11.38% a la variedad 'Iniap 15'. El aumento de las dosis de Zumsil (Silicio) de 0.45 a 0.75 l/h, produjo incrementos de 10.83%; 6.95% y 5.56% en los niveles de fertilización química 100 – 40 – 120; 150 – 60 – 180 y 200 – 80 – 240 Kg/ha de NPK, para el rendimiento de grano, (Romero, 2010).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó, en el recinto El Laurel localizado a 16 Km de la parroquia Chumunde, Cantón Rio Verde, provincia de Esmeraldas. Su ubicación geográfica es: 00° 19' 25" de latitud sur y 80° 06' 12" de longitud oeste, a una altura de 30 m.s.n.m. La investigación de campo se inició el 23 de Mayo del presente año y se finalizó el 4 de Octubre con una duración de cuatro meses con cinco días, del 2014.

3.1.2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas que se presentaron en el sitio de investigación para se especifican en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas de la zona de investigación para el comportamiento agronómico de arroz (*Oryza sativa L*). INIAP 17 con Mashí en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas.

Parámetros	Características
Temperatura	25°C
Lluvia. mm	1200
Humedad relativa. %	80 - 88
Altitud. Msnm	45
Heliofania. h. luz año	957.6
pH	5.5 a 6.5
Textura del suelo.	Franco arenoso.
Zona ecológica.	Bh
Topografía	regular

Fuente: INHAMI (2014)

3.1.3. Materiales y equipos

En el presente trabajo investigativo se utilizó los siguientes equipos y materiales así lo indica el cuadro 2

Cuadro 2. Materiales utilizados, en el comportamiento agronómico de arroz (*Oryza sativa L.*) INIAP 17 con Mashi en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas.

Materiales	Cantidad
Tijera	1
Fundas plásticas	100
Tanque	1
Palas	1
Piola (metros)	120
Machetes	2
Cinta de embalaje transparente (rollos)	4
Cinta métrica	1
Calibrador pie de rey	1
Baldes	2
Materiales de vegetativo	
Semilla de arroz (INIAP 17) Kg	10
Otros	
Calculadora	1
Computadora	1
Balanza	1
Lápiz	1
Cámara fotográfica	1

3.1.4. Tratamientos

En la investigación se planteó la evaluación de cuatro tratamientos para estudio:

T₁ = testigo 00.

T₂ = 5.100 gr/mashi

T₃ = 7.200 gr/mashi

T₄ = 10.300 gr/mashi

3.1.5. Diseño Experimental y análisis estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones y cada unidad experimental estuvo constituida por cinco unidades experimentales. Para determinar las diferencias entre medias se utilizó la prueba de Tukey al ($P \geq 0.05$).

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza para el comportamiento agronómico de arroz (*Oryza sativa L*). INIAP 17 con Mashí en el cantón Río Verde provincia de Esmeraldas.2015.

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Tratamientos	(T – 1)	3
Error Experimental	(t – 1) (r – 1)	16
Total		19

3.1.6. Unidades experimentales y esquema del experimento

Cuadro 4. Unidad experimental para el comportamiento agronómico de arroz (*Oryza sativa L*). INIAP 17 con Mashí en el cantón Río Verde provincia de Esmeraldas". 2015

Tratamientos	UE	Rep	m ²
T1 Testigo 00	4	4	144
T2 5.100 gr/mashi	4	4	144
T3 7.200 gr/mashi	4	4	144
T4 10.300 gr/mashi	4	4	144
Total	16	16 p	576 m²

3.2. Manejo del Experimento

3.2.1. Construcción de surcos o vivero

La investigación se la realizó en terreno totalmente plano con retención de agua por inundación, se laboró cuatro surcos 1 uno por cada tratamiento. Se realizó en suelos fangueados y nivelados, con una área de 3 m x 3 m. La semilla pregerminadas se sembró al voleo con una densidad de 250 g/m², esta referencia es de INIAP,(2007). Por otro lado se debe mantener constante la humedad del suelo del semillero sin permitir que se agriete. El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente; consta de la cáscara, formada por el lema y la pálea; el embrión, situado en el lado ventral cerca del lema, y el endospermo que provee alimento al embrión durante la germinación.

3.1.3. Selección del Material Vegetativo

La selección de las semillas es producida por el programa de semilla de INIAP, de variedad iniap17, y producidas bajo las condiciones más óptimas de aspecto fitosanitario.

3.1.4. Preparación y siembra del material vegetativo

Se lo realizó luego del pre germinación la misma que duro 72 horas previo al boleto en los surcos preparados.

3.1.4.1. Etapas de crecimiento y desarrollo en la fase vegetativa.

La planta de arroz tiene diferentes etapas, luego de la siembra esta hace su macollamiento a los 10 a 25 días y se empieza a formar la panícula total.

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

3.1.4.3. Etapa 1. Plántula: Desde la emergencia hasta antes de aparecer el primer hijo o macollo, tarda de 15 a 20 días.

3.1.4.4. Etapa 2. Macollamiento: Desde la aparición del primer hijo o macollo hasta cuando la planta alcanza el número máximo de ellos, o hasta el comienzo de la siguiente etapa. Su duración depende del ciclo de la vida de la variedad. En la variedad INIAP 17 que varía entre 25 y 35 días.

3.1.4.5. Etapa 3. Elongación del tallo: Desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacarse por su longitud, hasta el comienzo de la siguiente etapa, varía de cinco a siete días.

3.1.4.6. Etapa 4. Iniciación de la panícula o primordio: Desde cuando se inicia el primordio de la panícula en el punto de crecimiento, hasta cuando la panícula diferenciada es visible como “punto de algodón”. Tiene un lapso de 10 a 11 días.

3.1.4.7. Etapa 5. Desarrollo de la panícula: Desde cuando la panícula es visible como una estructura algodonosa, hasta cuando la punta de ella está inmediatamente debajo del cuello de la hoja bandera. Esta etapa demora entre 15 y 16 días.

3.1.4.8. Etapa 6. Floración. Desde la salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera hasta cuando se completa la antesis en toda la panícula. Tiene un lapso de 7 a 10 días.

3.1.4.9. Etapa 7. Grano lechoso. Desde la fertilización de las flores hasta cuando las espiguillas están llenas de un líquido lechoso. Varía de 7 a 10 días.

3.1.4.10. Etapa 8. Grano pastoso. Desde cuando el líquido que contiene los granos tiene una consistencia lechosa, hasta cuando es pastosa dura. Su periodo es de 10 a 13 días.

3.1.4.11. Etapa 9. Grano maduro. Desde cuando los granos contienen una consistencia pastosa, hasta cuando están totalmente maduros. Su tiempo es de 6 a 7 días.

3.1.6. Labores Culturales

3.1.6.1. Semillero

Se realizó en suelos pagueados y nivelados, con una área de 1 m x 10 m. La semilla pre germinada se siembra al voleo con una densidad de 250 g/m². Se debe mantener constante la humedad del suelo del semillero sin permitir que se agriete

3.1.6.2. Preparación de terreno

El objetivo de la preparación del terreno es optimizar las condiciones para el buen manejo crecimiento y desarrollo del cultivo. Bajo condiciones de terreno seco se usan implementos como arado, romplow y rastra. En condiciones de inundación se realiza el fangueo del suelo, que consiste en remover el suelo con un tractor provisto de gavias de hierro que reemplazan a las llantas convencionales. En el último pase de fangueo se acopla un madero al tractor para nivelar el suelo.

3.1.6.3. Trasplante

Los semilleros entre los 21 – 25 días se procede al trasplante, que consiste en arrancar las plantas cuidadosamente del semillero para sembrarlas en el terreno definitivo, se necesita que el suelo tenga la suficiente lámina de agua para que favorezca la velocidad de trasplante y reduzca el stress de las plantas.

3.1.6.4. Riego.

En un cultivo normal los requisitos de agua varían con las condiciones climáticas, las condiciones físicas del suelo, el manejo del cultivo y el período vegetativo de la variedad. En el cultivo del arroz se estiman entre 800 mm a 1240 mm.

3.1.7. Datos registrados y método de evaluación

Se evaluaron las siguientes características agronómicas en todas las variedades:

3.1.7.1. Días a la floración

Para determinar este dato se consideró el tiempo comprendido desde el día que se puso a pre-germinar la semilla hasta la fecha en la cual floreció el 50% de la población de plantas de la unidad experimental. Esta variable se expresó en días.

3.1.7.2. Días a cosecha

Se consideró el número de días desde la siembra hasta la madurez del campo de arroz.

3.1.7.3. Altura de planta

Se midió las plantas desde el nivel del suelo hasta la punta de la panícula más pronunciada, excluyendo la arista. Esta variable se expresó en centímetros.

3.1.7.4. Número de macollos/planta

Al momento de la cosecha se contó el número de macollos de tres plantas y se promedió.

3.1.7.5. Número de panículas por metro cuadrado

Se midió un metro cuadrado al azar en el momento de la cosecha en el área útil de cada unidad experimental, y se contó las panículas existentes en dicha área.

3.1.7.6. Longitud de panículas

Se midió diez panículas tomadas al azar del área útil de la unidad experimental, desde el nudo ciliar hasta el ápice del grano más pronunciado sin incluir las aristas, y se calculó el promedio. Esta variable se expresó en centímetros.

3.1.7.7. Número de granos por panícula

De las diez panículas tomadas al azar de cada unidad experimental se contó el número total de granos y se obtuvo el promedio.

3.1.7.8. Porcentaje de granos fértiles

Del total de granos de las diez panículas tomo al azar de cada unidad experimental se contó el número de granos fértiles. Se expresó en porcentaje.

3.1.7.9. Peso de mil granos

Este dato se obtuvo en base al peso de 1000 granos con 14% de contenido de humedad, tomados al azar del área útil de la unidad experimental. Se expresó en gramos.

3.1.7.10. Longitud de grano

Se midió el largo de diez granos descascarados tomados al azar del área útil de cada unidad experimental y se obtuvo el promedio. Se expresó en milímetros, de acuerdo a la siguiente escala:

1. Extra largo >7,50 mm
2. Largo 6,61 mm a 7,50 mm
3. Medio 5,51 mm a 6,60 mm
4. Corto <5,51 mm

3.1.7.11. Rendimiento (g/planta)

Este dato se determinó al pesar el arroz en cáscara, de cada unidad experimental (3 plantas). El grano se ajustó al 14 % de humedad, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

Dónde:

Pa = Peso ajustado

HI = Humedad Inicial

PM = Peso de la muestra

HD = Humedad deseada

AC = Área cosechada

$$(100 - HI) * PM$$

$$Pa = \frac{(100 - HI) * PM}{100 - HD} \times AC$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados y Discusión

4.1.1. Altura de planta

En el Cuadro 5 se presentan los valores promedios de altura de planta, realizado el análisis de variancia presento alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 0.53 % y una media de para esta variable de 98 cm. Los tratamientos T3 7200 gr mashi y T4 10300 gr mashi dieron valores más altos, en comparación con el testigo absoluto. Las plantas, incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas, por lo que en la medida que esta práctica se extienda irá sustituyendo el uso de los insumos químicos por orgánicos, favoreciendo así una agricultura sustentable.

Cuadro 5. Altura de planta para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Tratamientos	Altura de planta (cm)
T1 Testigo	87.93 D
T2 5100 gr mashi	98.75 C
T3 7200 gr mashi	100.68 B
T4 10300 gr mashi	102.85 A
CV (%)	0.53

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey (al 5% de probabilidad)

De acuerdo al análisis estadístico el tratamiento T4 suplementado con 10300 gr/mashi presentó la mayor altura con promedio con 102.85 cm la cual hubo diferencias significativas con los demás tratamientos ver (Figura 1).

4.1.2. Días a la floración

El análisis de la varianza presentó valores no significativos para la aplicación foliar. El promedio general fue de 87 días a floración y el coeficiente de

variación de 2,17 % (Cuadro 6). Estos resultados resaltas lo mencionados por Neira (2010), quien manifiestas que los fertilizantes son una de las más importantes herramientas para el desarrollo de la agricultura tendiente a fomentar la seguridad alimentaria y mantener la productividad del suelo.

Cuadro 6. Días a la floración para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Tratamientos	Días a la floración	
T1 Testigo	86	a
T2 5100 gr mashi	87	a
T3 7200 gr mashi	88	a
T4 10300 gr mashi	89	a
CV (%)	2.17	

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey (al 5% de probabilidad)

4.1.3. Número de macollo/planta

De acuerdo el análisis realizado de la varianza presento alta significancia estadística entre los tratamientos, lo que significa que incidió la aplicación del mashi frente al testigo que no se le aplico el abono orgánico con un coeficiente de variación de 1.75%, (Cuadro 7).

Estos resultados concuerdan con Santos,(2007), quien manifiesta que las fertilizaciones foliares basadas en abonos como bioles, aduciendo que aplicados en una buena época en relación al cultivo logra potencializar los nutrientes y la estimulación de procesos vegetativos, además de que la flora microbiana de los productos aplicados hace que coadyuven al control de enfermedades en las hojas y raíz.

Cuadro 7. Número de macollo/planta para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Tratamientos	Número de macollo/planta
T1 Testigo	28.68 c
T2 5100 gr mashi	36.20 b
T3 7200 gr mashi	37.05 b
T4 10300 gr mashi	38.98 a
CV (%)	1.75

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey (al 5% de probabilidad)

4.1.4. Días a la cosecha

Los tratamientos fueron cosechados en un mismo día, dando como total 121 días; el análisis de varianza no presentó valores significativos, y el coeficiente de variación de 2,17 % (Cuadro 8).

Cuadro 8. Días a la cosecha para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* l) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Tratamientos	Días a la cosecha
T1 Testigo	121 a
T2 5100 gr mashi	121 a
T3 7200 gr mashi	121 a
T4 10300 gr mashi	121 a
CV (%)	5.13

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey (al 5% de probabilidad)

4.1.5. Número de grano por panícula

De acuerdo el análisis realizado de la variancia presento alta significancia estadística entre los tratamientos, lo que significa que incurrió la aplicación del

mashi frente al testigo que no se le aplicó el abono orgánico con un coeficiente de variación 2.70%, (Cuadro 9).

Este resultado coincide Jiménez (2009), quien revela que el fertilizante orgánico Fossil Shell Agro en presencia de la fertilización química en el cultivo del arroz; se observó que el número de macollos, panículas y rendimiento de grano, aumentaron significativamente con el incremento de los niveles de fertilización química.

Cuadro 9. Número de grano por panícula para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Tratamientos	Número de grano por panícula
T1 Testigo	179.25 c
T2 5100 gr mashi	201.75 b
T3 7200 gr mashi	258.25 a
T4 10300 gr mashi	259.75 a
CV (%)	2.70

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey (al 5% de probabilidad)

De acuerdo al análisis estadístico el tratamiento T3 y T4 con la dosificación de 7200 y 10300 gr/mashi respectivamente presentaron el mayor número de granos por panícula con promedio de 258.25 y 259.75 respectivamente lo cual hubo diferencias significativas con los demás tratamientos ver (Figura 3). Al determinar el potencial de rendimiento de grano por panícula, implica que la aplicación de nutrientes requeridos para este nivel de productividad en función a los nutrientes disponibles en el suelo.

Por otro lado Robalino (2009) manifiesta que la aplicación de biol y zeolitas en arroz, época seca, durante varios ciclos en el cultivo de arroz viene evaluando la aplicación de biol y biol activado en arroz, lo cuales, los resultados obtenidos han sido alentadores en campo y en industria

4.1.6. Longitud de la panícula

Los valores promedios de longitud de panículas, se aprecian en el Cuadro 10. El análisis de variancia reportó significancia estadística para los tratamientos que recibieron la aplicación de mashi frente al testigo; siendo el coeficiente de variación 1.65 % (Cuadro 10). Los tratamientos T2, T3 y T4 con panícula de 31.03, 31.88 y 31.45 cm de longitud, se comportaron superiores e iguales estadísticamente; difiriendo con el testigo con panículas de 28.70 cm de longitud.

Esto resultado concuerda con Jiménez (2009) quien manifiesta que la eficiencia del fertilizante orgánico Fossil Shell Agro en presencia de la fertilización química en el cultivo del arroz; se observó que el número, panículas y rendimiento de grano, aumentaron significativamente con el incremento de los niveles de fertilización química. El mayor rendimiento de grano se observó cuando se fertilizó con 180 – 70 – 190 kg/ha de NPK + 54 kg/ha de Fossil Shell Agro.

Cuadro 10. Longitud de la panícula para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Tratamientos	Longitud de la panícula
T1 Testigo	28.70 b
T2 5100 gr mashi	31.03 a
T3 7200 gr mashi	31.88 a
T4 10300 gr mashi	31.45 a
CV (%)	1.65

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey (al 5% de probabilidad)

De acuerdo al análisis estadístico los tratamiento T2, T3 y T4 suplementado con 5100, 7200 y 10300 gr/mashi respectivamente presentaron el mayor peso de mil granos por con promedio de 31.03, 31.88 y 31.45

respectivamente lo cual hubo diferencias significativas con el testigo tratamientos.

4.1.7. Número de panícula por metro cuadrado

Los valores promedios de número de panícula por metro cuadrado, se muestran en el Cuadro 11 El análisis de variancia detectó significancia estadística para los tratamientos T2, T3 y T4 con 5100, 7200 y 10300 gr/mashi; frente al testigo cuyo coeficiente de variación fue 0.25%. Esto resultados concuerdan con Robalino (2009), indican que el arroz necesita asimilar nitrógeno durante todo su periodo vegetativo, con mayor exigencia en el macollamiento e inicio de formación de panícula aumentando el número y el tamaño, usando el 50% de nitrógeno absorbido y el otro 50% es dirigido a la formación del grano; el nitrógeno interviene en la formación de proteínas y participa activamente en la fotosíntesis; su deficiencia causa en la planta raquitismo, poco macollamiento y las hojas inferiores presentan secamiento del ápice.

Cuadro 11. Número de panícula por metro cuadrado para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Tratamientos	Número de panícula por m2
T1 Testigo	25.10 b
T2 5100 gr mashi	25.70 a
T3 7200 gr mashi	25.80 a
T4 10300 gr mashi	25.83 a
CV (%)	0.25

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey (al 5% de probabilidad)

De acuerdo al análisis estadístico los tratamiento T2, T3 y T4 suplementado con 5100, 7200 y 10300 gr/mashi respectivamente presentaron el Numero de panícula por metro cuadrado con promedio de 25.70, 25.80 y 25.83

respectivamente lo cual hubo diferencias significativas con el testigo tratamientos.

4.1.8. Peso de mil granos

En esta variable observó significancia para los tratamientos con fertilización de mashi pero esto si con el testigo con un coeficiente de variación de 1.42% (Cuadro 12).

Cuadro 12. Peso de mil granos para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa l*) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Tratamientos	Peso de mil granos
T1 Testigo	28.10 b
T2 5100 gr mashi	30.52 a
T3 7200 gr mashi	31.23 a
T4 10300 gr mashi	31.15 a
CV (%)	1.42

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey (al 5% de probabilidad)

De acuerdo al análisis estadístico los tratamiento T2, T3 y T4 suplementado con 5100, 7200 y 10300 gr/mashi respectivamente presentaron el mayor peso de mil granos promedio de 30.52, 31.23 y 31.15 respectivamente lo cual hubo diferencias significativas con el testigo tratamientos ver (Figura 6).

Lo que concuerda con (Santos, 2007) que este material puede ser considerado como fertilizante si contiene uno o más de los nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal y en cantidad suficiente aprovechable, también menciona a los fertilizantes sintéticos como abonos manufacturados mediante un proceso industrial, tal es el caso de los fertilizantes complejos como urea, superfosfatos, nitrato de amonio, etc.

4.1.9. Longitud de grano (mm)

En el Cuadro 13, de acuerdo a la prueba de Tukey, T3 y T4 con 7200 y 10300 gr/mashi respectivamente se comportaron superiores e iguales estadísticamente, con promedios 7.98 y 8.55 mm de longitud, pero sí con los restantes tratamientos y el coeficiente de variación de 3.69 % (Cuadro 14).

Cuadro 13. Longitud de granos para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Tratamientos	Longitud de grano mm
T1 Testigo	6.68 C
T2 5100 gr mashi	7.33 B
T3 7200 gr mashi	7.98 A
T4 10300 gr mashi	8.55 A
CV (%)	3.69

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey (al 5% de probabilidad)

De acuerdo al análisis estadístico los tratamiento T3 y T4 suplementado con 7200 y 10300 gr/mashi respectivamente presentaron el mayor peso de mil granos por con promedio de 99.05 y 99.35 respectivamente lo cual hubo diferencias significativas con el resto de tratamientos.

4.1.10. Porcentaje de granos fértiles

En el Cuadro 14, se observan los valores promedios porcentuales de granos fértiles. El análisis de variancia determinó significancia estadística para lo tratamientos T3 y T4 suplementado con 7200 y 10300 gr/mashi respectivamente; cuyo coeficiente de variación fue 0.29 %. Estos tratamientos de rendimiento de grano fértiles, reportaron los mayores porcentajes de 99.05 y 99.35 % en su orden, sin diferir significativamente, pero sí con los restantes tratamientos.

Cuadro 14. Porcentaje de granos fértiles para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Tratamientos	Porcentaje de granos fértiles
T1 Testigo	95.28 c
T2 5100 gr mashi	98.00 b
T3 7200 gr mashi	99.05 a
T4 10300 gr mashi	99.35 a
CV (%)	0.29

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey (al 5% de probabilidad)

De acuerdo al análisis estadístico los tratamiento T3 y T4 con 7200 y 10300 gr/mashi respectivamente presentaron el mayor peso de mil granos por con promedio de 99.05 y 99.35 respectivamente lo cual hubo diferencias significativas con el resto de tratamientos ver (Figura 14). Esto resultados concuerdan con Robalino (2009), indican que el arroz necesita asimilar nitrógeno durante todo su periodo vegetativo, con mayor exigencia en el macollamiento e inicio de formación de panícula aumentando el número y el tamaño, usando el 50% de nitrógeno absorbido y el otro 50% es dirigido a la formación del grano; el nitrógeno interviene en la formación de proteínas y participa activamente en la fotosíntesis; su deficiencia causa en la planta raquitismo, poco macollamiento y las hojas inferiores presentan secamiento del ápice. Además estos resultados demuestran que el material genético presentó respuesta positiva en grano a los niveles nutricionales, de la fertilización es el factor más importante que influye en la producción del arroz.

De acuerdo al análisis estadístico los tratamiento T3 y T4 suplementado con, 7200 y 10300 gr/mashi respectivamente presentaron el mayor porcentaje de granos fértiles con promedio de 99.05 y 99.35 respectivamente lo cual hubo diferencias significativas con el T2 y el testigo.

4.1.11. Rendimiento de grano por metro cuadrado

En el Cuadro 15, se pueden observar los valores promedios del rendimiento de grano por metro cuadrado. El análisis de variancia detectó alta significancia estadística para los tratamientos; cuyo coeficiente de variación fué 1.05%.

El T4 10300 gr de mashi logro 11 Ton/ha de rendimiento de grano, obtuvo el mayor promedios 1082.50 kg/ha, siendo diferentes estadísticamente; al resto de tratamientos.

Esto datos son similares a los de Jiménez (2009), quien con la aplicación del Fossil Shell Agro se lograron incrementos en el rendimiento de grano del 15.71%; 15.5% y 11.02% para los niveles 60 – 30 – 70; 120 – 50 – 130 y 180 – 70 – 190 kg/ha de NPK, respectivamente.

Cuadro 15. Rendimiento de granos por metro cuadrado para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Tratamientos	Rendimiento de granos por m2
T1 Testigo	786.00 d
T2 5100 gr mashi	921.50 c
T3 7200 gr mashi	989.75 b
T4 10300 gr mashi	1082.50 a
CV (%)	1.05

*Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey (al 5% de probabilidad)

De acuerdo al análisis estadístico el tratamiento T4 suplementado con 10300 gr/mashi lo cual hubo diferencias significativas con el resto de tratamientos ver (Figura 9).

Esto resultados concuerdan con Robalino (2009), indican que el arroz necesita asimilar nitrógeno durante todo su periodo vegetativo, con mayor exigencia en

el macollamiento e inicio de formación de panícula aumentando aplicaciones foliares sucesivas de biol+urea (dos veces por semana durante diez semanas) 52Lt de biol y 2 kg de urea/Ha ambos mezclados 24 horas antes, con lo que se obtuvo rendimientos de 7296 kg/ha. Por lo tanto se acepta la hipótesis en la que manifiesta que el uso del restaurador (MASHI) influirá de manera favorable en la producción de arroz. (*Oryza sativa L.*).

4.1.12. Análisis Económico

El análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de cada tratamiento, se muestra en el Cuadro 16. El tratamiento que presentó el menor costo que varían por hectárea fue los tratamientos T1 (testigo) con \$ 135 y el tratamiento con el mayor costo fue para el tratamiento T4 con 255. Por otro lado el tratamiento (testigo) presentó el mayor relacion beneficio con \$ 3.81, es decir que por cada \$ 3 invertido tenemos un retorno de \$ 0.81, seguido del tratamiento T4 con \$ 2.61, y el tratamiento con menor relacion beneficio costo fue para el T3 con \$ 2.55.

Cuadro 16. Análisis económico para efecto de la fertilización con mashi en el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) en el cantón Rio Verde provincia de Esmeraldas. 2015.

Conceptos	Tratamientos / gr Mashi			
	T1 0	T2 5100	T3 7200	T4 10300
	USD	USD	USD	USD
Semilla de arroz	45,00	45,00	45,00	45,00
Fertilizante Mashi	0,00	80,00	100,00	120,00
Mano de obra ciclo del arroz	90,00	90,00	90,00	90,00
Total de costo que varían (USD/ha)	135,00	215,00	235,00	255,00
Rendimiento bruto (kg/ha)	786.00	921.50	989.75	1082.50
Pérdida cosecha kg/ha (5%)	39.30	46.08	49.48	54.13
Rendimiento ajustado (kg/ha)	746,70	875.42	940.27	1028.37
Precio de campo (USD/kg)	0,75	0,75	0,75	0,75
Beneficio bruto (USD/ha)	560.03	656.56	705.20	771.27
Beneficio Neto	515.03	551.56	600.20	666.72
RBC	3.81	2.56	2.55	2.61

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las variables: días a floración y días a cosecha, fueron iguales estadísticamente.
- Los niveles de fertilización influyeron significativamente en las variables agronómicas evaluadas.
- Las variables: Altura de planta, Número de macollos/planta, Número de panículas por metro cuadrado, Longitud de panículas, Número de granos por panícula, Porcentaje de granos fértiles, Peso de mil granos, Longitud de grano y Rendimiento de grano por metro cuadrado, mostraron alta significancia estadística entre los tratamientos.
- Todos los tratamientos produjeron utilidades económicas el tratamiento (testigo) que presentó el mayor relacion beneficio con \$ 3.81, es decir que por cada \$ 3 invertido tenemos un retorno de \$ 0.81, seguido del tratamiento T4 con \$ 2.61, y el tratamiento con menor relacion beneficio costo fue para el T3 con \$ 2.55.

5.2 Recomendaciones

En función de las conclusiones obtenidas en la presente investigación, se recomienda:

- Validar estos estudios con el T4 (10.300 gr/mashi) en fincas de los pequeños productores.
- Determinar el potencial de rendimiento de grano por encima de 10.300 gr/mashi con nueva dosificación cuando se entregue una nueva variedad de arroz a los agricultores.
- Incluir variables de análisis microbiológico del suelo con el fin de observar la carga microbiana de los suelos y conocer sus efectos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía consultada

- Asociación Nacional de fabricantes de fertilizantes-(ANFFE). 2013. La importancia de los fertilizantes en una agricultura actual productiva y sostenible. CERBAN. 135p.
- CIAT. 2005. Morfología de la planta de arroz. Guía de estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, CO. p 16.
- ECOTENDA. 2012. Las algas en la agricultura (en línea). Disponible en: <http://www.ecotenda.net/info/tag/algas-marinas/> . Consultado 6 diciembre 2013.
- FAO. 2006. Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria. Roma – Italia. FAO. Recomendaciones para el uso de malezas. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0884s/a0884s.pdf>.
- FLAR. 2007. El Arroz tiene que estar en los planes de desarrollo agropecuario sostenible. Foro Arroceros Latinoamericano. Boletín Informativo 3(1): 16 p.
- Hossein, A.; Schoonbeek, S.; Mahmoudi, H.; Ben, Derudder.; De Maeyer, P. y Witlox, F. 2011. Organic agriculture and sustainable food production system. Main potentials. Agriculture. Ecosystems and Environment.144: 92–94.
- INFOAGRO. 2010. Las algas en la agricultura: su uso como fertilizante. (en línea), consultado 27 diciembre 2014. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz2.htm>
- INHAMI (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA e HIDROLOGÍA). 2014. Base de datos: Precipitación Estación Manabí – Ec. Periodo de registro: 1964 - 2014.

- INIAP. (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2010. [en línea] [consulta: 25 de septiembre 2013]. *Origen del arroz INIAP12* Disponible en: <<http://mail.iniapecuador.gov.ec/isis/vieFICHAS&words=ARROZ>>
- INIAP. (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2007. Manual del cultivo del arroz. Segunda edición. Manual N° 66, Guayas – Ecuador.
- Jiménez, V. 2009. Evaluar la eficiencia del fertilizante orgánico Fossil Shell Agro (Silica Amorfa) en presencia de la fertilización química en la variedad de arroz 'Iniap 15'. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 87p.
- MAGAP. 2012. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Subsecretaría de Comercialización. Dirección de Estudios Técnicos de 54 Comercio. INFORME SITUACIONAL DE LA CADENA DEL ARROZ. No: 1 Periodo: Enero – Diciembre (Ecuador 2012). Consultado el 19 sept. 2013. Disponible en: <http://www.mag.gov.ec>.
- Martínez, C. 2011. La demanda Internacional de productos orgánicos: ventajas y debilidades en la comercialización. Fundación Promendoza. Argentina. 44p.
- Matheus, L.; Caracas, J.; Montilla, F. y Fernández, O. 2007. Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost, y gallinaza) en plantas de Maíz (*Zea mays* L). *Agricultura Andina*. 13: 27-38.
- Mayorga, R. 2010. "Adopción de la aplicación profunda de briquetas de urea (APBU) por parte de dos pequeños agricultores de la cooperativa 25 de Abril y Alianza Definitiva en sistemas de producción de arroz (*Oryza sativa* L.) De la provincia del Guayas. Tesis de Ingeniera Agrícola. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, EC. 1 p.

- Merchán, M. Valverde, F. Novoa, V. y Pumisacho, M. 2009. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de suelos en el cultivo de arroz. Quevedo. Aprocico-UTEQ. 216 p
- Neira, R. 2010. Tecnología del cultivo de arroz. En: Memorias de II Feria sobre tecnología del cultivo y manejo de arroz. Daule, Ecuador, 15 al 17 de septiembre 2010. pp. 38-72.
- Odlare, M.; Arthurson, V.; Pell, M.; Svensson, K.; Nehrenheim, E. y Abubaker, J. 2011. Land application of organic waste - Effects on the soil. Applied Energy. 88: 2210–2218p.
- Quintero, C., Zamero, M., Boschetti, G., Befani, M., Arevalo, E., Spinelli, N. 2012. Momento de aplicación de N y Fertilización Balanceada en Arroz. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER cquinter@fca.uner.edu.ar.
- Robalino, H. 2009. Evaluación de ensayos semi comerciales de tecnologías de aplicación de biol y zeolitas en arroz, época seca 2009, zona Daule. Boletín informativo. Pronaca. pp. 1 – 3.
- Romero J. 2010. Respuesta del arroz ‘F – 21’ e ‘Iniap – 15’ a diferentes niveles del producto orgánico Zumsil (Silicio) como complemento de la fertilización química, en condiciones de secano en la zona de Taura, Provincia del Guayas. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador, 83 p.
- Santos, A. 2007. Evaluación de biofertilizantes en el cultivo de arroz orgánico variedad F-50 en la zona de Daule, Provincia del Guayas. Guayaquil-Ecuador. p.126.
- Santos, P. 2009. Efectos de la fertilización foliar y edáfica sobre el rendimiento de grano en el arroz variedad ‘Iniap 16’. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de

Babahoyo. Ecuador. 88p. Castro, H. y Gómez, M. 2010. Fertilidad de suelos y Fertilizantes. 217-303 p. En: Ciencia del suelo. Principios básicos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá.

Scialabba, N. y Muller, M. 2010. Organic agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 25(2): 158–169.

Sullivan, P. 2007. El Manejo Sostenible de Suelos. ATTRA Servicio Nacional de Información de la Agricultura Sostenible. 26 -33 pp.

Taiz. L, y Zeiger, E. 2006. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA. 764 p.

CAPÍTULO VII
ANEXOS



Figura 1. Cultivo de arroz en la fase de llenado



Figura 2. Macollamiento



Figura 3. Fase de maduración



Figura 4. Cosecha del arroz para evaluar su variable.



Figura 5. Medición de largo de la espiga



Figura 6. Peso de mil granos



Figura 7. Medición de largo de los granos.