



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA

Evaluación de varias Fuentes de Nutrición en Arroz (*Oryza sativa* L.)
para comparar el comportamiento agronómico del macollamiento en
la zona de Salitre

AUTOR

Cárdenas Castro José Alejandro

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de

INGENIERO AGROPECUARIO

Con mención en Gestión Empresarial Agropecuaria

TUTOR

Dr. Peñalver Romeo, Alberto Ph.D.

GUAYAQUIL, ECUADOR

14 de Septiembre del 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Cárdenas Castro José Alejandro**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario con Mención en Gestión Empresarial Agropecuaria**.

TUTOR

Dr. Peñalver Romeo, Alberto Ph.D

DIRECTOR DE LA CARRERA

Dr. Franco Rodríguez, John Eloy Ph.D

Guayaquil, a los 14 días de Septiembre del 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Cárdenas Castro José Alejandro**

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación **Evaluación de varias Fuentes de Nutrición en Arroz (*Oryza sativa* L.) para comparar el comportamiento agronómico del macollamiento en la zona de Salitre**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario Con Mención En Gestión Empresarial Agropecuaria**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 14 días de Septiembre del 2016

EL AUTOR

Cárdenas Castro, José Alejandro



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Cárdenas Castro José Alejandro**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Evaluación de varias Fuentes de Nutrición en Arroz (*Oryza sativa* L.) para comparar el comportamiento agronómico del macollamiento en la zona de Salitre**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 14 días de Septiembre del 2016

EL AUTOR

Cárdenas Castro, José Alejandro



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “**Evaluación de varias Fuentes de Nutrición en Arroz (*Oryza sativa* L.) Para comparar el comportamiento agronómico del macollamiento en la zona de Salitre**”, presentada por el estudiante **Cárdenas Castro, José Alejandro**, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, obtuvo el resultado del programa URKUND el valor de 0 %, Considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	urkund cardenas 11 de septiembre 2016.docx (D21705772)
Presentado	2016-09-11 20:22 (-05:00)
Presentado por	alejandro.cardenas8@hotmail.com
Recibido	alfonso.kuffo.ucsg@analysis.urkund.com
Mensaje	tesis final 11 de septiembre Mostrar el mensaje completo
	0% de esta aprox. 8 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Alfonso Kuffó García, 2016

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph.D.
Directora (e) Carreras Agropecuarias
UCSG-FETD

Ing. Alfonso Kuffó García, M. Sc.
Revisor – URKUND

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi Mamá Mercedes Castro por darme la vida por alentarme a estudiar esta linda carrera, no estuviste presente, pero te sentía alado mío cada día, te amo.

A mi Tía Flor y a mis amigos por siempre darme ánimos en cada momento.

Al Ing. Manuel Donoso por su paciencia y su apoyo durante estos ciclos, por no darse por vencido hasta que termine el presente trabajo.

Y por último a la persona más importante, al Ing. Steven Grijalva, porque creer en mi potencial, por darme la oportunidad y confianza de realizar este trabajo en su propiedad y darme el empujón que necesitaba para finalizar esta tesis, sin tu amor y apoyo incondicional no lo hubiera logrado.

Alejandro Cárdenas Castro

DEDICATORIA

A mi madre, mi tía, mi compañero de vida y a mis amigos.

Alejandro Cárdenas Castro



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Dr. Alberto Peñalver, Romeo Ph. D

TUTOR

Dr. Franco Rodríguez, John Eloy Ph. D

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Guamán Jiménez, Ricardo M.Sc

DOCENTE DE LA CARRERA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CALIFICACIÓN

Dr. Alberto Peñalver, Romeo Ph. D

TUTOR

ÍNDICE

1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	16
1.1 Objetivos.....	17
1.1.1 Objetivo general.	17
1.1.2 Objetivos específicos.....	18
2. <u>MARCO TEÓRICO</u>	19
2.1. Taxonomía.....	19
2.2. Cultivo del arroz.....	19
2.3. Origen.....	20
2.4. Suelos	20
2.5. Fases de Desarrollo	21
2.5.1. Fase Vegetativa.	21
2.5.2 Fase Reproductiva.	21
2.5.3. Fase de maduración.	21
2.6. Morfología.....	21
2.6.1. Órganos vegetativos.....	21
2.6.2. Órganos Reproductores.....	23
2.7. Macollamiento	24
2.8. Fertilización en el arroz	26
2.8.1. Nitrógeno (N).	27
2.8.2. Fosforo (P).	27
2.8.3. Potasio (K).....	27
2.8.4. Magnesio (Mg).....	28
2.8.5. Azufre (S).	28
2.8.6. Hierro (Fe).	29
2.8.7. Cobre (Cu).....	29
2.8.8. Calcio (Ca).	30
2.8.9. Manganeso (Mn).	30

2.8.10. Zinc (Zn).....	31
2.8.11. Silicio (Si).....	31
2.9. Absorción y distribución de los nutrientes	32
2.10. Requerimientos nutricionales del cultivo del Arroz	33
2.11. Fertilizantes.....	34
2.11.1. Fertilizante Químico.....	35
2.11.2. Fertilizante orgánico.	37
3. <u>MARCO METODOLÓGICO</u>.....	38
3.1. Localización del ensayo	38
3.2. Características climáticas.....	38
3.3 Características del suelo	38
3.4. Materiales	39
3.5. Factores en estudio.....	40
3.6. Tratamientos en estudio.....	40
3.7. Épocas de Aplicación.....	41
3.8. Combinación de tratamientos.....	41
3.9. Diseño Experimental.....	42
3.10. Análisis de la varianza.....	42
3.11. Modelo Matemático.....	42
3.12. Hipótesis Estadística	43
3.13. Análisis Funcional	43
3.14. Delineamiento Experimental.....	44
3.15. Manejo del experimento.....	44
3.15.1. Preparación del suelo.....	44
3.15.2. Pre germinación.	45
3.15.3 Semillero.....	45
3.15.4. Trasplante.	45

3.15.5. Fertilización.....	45
3.15.6. Control de Malezas e insectos.....	45
3.16. Variables a Evaluar.....	46
3.16.1. Datos Tomados.....	46
3.16.2. Altura de planta a inicio del primordio (cm).	46
3.16.3. Macollos por sitio.....	46
4. <u>RESULTADOS</u>	47
4.1. Altura de planta a inicio del primordio (cm).....	47
4.2. Macollos por sitio.....	48
5. <u>DISCUSIÓN</u>	50
6 .<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	51
6.1. Conclusiones.....	51
6.2. Recomendaciones.....	51

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cultivo de Arroz.....	34
Tabla 2. Tratamientos en estudio.....	40
Tabla 3. Combinación de tratamientos.....	41
Tabla 4. Análisis de Varianza.....	42
Tabla 5. Delineamiento Experimental.....	44
Tabla 6. Promedio de altura de planta (cm) a inicio del primordio.....	47
Tabla 7. Número de macollos por sitio.....	48

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de junio a agosto del 2016 en la Hacienda “La Delicia”, ubicada en la zona de la parroquia La Victoria en el cantón Salitre, a 42 kilómetros de Guayaquil.

Los objetivos del experimento fueron los siguientes:

1. Evaluar el efecto de fertilizantes tradicionales en el comportamiento de las variedades arroz INIAP14 e INIAP15
2. Clasificar los mejores tratamientos en base al macollamiento.

Los tratamientos estudiados fueron dos variedades de arroz: INIAP 14 e INIAP 15 y cuatro fertilizantes: Urea, Muriato de potasio, DAP, Leonardita y Kitasal. El diseño experimental fue el de bloques completos al azar, en arreglo factorial de 2 x 4 que generó ocho tratamientos con 4 repeticiones.

Las variables estudiadas fueron las siguientes: Altura de Planta al inicio de Primordio y Macollos por sitio.

De los resultados obtenidos se determina que la aplicación de estos fertilizantes, en la época seca y con estas variedades de arroz no arroja resultados significativos.

Palabras clave: Arroz, INIAP 14, INIAP 15, Altura de Planta y Macollos.

ABSTRACT

This research was conducted between June and August 2016 at the Hacienda "La Delicia" located in the area of the parish of La Victoria in the canton Salitre, 42 kilometers from Guayaquil.

The objectives of the experiment were as follows:

Evaluate the effect of traditional fertilizers in the behavior of rice varieties and INIAP15 INIAP14

Sort the best treatments based on tillering.

The treatments were two varieties of rice: INIAP 14 and INIAP 15 and four fertilizers: urea, muriate of potassium, DAP, Leonardite and Kitasal. The experimental design was randomized complete block, in factorial arrangement of 2 x 4 which generated eight treatments with 4 repetitions.

The variables studied were: plant height at the beginning of Primordium and tillers per site.

From the results it is determined that the application of these fertilizers in the dry season and with these rice varieties does not yield significant results.

Keywords: Rice, INIAP 14, INIAP 15, plant height and tillers.

1. INTRODUCCIÓN

El arroz, es una gramínea que ha sido tradicionalmente el alimento básico de millones de personas. Se compone primordialmente de carbohidratos, también aporta proteínas en un pequeño porcentaje, así mismo, minerales, y vitaminas en sus variedades salvajes (FAO, 2004).

La producción promedio anual de arroz a nivel mundial, en la última década alcanza 619'746 527.11 TM, de lo cual Asia concentra el 90.73 %, seguido por América (5.46 %), África (3.15 %), Europa (0.54 %) y Oceanía (0.21 %). De acuerdo al International Rice Research Institute (IRRI), en conjunto el arroz, el trigo y el maíz conjugan el 50 % del total de las calorías consumidas por los habitantes del mundo. El arroz provee el 21 % de la energía requerida por los habitantes en calorías y el 14 % de las proteínas.

El año pasado la producción mundial fue de 470,89 millones de toneladas métricas (TM). Se estima para este año que la producción suba un 2 % o sea 9,83 millones TM más que el año pasado o sea 480,72 millones TM. Los primeros productores de arroz del mundo son: China: 144.000.000, India: 103'000 000, Indonesia 37'000 000, Bangladesh: 34'600 000 TM (USDA, 2015).

Según las cifras de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2014), realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas

y Censos (INEC) para el año 2014, el arroz es el tercer producto con mayor superficie sembrada, abarcando el 15.34 % del área total bajo siembra, lo que representa unas 411000 Ha⁻¹ aproximadamente, Las áreas arroceras se concentran (97 %) en las provincias de Guayas (63.85 %), Los Ríos (28.19 %) y Manabí (4.63 %) con una producción promedio de 1'448 392 TM en el año 2014.

En si el arroz es una gramínea que más se consume en el Ecuador por ende es el cultivo que más investigación se le debe otorgar para mejorar su producción y su manejo.

Con este propósito en la presente investigación se va a evaluar diferentes formas de nutrición de acuerdo al análisis de suelo.

Por lo indicado los objetivos del presente trabajo serán los siguientes:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

- Evaluar diferentes formas de nutrición en variedades de arroz utilizando productos químicos tradicionales en la zona de Salitre, provincia del Guayas, para determinar, si la correcta fertilización tiene un impacto positivo en la producción de macollos.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Evaluar el efecto de fertilizantes tradicionales en el comportamiento de las variedades arroz INIAP14 e INIAP15 para justificar su uso en el cultivo.
- Clasificar los mejores tratamientos en base al macollamiento, para comprobar cuál es la variedad más sobresaliente.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Taxonomía

Según INIAP (2007, pág. 11), la clasificación taxonómica del arroz es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Anthophyta

Clase: Monocotyledoneae

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Oryza*

Especie: *Sativa*

Nombre Científico: *Oryza sativa*

Nombre Común: Arroz

2.2. Cultivo del arroz

Las condiciones agroecológicas óptimas para el cultivo de arroz incluyen pluviosidad de 800 mm a 1 240 mm, zonas con alta luminosidad (la planta necesita de por lo menos 1000 horas de sol durante el ciclo vegetativo), temperatura que oscile entre 22 °C a 30 °C, y un suelo con pH de 6.5 a 7.5, que sea arcilloso, franco arcilloso o franco limoso y que tenga buen drenaje (INIAP, 2004, pág. 9).

2.3. Origen

Hasta cerca de 10 000 años atrás, la humanidad vivía deambulando en los bosques, cazando animales y recogiendo frutas para sobrevivir, poco a poco fue domesticando algunas plantas salvajes que fueron creciendo a sus alrededores, conforme avanzo el tiempo fueron seleccionando variedades que tenían mejor producción. Entre estas hubieron dos especies de arroz, una en Asia llamada *Oryza sativa* o el arroz cultivado en Asia y la otra *Oryza glaberrina* o el arroz cultivado en África (Sharma, 2010, págs. 1,2).

Hallazgos arqueológicos han manifestado que las diferentes especies de arroz se cultivaban en India, China e Indonesia desde hace 7 000 años (IRRI, 1994, pág. 1) y fue introducido a África, Europa y América desde el siglo dieciséis (Sharma, 2010, pág. 1).

2.4. Suelos

El arroz se puede adaptar en diferentes entornos pero las condiciones óptimas para conseguir una buena producción son: contenido de materia orgánica superior al 5 %, pH 6.0 - 7.0, buena capacidad de intercambio catiónico, buen contenido de arcilla mayor a 40 %, terreno plano y arable que permita el drenaje (INIAP, 2007, pág. 7).

2.5. Fases de Desarrollo

2.5.1. Fase Vegetativa.

Su duración media fluctúa entre los 60 y 65 días, empieza cuando la semilla germina y finaliza cuando aparece la panícula (CIAT, 1980, pág. 6).

2.5.2 Fase Reproductiva.

Comprende un lapso de aproximadamente 30 días, inicia con la aparición de la panícula y al principio de la floración finaliza (Tovar, 2011, pág. 23).

2.5.3. Fase de maduración.

Su duración promedio es de 30 días, inicia con la floración y termina en la madurez natural de la semilla (Tovar, 2011, pág. 23).

2.6. Morfología

La comprensión de la morfología de la planta de arroz, es importante en la investigación porque en él se fundamentan los estudios de mejoramiento (Fundación W.K. KELLOGG, 1981, pág. 5).

2.6.1. Órganos vegetativos.

2.6.1.1 Raíz.

El arroz genera dos tipos de raíces: las temporales o seminales y las permanentes o adventicias.

Las raíces seminales viven un pequeño lapso tiempo después de la germinación, y son sustituidas por las raíces permanentes.

Las raíces permanentes surgen de los nudos de los tallos jóvenes. Al madurar se vuelven fibrosas y emiten raíces secundarias, estas a su vez producen pelos radicales (Fundación W.K. KELLOGG, 1981, págs. 7,8).

2.6.1.2. Tallo

El tallo de la planta de arroz consta de una continuación alterna de nudos y entrenudos redondos y huecos. En cada nudo se crean una hoja y una yema; la yema puede crecer dando lugar a un macollo o hijo. De la yema localizada en el nudo que da inicio a la hoja principal, se forma el macollo propio de la especie *Oryza sativa* justo entre el nudo y la base de la vaina de esta hoja.

El número total de macollos por planta es una particularidad de cada variedad, que puede variar según el medio ambiente y el método de cultivo (Martínez y Motta, 2010, págs. 50,51).

2.6.1.3. Hojas.

Las hojas de la planta de arroz se localizan alternadamente de un lado al otro en cada nudo a lo largo del tallo.

La última hoja es conocida como hoja bandera porque se encuentra al final del tallo y está situada por debajo de la panícula (INIAP, 2007, pág. 13).

2.6.2. Órganos Reproductores.

2.6.2.1. Panícula.

Es la agrupación de flores y está situada por encima del nudo apical del tallo. Durante el proceso de floración la panícula se presenta erguida, y conforme van llenándose los granos, esta se va doblando por el peso de estos (Martínez y Motta, 2010, págs. 53,54).

2.6.2.2. Raquis.

Es el eje principal de la panícula, es hueco y tiene nudos de los cuales encada uno de estos nacen ramificaciones principales y secundarias generalmente por pares donde nacen las espiguillas (Martínez y Motta, 2010, pág. 54).

2.6.2.3. Espiguilla.

La espiguilla, se la puede denominar unidad floral, posee tres florecillas, de las cuales una sola es fértil y formara el grano (CIAT, 1994, pág. 8).

2.6.2.4. Flor.

Las flores poseen un pistilo y seis estambres, los estambres son filamentos muy delgados que sostienen las anteras que son alargadas y divididas y guardan los granos de polen. En el pistilo se puede distinguir fácilmente el estilo, el ovario y el estigma. El ovario posee un único óvulo. El estilo es acortado y al final se encuentra un estigma doble en forma de

plumas que según la variedad va a tener diferentes colores (Fundación W.K. KELLOGG, 1981, pág. 15).

2.6.2.5. Semilla.

La semilla del arroz o grano es el ovario madurado y seco, que según el tipo de arroz puede tener el pericarpio de diferentes colores.

Consta de tres partes:

- La cascara que es la cubierta de la semilla y está formada por la lema y la palea.
- El embrión, que es donde se originará la nueva planta de arroz.
- El endospermo, que es la parte consumible del arroz, en esta parte se alojaran todos los nutrientes necesarios para el desarrollo del embrión (Fundación W.K. KELLOGG, 1981, pág. 19).

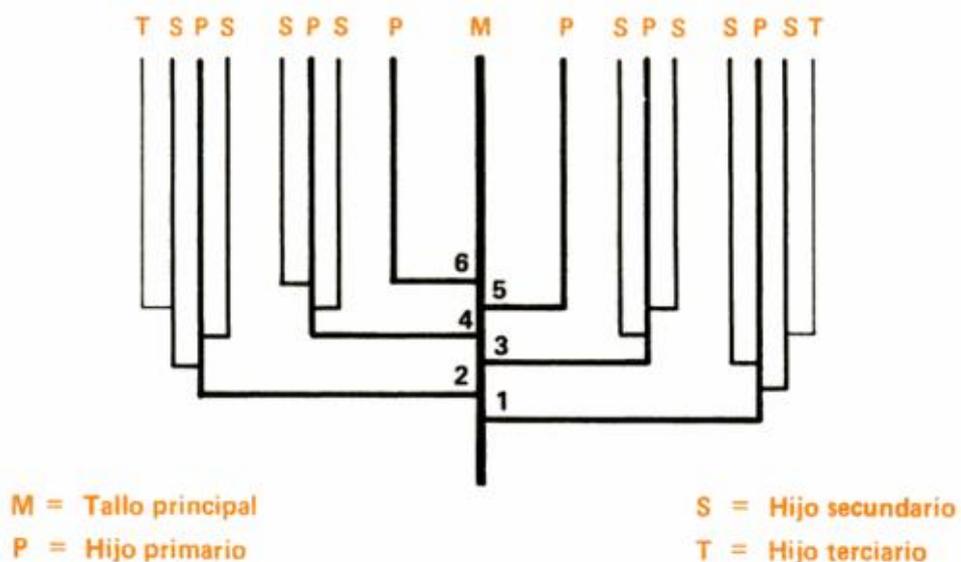
Existen también diferentes tipos de arroz desde el punto de vista comercial, de acuerdo al nivel de transparencia y longitud (Martínez y Motta, 2010, págs. 56,57).

2.7. Macollamiento

En cláusulas botánicas los macollos son derivaciones del tallo que se nacen en las yemas ubicadas en la base de los entrenudos, estos crecen unidos pero independientes del tallo principal porque producen sus propias raíces.

Un tallo con sus hojas es un macollo; estos se despliegan en forma alternativa en el tallo principal. De los hijos primarios en los nudos más bajos nacen los hijos secundarios y de estos, los terciarios. La agrupación total de los hijos y tallo madre forman la planta. Los hijos primarios van emergiendo del primero, segundo y siguientes nudos del tallo principal, hasta el sexto, los hijos secundarios nacen del segundo y tercer nudo de cada hijo primario. Por último, los hijos terciarios brotan del primer nudo de los hijos secundarios. (Fundación W.K. KELLOGG, 1981, pág. 9).

Gráfico 1. Modelo del Macollamiento



Fuente: Fundación W.K. KELLOGG

Esta fase está comprendida desde que aparece el primer hijo hasta el máximo de macollamiento, un promedio de 35 días para que comiencen a aparecer los hijos (macollos) y está controlada directamente por la genética e indirectamente por algunos elementos del ambientales como la distancia

entre plantas, la luz del sol y la cantidad de nutrientes disponibles (Martínez y Motta, 2010, pág. 51).

Solo cuando no hay condiciones viables como cuando la luz solar no alcanza los nudos más bajos, el macollamiento no se promueve de forma efectiva y tiende a producir hijos que no desarrollan primordio florales (Martínez y Motta, 2010, págs. 102,103).

2.8. Fertilización en el arroz

El arroz, para su buen desarrollo, precisa de una cantidad apropiada y sobre todo adecuada de nutrientes, abastecido no solo por el suelo, sino también por una fertilización balanceada.

La cantidad de nutrimentos removidos del suelo por una cosecha de arroz varia con el cultivar, la producción de biomasa, el suelo, el clima y el manejo. De esta forma se pueden encontrar diferencias muy grandes de extracción de nutrimentos por el arroz en diferentes condiciones y latitudes. Específicamente en 10 que respecta a absorción de nutrimentos, variedades modernas de alta producción (un promedio de 5 t/ha de grano) en general pueden remover del suelo 110KgN, 34KgP₂O₅, 156kg K₂O, 23 Kg MgO, 20KgCaO, 5Kg S, 2Kg Fe, 2KgMn, 200 gr Zn, 150 gr Cu, 150 gr B, 250 Kg Si y 25 Kg de Cl por hectárea (Rodríguez, 1999, pág. 126).

2.8.1. Nitrógeno (N).

Es un constituyente esencial en los aminoácidos, ácidos nucleicos y de la clorofila. Promueve el rápido crecimiento en el tamaño de la planta y número de macollos y aumenta el tamaño de las hojas, el número de espiguillas por panojas, el porcentaje de espiguillas llenas y el contenido de proteína en el grano (Dobermann y Fairhurst, 2010, pág. 46).

La deficiencia de Nitrógeno se puede observar en las hojas viejas ya que se ponen cloróticas así también afecta al crecimiento y al macollamiento. (INIAP, 2007, pág. 40)

2.8.2. Fosforo (P).

Es un constituyente esencial de la adenosina trifosfato, nucleótidos, ácidos nucleicos y fosfolípidos. Sus principales funciones son: transporte y almacenamiento de energía y el mantenimiento de la integridad de las membranas celulares. Es móvil dentro de la planta, promueve el desarrollo de raíces y macollamiento, floración temprana y maduración (especialmente si la temperatura es baja, esto es importante cuando se produce arroz en época seca). Su deficiencia retrasa el crecimiento (Dobermann y Fairhurst, 2010, pág. 68).

2.8.3. Potasio (K).

Es esencial para que ocurran normalmente diversos procesos en la planta como la osmoregulación, activación de enzimas, regulación del pH y balance entre aniones y cationes en las células, regulación de la transpiración por los estomas y transporte de los productos de la fotosíntesis

hacia el grano. Fortalece las paredes celulares, incrementa el área foliar, el contenido de clorofila, retrasa la senescencia y por lo tanto contribuye a una mayor fotosíntesis y crecimiento del cultivo (Dobermann y Fairhurst, 2010, pág. 81).

La deficiencia de este elemento produce acame, espiguillas vanas o parcialmente llenas y reduce el macollamiento (INIAP, 2007, pág. 42).

2.8.4. Magnesio (Mg).

Es un componente de la molécula de la clorofila, está involucrado en la asimilación de CO₂, en la regulación del pH celular y en la síntesis de proteínas. Es un nutriente muy móvil y puede traslocarse fácilmente de hojas viejas a hojas jóvenes, por esta razón los síntomas de su deficiencia aparecen primero en hojas viejas. (Dobermann y Fairhurst, 2010, pág. 112).

La deficiencia de magnesio afecta la altura de la planta, el macollamiento, reduce el número de espiguillas y el peso del grano (INIAP, 2007, pág. 43).

2.8.5. Azufre (S).

Es un constituyente esencial en los aminoácidos (cisteína, metionina y cistina) que están envueltos en la producción de clorofila, en el funcionamiento y estructura de las plantas. También es un constituyente de las coenzimas necesarias para la síntesis de proteínas, se encuentra en las

hormonas tiamina y biotina que intervienen en el metabolismo de carbohidratos, y también está involucrado en algunas reacciones de oxidoreducción.

Su deficiencia tiende a presentarse en las hojas jóvenes, ya que es menos móvil que el Nitrógeno, reduce el contenido de cisteína y metionina en el grano, por lo tanto afecta a la nutrición humana (Dobermann y Fairhurst, 2010, pág. 102).

2.8.6. Hierro (Fe).

Está relacionado con el transporte de electrones en la fotosíntesis ya que es un componente de algunas enzimas esenciales en las reacciones luminosas de la misma (INIAP, 2007, pág. 44).

Las plantas deficientes en Hierro presentan amarillamiento intervenal y clorosis de las hojas nuevas. El exceso puede ocasionar toxicidad en la planta, disminuyendo la capacidad de oxidación de las raíces, presentando manchas herrumbrosas en las puntas de las hojas hasta que todas las hojas se vuelven de color café púrpura (Rodríguez, 1999, pág. 129).

2.8.7. Cobre (Cu).

Es un elemento regulador de las reacciones de algunas enzimas y catalizador de las reacciones de oxidación. Tiene un papel importante en el metabolismo del nitrógeno, proteínas y fitohormonas; en la fotosíntesis y

respiración de las plantas y en la formación y fertilización del polen (INIAP, 2007, pág. 45).

Es promotor de la vitamina A y está involucrado en la biosíntesis de la lignina y su deficiencia produce clorosis blanquecinas en hojas nuevas y adultas. Y desarrollo pobre de las raíces (Rodríguez, 1999, pág. 130).

2.8.8. Calcio (Ca).

Este elemento es parte de los pectatos de calcio, importante constituyente de la pared celular que también está involucrado en el mantenimiento de la biomembrana, es un activador enzimático y participa en la osmo-regulación y mantenimiento del balance de aniones y cationes en las células (Dobermann y Fairhust, 2010, pág. 116).

Se lo requiere en la división celular. La carencia de este nutriente casi no afecta a las plantas, cuando es pronunciada, las puntas de las hojas nuevas se vuelven blancas, y comienzan a enrollarse y se curvan, se puede desarrollar tejido necrótico a lo largo de los márgenes laterales de las hojas viejas (INIAP, 2007, págs. 42,43).

2.8.9. Manganeso (Mn).

Está involucrado en las reacciones de óxido-reducción, en el sistema de transporte de electrones y la evolución de Oxígeno en la fotosíntesis, activa ciertas enzimas, interviene en los procesos de formación y estabilidad

de cloroplastos, síntesis de proteínas y mitiga la toxicidad de Hierro (Dobermann y Fairhust, 2010, pág. 124).

La deficiencia se caracteriza por clorosis intervenal de color verde grisáceo pálido que se extiende desde la punta hasta la base de la hoja (INIAP, 2007, págs. 45,46).

2.8.10. Zinc (Zn).

El Zinc es esencial para la síntesis de citocromos y nucleótidos, el metabolismo de las auxinas, producción de clorofila, activación de enzimas y mantenimiento de la membrana celular (Dobermann y Fairhust, 2010, pág. 95).

La falta de este microelemento produce manchas café en las hojas alrededor de la segunda a cuarta semana después del trasplante, puede incrementar la esterilidad de las espiguillas, el macollamiento se detiene y se alarga el proceso de madurez (Rodríguez, 1999, pág. 130).

2.8.11. Silicio (Si).

Es un nutriente importante pero del cual no se saben con seguridad cuál es su desempeño en la fisiología de la planta, se la necesita para el buen desarrollo de raíces, tallo y hojas. Ya que el desarrollo de células epidérmicas gruesas ayuda a resistir más el ataque de insectos y a ser menos propensa el contagio de enfermedades del tipo fúngicas y bacterianas. Al arroz convenientemente proporcionado con Silicio le crecen

las hojas de forma erecta, por lo que permite que entre más luz al tallo ya que crea menos sombra sobre este (Dobermann y Fairhurst, 2010, pág. 108).

2.9. Absorción y distribución de los nutrientes

- **Nitrógeno.-** La planta de arroz necesita absorberlo a lo largo de todo su fase vegetativa. Desde la germinación hasta el inicio de la madurez del grano, las etapas críticas de absorción son durante el macollamiento y el desarrollo del primordio floral. En la etapa de la floración, el 50 % del Nitrógeno almacenado en las hojas se transloca a los granos. Después de la floración ocurre la absorción del otro 50 % de Nitrógeno (INIAP, 2007, pág. 49).

Las cantidades recomendadas de este elemento, normalmente son más altas para cultivo bajo riego que para el seco; así mismo los rendimientos bajo riego son superiores (Enriquez, 1994, pág. 99).

- **Fósforo.-** Se absorbe de manera rápida, en la época de floración ocurre su reserva máxima; y en el período de maduración su absorción baja. Pequeñas cantidades de Fósforo se acumulan en la raíz y hojas de la planta, y circula por el tallo hasta el inicio de la panícula. Subsiguientemente, este nutriente es translocado de manera rápida a los granos en los que se deposita hasta un 75 % y solo el 15 % o menos restante se queda en la planta (INIAP, 2007, pág. 49).
- **Potasio.-** Se absorbe conforme va creciendo la planta, decrece al inicio de la maduración del grano. Se acumula en las partes vegetativas de la planta, donde sirve para su desarrollo y se mantiene

en el tallo hasta la época de cosecha. Alrededor del 90 % del Potasio absorbido del suelo y/o del fertilizante permanece en la paja (INIAP, 2004, pág. 50).

- **Calcio y magnesio.**- La absorción de Calcio aumenta durante la floración y la de Magnesio continua lentamente. Es mínima la cantidad de calcio que se transloca, porque la mayoría del calcio es absorbido en la etapa de floración y va directo a la formación de grano.

La absorción de Magnesio se inicia después de la germinación. Su pico de absorción ocurre en la etapa de floración, porque antes de esta etapa su absorción es muy baja (INIAP, 2007, pág. 50).

2.10. Requerimientos nutricionales del cultivo del Arroz

Dependiendo de la cantidad de nutrientes presentes en el suelo y de los factores del medio, por cada tonelada de arroz con cascara que se produzca, se requieren las siguientes cantidades promedio de nutrimentos por hectárea (INIAP, 2004, pág. 50).

Tabla 1. Requerimientos nutricionales Del cultivo de arroz

Nutriente	Requerimiento Kg/T grano
Nitrogeno	22.2
Fósforo	3.1
Potasio	26.6
Calcio	2.8
Magnesio	2.4
Azufre	0.94
Hierro	0.350
Cobre	0.027
Manganeso	0.370
Zinc	0.040
Boro	0.016

Fuente: INFOPOS

2.11. Fertilizantes

Tiene como propósito mejorar la producción y calidad de los cultivos.

Su función consiste en:

- Mejorar la tierra como sustancia nutritiva.
- Restablecer elementos nutricionales que se perdieron por labores culturales u otros motivos (Fink, 1988, pág. 1).

Las plantas superiores pueden contener más de 60 elementos, de los cuales solamente 16 se consideran esenciales, a menos que su deficiencia haga imposible completar a la planta su ciclo de vida. Los elementos esenciales son: nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), azufre (S), magnesio (Mg), hierro (Fe), boro (B), manganeso (Mn), cobalto (Co), níquel (Ni), silicio (Si), cobre (Cu), zinc (Zn) y molibdeno (Mo) (Oliviera y Lopez, 2006, p. 9).

2.11.1. Fertilizante Químico.

Son llamados así porque son producidos por medios técnicos/industriales, ya sea por transformación química de productos naturales ejemplo los abonos de Fosforo (P) y Potasio (K) o por sistemas de síntesis de materiales elementales este es el caso de los abonos nitrogenados.

Tienen facilidad de disolución y permanecen más tiempo en el suelo por lo cual están a disponibilidad de la planta por algunos días (IFA, 2002, pág. 33).

2.11.1.1. Urea.

La Urea es un fertilizante solido que posee una concentración de Nitrógeno del 46 %, este producto toma más importancia en condiciones inundadas, ya que el Nitrógeno amoniacal es retenido por las arcillas, liberándose lentamente para que sea disponible por la planta de arroz (Rodríguez, 1999, pág. 131).

2.11.1.2. DAP (Difosfato de amonio).

El fosfato diamónico, con un 18 % de Nitrógeno y 46 % Fosfato es una de las fuentes más usadas debido a que su contenido mayor de Nitrógeno hace que el Fósforo sea más soluble que las otras fuentes, además de tener la misma ventaja del Fosfato Monoamónico, con respecto a la alta concentración de fosfato (Rodríguez, 1999, pág. 132).

El DAP reacciona de forma rápida con el suelo, y los compuestos fosfatados resultantes son escasamente solubles en la solución del mismo, se aplica con el propósito de aumentar el rendimiento de la producción (Morel, 1979, pág. 44).

2.11.1.3. Muriato de Potasio.

Conocido también como Cloruro de Potasio, contiene un 60 % de Óxido de Potasio, y es la fuente más utilizada debido a su alta concentración y bajo costo (Rodríguez, 1999, pág. 132).

El muriato de Potasio o Cloruro de Potasio es un sólido blanco cristalino y muy soluble en agua, se atterra con facilidad debido a su alta higroscopicidad, puede ir impurificado con pequeñas cantidades de cloruro de Sodio, a pesar de su solubilidad este compuesto no es fácilmente lixiviable. Presenta gran estabilidad en periodos prolongados de almacenamiento y es compatible con todos los fertilizantes (García y García, 2014, págs. 128, 129,130).

2.11.1.4. Solución de calcio complejado.

Es un producto puesto a punto para combatir principalmente los problemas producidos por aguas salinas o suelos con altos contenidos en sales sódicas. También es utilizado como corrector de deficiencias o desequilibrio de calcio.

Se encuentra en forma sólida como óxido de Calcio y líquida como solución de calcio complejado (Solis, 2000, págs. 100,101)

2.11.2. Fertilizante orgánico.

Se origina de restos o desechos vegetales y animales en perfecto estado de descomposición, su incorporación al suelo mejora las características físicas del mismo (soltura, porosidad, cohesión, retención de humedad, nutrientes, entre otros) (Sandoval y Hernández, 1994, pág. 15).

2.11.2.1. Leonardita.

La leonardita es la sustancia compuesta por productos orgánicos, de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos (hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negrozco debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Representa la fracción más interesante del humus del suelo ya que puede suponer hasta el 80 % de este (Terrón, 2010, pág. 366).

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización del ensayo

El presente trabajo de investigación se realizó durante la época seca del 2016 en la Hacienda “La Delicia”, ubicada en la zona de la parroquia La Victoria en el cantón Salitre, con una altitud: 5 msnm, a 42 kilómetros de Guayaquil (Prefectura del Guayas, 2016).

3.2. Características climáticas

Precipitación anual	1500mm
Temperatura media anual	32-36° C
Humedad relativa	20.1 %

3.3 Características del suelo

Topografía	Plana
Suelo	Arcillo-Limoso
pH	6.8
Drenaje	Natural

Resultado de análisis de suelo (Ver anexos).

3.4. Materiales

Durante el desarrollo del trabajo se utilizó lo siguiente:

Campo

- Tractor
- Arado o Romeplow
- Fanguadora
- Marcadores
- Estaquillas
- Picos
- Machetes
- Bomba de riego
- Bomba de mochila

Insumos utilizados:

- Butaclor
- Regulador de pH
- Methomex
- Tryclan
- Papyrus
- Fipronil
- Metosalato de Boro y Zinc
- Cigaral
- Matador o Fénix
- Fijador agrícola

3.5. Factores en estudio

Los factores en estudio fueron dos variedades de arroz y cuatro fertilizantes, lo que generará un experimento factorial 2 x 4 con 8 tratamientos.

Tabla 2. Tratamientos en Estudio

No. Tratamientos	Urea	Difosfato de amonio	Muriato de Potasio	Leonardita + Kitasal	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
1	160 (7 sacos)	0	0	2kg/50kg N	3L/Ha ⁻¹
2	160 (6sacos)	60 (2.6 sacos)	0	2kg/50kg N	3L/Ha ⁻¹
3	161 (6sacos)	61 (2.6 sacos)	40 (1.3sacos)	2kg/50kg N	3L/Ha ⁻¹
4	160 (7 sacos)	0	0	0	0

Fuente: El Autor

3.6. Tratamientos en estudio

La estructura de los tratamientos en estudio serán los siguientes:

Dos variedades de Arroz: INIAP 14 (V1), INIAP 15 (V2).

También se estudiarán 4 fertilizantes:

- N 160kg + Leonardita 2kg/50N + Kitasal 3L/ha⁻¹ (T1)
- N 160kg + P₂O₅ 60kg + Leonardita 2kg/50N + Kitasal 3L/ha⁻¹ (T2)

- N 160kg + P₂O₅ 60kg + K₂O 40kg + Leonardita 2kg/50N + Kitasal 3L/ha⁻¹ (T3)
- N 160kg (Testigo) (T4)

3.7. Épocas de Aplicación

- Difosfato de Amonio.- se aplica en el fanguero.
- Muriato de Potasio.- se aplica en el fanguero.
- Urea.- se aplica en 2 fracciones, la primera entre los 10 y 15 días después del trasplante, la segunda fracción a los 20 días después de la primera aplicación.
- Leonardita.- se aplica en conjunto con la primera fracción de urea.
- Kitasal.- se aplica entre los 10 y 15 días después de haber fertilizado con urea.
- Boro.- se efectúan 2 aplicaciones a los 15 y 30 días del cultivo.
- Zinc.- se efectúan 2 aplicaciones a los 15 y 30 días el cultivo

3.8. Combinación de tratamientos

Tabla 3. Combinación de tratamientos

No. Tratamiento	Variedades	Fertilizantes
1	V1	F1
2	V1	F2
3	V1	F3
4	V1	F4
5	V2	F1
6	V2	F2
7	V2	F3
8	V2	F4

Fuente: El Autor

3.9. Diseño Experimental

En el presente experimento se utilizó el Diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 2 x 4 que generará ocho tratamientos con cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela será de ocho surcos, distanciados entre ellos 0.25 m y 6 m de largo. El área útil estuvo constituida por 4 surcos centrales.

3.10. Análisis de la varianza

El esquema de análisis de varianza que se utilizó se presenta a continuación:

Tabla 4. Análisis de Varianza

ANDEVA	
F. de V	GL
Repeticiones (r-1)	3
Tratamientos (t-1)	7
Variedades	1
Fertilizantes	3
Int. VxF	6
Error (r-1) (t-1)	21
Total	31

Fuente: El Autor

3.11. Modelo Matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + B_k + \sum_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots$, = factor A

$j = 1, 2, \dots$, = factor B

$k = 1, 2, \dots$, = Repeticiones

Dónde:

- $\sum_{ijk} =$ Error Experimental
- $\alpha_i =$
- $(\alpha\beta)_{ij} =$
- $\beta_j =$ efecto del tratamiento
- $B_k =$
- $\mu =$ Media global
- $Y_{ijk} =$ Respuesta observada en celda

3.12. Hipótesis Estadística

H_0 : Las variables determinadas en el presente ensayo se consideran que son estadísticamente iguales entre sí al nivel de 5 % de probabilidad.

H_i : Las variables determinadas en el presente ensayo se consideran que son estadísticamente diferentes entre sí al nivel de 5 % de probabilidad.

3.13. Análisis Funcional

Para las comparaciones de los promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

3.14. Delineamiento Experimental

Tabla 5. Delineamiento Experimental

Diseño Experimental	D.B.C.A
Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	4
Número total de parcelas	32
Número de hileras por parcela	8
Número de hileras útiles por parcela	4
Distanciamiento entre surcos	0.25m
Distanciamiento entre tratamientos	0.5m
Distanciamiento entre repeticiones	1.5m
Longitud de parcela	6m
Ancho de parcela	1.75m
Forma de la parcela	Rectangular
Área de la parcela (1.75m x 6m)	10.5m ²
Área útil de la parcela (0.75m x 6 m)	4.5m ²
Área del ensayo (26.5m x 28.5m)	498.75m ²
Área útil del ensayo (32 x 4.5m ²)	144m ²
Tipo de Siembra	Transplante
Plantas por hoyo	3-5 plantas
Distancia entre plantas	0.25m

Fuente: El Autor

3.15. Manejo del experimento

3.15.1. Preparación del suelo.

Se preparó mediante un pase de arado, se inundó el terreno con una bomba de agua hasta tener 10cm de lámina de agua, luego se realizó el fanguero.

3.15.2. Pre germinación.

Se colocaron 20 kg de semillas en una saca luego se las sumergió en agua durante 24 horas, se las sacó y se dejó 2 días en sombra.

3.15.3 Semillero.

El área del semillero por variedad fue de 1.5 m x 3m de largo. Se utilizó semilla pre germinada, la misma que se sembró al voleo en sus respectivo secciones.

3.15.4. Trasplante.

Las plántulas se sacaron del semillero cuidadosamente a los 23-25 días de edad, luego se procedió al Trasplante en el sitio definitivo, a una distancia de siembra de 0.25 m x 0.25m, se trasplantó de 3 a 5 plántulas por sitio.

3.15.5. Fertilización.

Se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de suelo que fueron efectuados en los laboratorios de la Estación Experimental Litoral Sur (INIAP).

3.15.6. Control de Malezas e insectos.

El control de malezas e insectos se hizo en conjunto, porque son fumigaciones foliares, y ambas se diluyeron en un tanque con agua con capacidad de 200 litros, aplicadas con bomba de mochila y fueron realizadas de la siguiente manera:

- Antes del trasplante se aplicó, 2 litros de Butaclor (herbicida pre-emergente), 100 gr de Methomyl y un sobre de Tiociclam Oxalato de Hidrógeno.
- A los 15 días después del trasplante se aplicó Pirazosulfuron-ethyl 250gr, Fipronil 250 ml y 2 lts de Butaclor.
- A los 5 días después de la primera fertilización se aplicó Imidacloprid 1lt y Methomyl si hay incidencia de plagas.

3.16. Variables a Evaluar

3.16.1. Datos Tomados.

Dentro del área útil se tomó al azar 10 plantas, luego se procedió a promediar los datos registrados.

3.16.2. Altura de planta a inicio del primordio (cm).

Se tomó diez plantas al azar por tratamiento y se midió en cm desde el nivel del suelo hasta la parte terminal de la hoja más saliente, para luego promediar.

3.16.3. Macollos por sitio.

Se contó el número de macollos en diez plantas del área útil, luego se promedió.

4. RESULTADOS

4.1. Altura de planta a inicio del primordio (cm).

Los promedios de altura de planta a inicio de primordio se presentan en el cuadro 1. El tratamiento que tuvo mayor crecimiento fue INIAP 15 + UREA con 56.38 cm y el tratamiento con menor crecimiento fue INIAP15 + UREA + P2O5 + LEONARDITA + KITASAL con 52.91 cm.

Tabla 6. Promedio de altura de planta (cm) a inicio del primordio

Tratamientos	I	II	III	IV	X
V1F1	55.28	55.00	58.53	53.08	55.47 a
V1F2	52.03	57.81	53.51	54.66	54.50 a
V1T3	52.93	52.40	55.56	60.25	55.28 a
V1F4	59.18	56.14	54.61	51.99	55.48 a
V2F2	51.49	54.09	53.85	61.84	55.32 a
V2F2	49.34	56.78	53.75	51.76	52.91 a
V2F2	53.66	52.67	56.05	51.20	53.40 a
V2F2	58.53	53.78	57.20	56.01	56.38 a
Σti	432.44	438.67	443.06	440.79	
X	54.06	54.83	55.38	55.10	54.84
Cv					5.72%

Fuente: El Autor

Arreglo Factorial Altura de Planta

Variedades	Fertilizantes				X
	F1	F2	F3	F4	
V1	55.47	54.50	55.29	55.48	55.19
V2	55.32	52.91	53.40	56.38	54.50
X	55.40	53.71	54.34	55.93	54.83

Fuente El Autor

Según el análisis de varianza los resultados no son significativos.

ANDEVA						
F. de V.	GL	SC	CM	Fcal.	F. tab.	
					5%	1%
Repeticiones	3	7.82	2.61	0.27 N.S.	3.07	4.94
Tratamientos	7	38.17	5.45	0.55 N.S.	2.49	3.64
Variedades	1	3.75	3.75	0.38 N.S.	4.32	8.02
Fertilizantes	3	24.27	8.09	0.82 N.S.	3.07	4.94
Int. VxF	3	10.15		0.34 N.S.	3.07	4.94
Error	21	206.49	9.83			
Total	31	252.49				

N.S. = No Significativo

Fuente: El Autor

4.2. Macollos por sitio.

Los promedios de macollos por sitio se encuentran en la tabla 2. El tratamiento que mostró más macollos por sitio fue INIAP14 + UREA + P2O5 + LEONARDITA + KITASAL con un promedio de 13 y el tratamiento que mostró menos fue INIAP15 + UREA + LEONARDITA + KITASAL con 9 macollos por sitio.

Tabla 7. Número de macollos por sitio

Tratamientos	I	II	III	IV	X
T1	9.1	13.7	9.6	8.9	10.32 a
T2	12.2	11.5	9.5	18.8	13.00 a
T3	13.8	10.7	10.7	11.7	11.73 a
T4	10.4	9.6	12.2	7.0	9.80 a
T5	6.4	12.0	9.6	10.1	9.52 a
T6	10.0	12.1	10	13.6	11.43 a
T7	11.0	12.5	13.2	10.8	11.88 a
T8	9.6	8.6	9	13.6	10.20 a
Σti	82.5	90.7	83.8	94.5	
X	10.31	11.34	10.48	11.81	10.98
Cv					21.57%

Fuente: El Autor

Arreglo Factorial Macollo por Sitio

Variedades	Fertilizantes				
	F1	F2	F3	F4	
V1	10.33	13.00	11.73	9.80	11.21
V2	9.53	11.43	11.88	10.20	10.76
X	9.93	12.21	11.80	10.00	10.98

Fuente: El Autor

Visualmente existe diferencia numérica en la cantidad de macollos por sitio, al realizar el análisis de varianza, los resultados son estadísticamente no significativos.

ANDEVA						
F. de V.	GL	SC	CM	Fcal.	F. tab.	
					5%	1%
Repeticiones	3	12.17	4.05	0.72 N.S.	3.07	4.94
Tratamientos	7	40.72	5.81	1.04 N.S.	2.49	3.64
Variedades	1	1.67	1.67	0.30 N.S.	4.32	8.02
Fertilizantes	3	34.12	11.37	2.03 N.S.	3.07	4.94
Int. VxF	3	4.64	1.65	0.29 N.S.	3.07	4.94
Error	21	117.93	5.62			
Total	31	252.49				

N.S. = No Significativo

Fuente: El Autor

5. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en la variable macollos por sitio en esta investigación se pudo presenciar que los tratamientos utilizados no arrojaron resultados significativos, en ninguno de los tratamientos y una distancia de siembra de 25 x 25 cm. Según (Mota, 2014) obtuvo mayor número de macollos por sitio en la variedad INIAP 11, con distancias de siembra de 30 x 30 cm.

Fierro y Pérez (2008) determinan que la variedad INIAP 16 con un tratamiento de N 100kg/ha, P₂O₂ 20kg/ha, K₂O 60kg/ha. y S 60kg/ha, presento mayor número de macollos por sitio ya que hubo mayor aplicación de nitrógeno y azufre.

Estos resultados son confirmados con lo que cita Martínez y Motta (2010) que el macollamiento del arroz está influido en la genética y en algunos parámetros como la distancia de siembra y la disponibilidad de ciertos nutrientes en el suelo.

6 .CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental se llega a las siguientes conclusiones:

1. En relación de la altura de planta a inicio de primordio los fertilizantes no tienen un efecto significativo.
2. En relación al número de macollos por sitio, existe una diferencia numérica, donde el tratamiento T2 presenta el mayor número y el T5 el menor número de macollos.
3. En macollos por sitio, no hay respuesta significativa de la cantidad de macollos a los diferentes tratamientos.

6.2. Recomendaciones

De acuerdo a lo anotado se recomienda lo siguiente:

1. Que el experimento pueda realizarse hasta el final de producción para así tomar todas las variables y ver si los resultados son significativos.
2. Probar el experimento con diferentes variedades y fertilizantes.
3. Realizar el experimento en otras zonas arroceras del Ecuador y en otra temporada del año.

BIBLIOGRAFÍA

- CIAT. (1980). *Crecimiento y Etapas de Desarrollo de la planta de Arroz*. Cali, Colombia: CIAT.
- CIAT. (1994). *Mejoramiento del Arroz con Cultivo de Anteras*. Cali, Colombia: CIAT.
- Dobermann, A., y Fairhurst, T. (2010). *Arroz - Desordenes Nutricionales y Manejo de Nutrientes*. CIAT.
- Enriquez, G. C. (1994). *Atlas Agropecuario de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- ESPAC. (2014). Obtenido de http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_2015.pdf
- FAO. (2004). *Año Internacional del Arroz*. Obtenido de <http://www.fao.org/RICE2004/es/rice2.htm>
- Fierro, y Pérez. (2008). Efecto de la Distancia de Siembra y Niveles de Fertilizantes en el Rendimiento de la Variedad de Arroz INIAP 16. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Fink, A. (1988). *fertilizantes y fertilización*. barcelona: reverté S.A.
- Fundación W.K. KELLOGG. (1981). *Morfología de la Planta de Arroz*. Cali, Colombia: CIAT.

García, G. N., y García, S. N. (2014). *Fertilizantes Química y Acción*. Madris, España: Ediciones Mundi-prensa.

IFA. (2002). *Los Fertilizantes y su Uso*. Roma, Italia: FAO e IFA.

INIAP. (2004). *Manejo integrado del cultivo del arroz*.

INIAP. (2007). *Manual Del Cultivo De Arroz*. Boliche Km 26.

IRRI. (1994). *El Arroz en la Nutrición Humana*. Roma: Biblioteca David Lubin.

Martínez, C. P., y Motta O., F. (2010). *Producción Eco-Eficiente del Arroz en América* (Vol. tomo 1). (V. D. B., Ed.) Cali, Colombia: publicación CIAT.

Morel, P. (1979). *Tecnología de los Fertilizantes*. Santiago, Chile: Editorial Andres Bello.

Mota, V. (2014). Efectos de Distancia de Siembra en el Rendimiento de Cultivares de Arroz (*Oryza sativa* L) Sembrados en Condiciones de Riego por Trasplante en la Zona de Santa Lucía, Provincia del Guayas. Guayaquil, Guayas, Ecuador.

Oliviera, J. A., y Lopez, M. M. (2006). *Análisis de suelos y plantas y recomendaciones de abonado*. Oviedo: Universidad de Oviedo.

Prefectura del Guayas. (2016). *Salitre (Urbina Jado)*. Obtenido de <http://www.guayas.gob.ec/cantones/salitre>

Prefectura del GUayas. (2016). *Salitre (Urbina Jado)*. Obtenido de <http://www.guayas.gob.ec/cantones/salitre>

- Rodríguez, J. H. (1999). *Fertilización del Cultivo de Arroz*. Costa Rica.
- Sandoval, R. R., y Hernandez, R. A. (1994). *Agricultura Sostenible Inventario Tecnológico*. La libertad, El Salvador: Nueva San Salvador.
- Sharma, S. (2010). *Rice origin, Antiquity and History*. Cuttack, India: CRC Press.
- Solis, J. N. (2000). *Fundamentos de Edafología*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Terron, P. U. (2010). *Tratado de Fitotecnia General*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Tovar, Y. G. (5 de Diciembre de 2011). *Slideshare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/YonniGuillermoRamosTovar/presentcultivdearroz22222>
- USDA. (Agosto de 2015). *Producción mundial Arroz*. Obtenido de www.produccionmundialarroz.com

ANEXOS

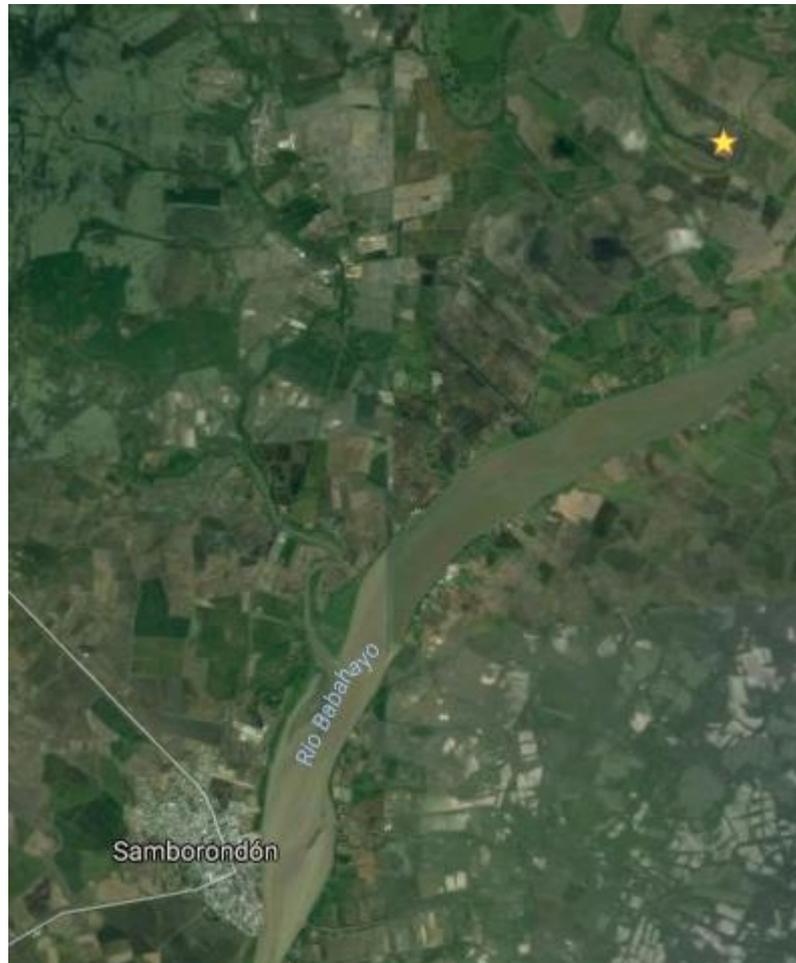
Anexo 1: Cronograma de Trabajo

Cronograma de Trabajo																		
Labores	Mes	Junio						Julio						Agosto				
	Edad de la planta					15	18	20	22	25	30	39	40	46	53	55	60	69
	Días de la semana	L	Ma	Mi	J	V	L	Mi	V	L	S	L	Ma	L	S	L	S	Ma
	Días del mes	6	7	8	9	24	27	29	1	4	9	18	19	25	30	1	6	16
Pre-germinación																		
preparacion del semillero																		
siembra																		
Arado																		
Fangueado																		
Incorporacion de muriato de potasio y DAP																		
Delimitacion de parcelas																		
Transplante																		
Aplicación de Fertilizantes																		
Aplicación de kitasal																		
Aplicación de Metosalato de Boro																		
Aplicación de Metosalato de Zinc																		
Aplicación de Aspirinas - Foliar																		
Control de maleza																		
Control de Caracol																		
Control de Insectos																		
Recolección de Datos																		

Fuente: El Autor

Anexo 2: Ubicación de la Hacienda “La Delicia”

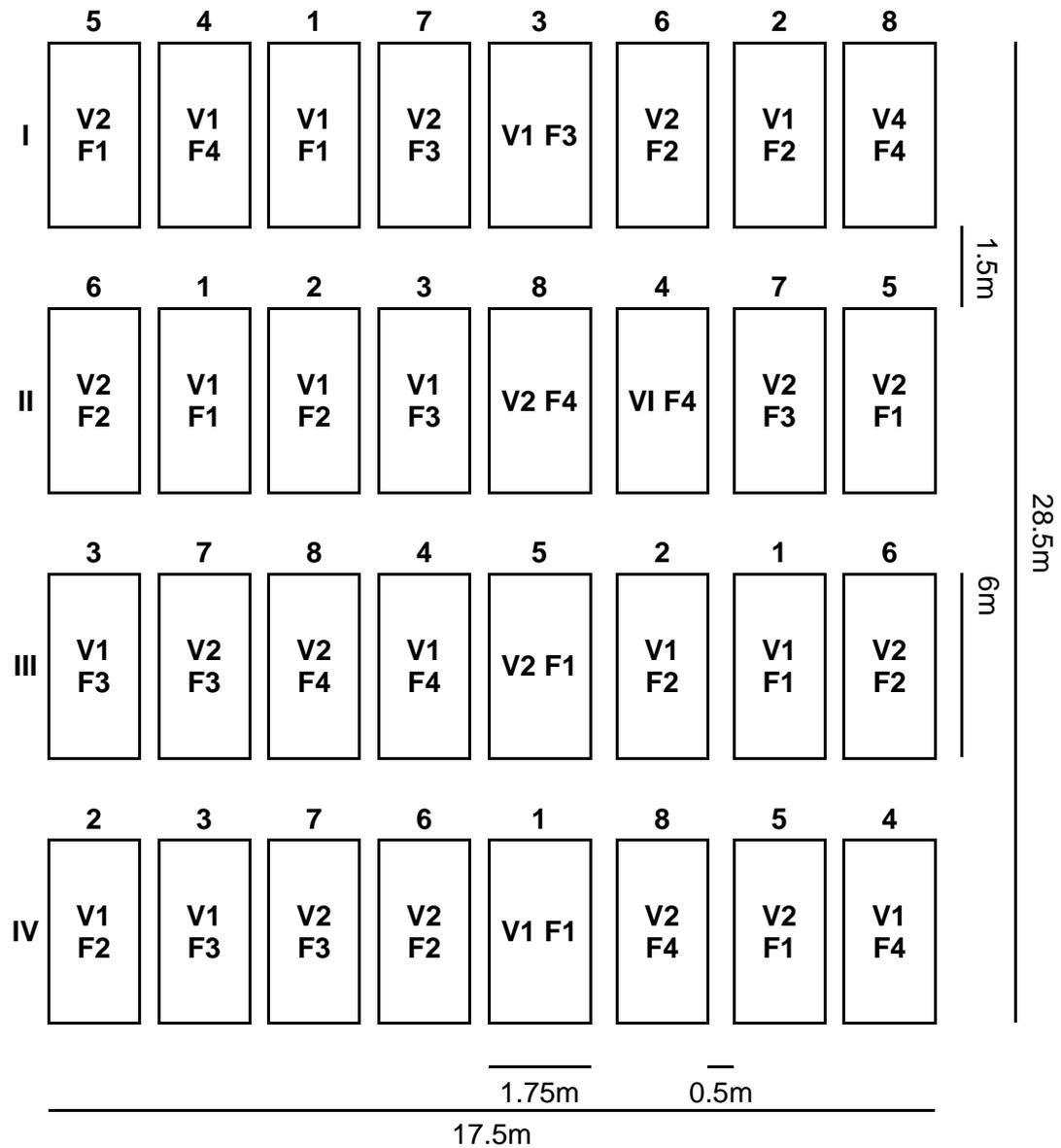
Parroquia La Victoria



Fuente: Google Maps

Anexo 3: Croquis de campo

Área de Trabajo



Fuente: El Autor

Anexo 4: Análisis de suelo



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 094535163 - 084535163 - 099351760 e-mail: iniap_ls_lab@yahoo.es

"Laboratorio de ensayo
 acreditado por el OAE
 con acreditación N° OAE LE C 11-

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	: STEVEN GRIJALVA	Nombre	: LA DELICIA	Informe No.	: 0014232	Factura No.	: 10576
Dirección	: N/E	Provincia	: GUAYAS	Responsable Muestreo	: Cliente	Fecha Análisis	: 24/07/2013
Ciudad	: N/E	Cantón	: SALITRE	Fecha Muestreo	: 12/07/2013	Fecha Emisión	: 31/07/2013
Teléfono	: N/E	Parroquia	: VICTORIA	Fecha Ingreso	: 16/07/2013	Fecha impresión	: 21/11/2013
Fax	: N/E	Ubicación	: LA VICTORIA	Condiciones Ambientales	: T°C: 24.0 %H: 71.0	Cultivo Actual	: ARROZ

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH ₄	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	* Fe	* Mn	* B	* Cl
48688	S1	6.8 PN	18 B	10 B	113 M	2808 A	773 A	39 A	1.1 B	12.5 A	118 A	13.8 M	0.10 B	

Interpretación	pH	
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	MAc = Muy Acido	N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	LAAl = Lig. Alcalino
	MeAc = Med. Acido	MeAl = Med. Alcalino
	LAc = Lig. Acido	Al = Alcalino
	PN = Prec. Neutro	RC = Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extractante
NH ₄ , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Óptimos			
Medio (ug/ml)			
NH ₄	20 - 40	Mg	121.5 - 243
P	10 - 20	S	10 - 20
K	78 - 156	Zn	2.0 - 7.0
Ca	800 - 1600	Cu	1.0 - 4.0
		Fe	20 - 40
		Mn	5 - 15
		B	0.5 - 1.0
		Cl	17 - 34

Fuente: INIAP



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 26 Via Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 094535163 - 084535163 - 099351760 e-mail: iniap_ls_lab@yahoo.es

**"Laboratorio de ensayo
acreditado por el OAE
con acreditación N° OAE LE C 11-00"**

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			DATOS DE LA MUESTRA							
Nombre	STEVEN GRIJALVA		Nombre	LA DELICIA		Informe No.	0014232			Factura No.	10576		
Dirección	N/E		Provincia	GUAYAS		Responsable Muestreo	Cliente			Fecha Análisis	24/07/2013		
Ciudad	N/E		Cantón	SALITRE		Fecha Muestreo	12/07/2013			Fecha Emisión	31/07/2013		
Teléfono	N/E		Parroquia	VICTORIA		Fecha Ingreso	16/07/2013			Fecha Impresión	21/11/2013		
Fax	N/E		Ubicación	LA VICTORIA		Condiciones Ambientales	T°C:24.0 %H: 71.0			Cultivo Actual	ARROZ		

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	meq/100ml			mS/cm	C.E.	meq/100ml					Ca	Mg	Ca						
		Arena	Limo	Arcilla		*Al+H	* Al	* Na			* M.O.	K	* Ca	* Mg	Σ Bases				Mg	K	Ca			
48688	S1	15	43	42	Arcillo-Limoso						3.10	B	0.29	M	14.04	A	6.36	A	20.69	2.21	M	21.9	A	70.4

Interpretación	
Ad = Adecuado	NS = No Salino
LT = Ligeram. Tóxico	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviaturas	
C.E	Conductividad Eléctrica
M.O	Materia Orgánica
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractante
M.O	Walkley Black	Síocromato de K
CIC		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E	Extracto de pasta saturada	Agua

Liq. Tóxico meq/100ml	Liq. Salino (c/s/m)	Niveles de Referencia		
		Medio	Medio (meq/100ml)	Medio (meq/100ml)
Al+H 0.51 - 1.5	C.E. 2.0 - 4.0	Ca/Mg 2.0 - 8.0	K 0.2 - 0.4	
Al 0.31 - 1.0	Medio (%)	Mg/K 2.5 - 10.0	Ca 4 - 8	
Na 0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0	(Ca+Mg)/K 12.5 - 50.0	Mg 1 - 2	

Fuente: INIAP



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR "DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
CENTRO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION AGROPECUARIA
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS

LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS

Nombre:	SR. STEVEN GRIJALVA	Factura #:	10576
Remitente:	SR. ALEJANDRO CÁRDENAS	F/Ingreso:	16/07/2013
Hacienda:	LA DELICIA	F/Muestreo:	12/07/2013
Localización:	LA VICTORIA, SALITRE	F/Salida:	05/08/2013

REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

# Laboratorio	Identificación de la Muestra	%
		Humedad
48688	S 1	20.1

Nota: El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de las muestras.

Fuente: INIAP

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA				
Nombre :	SR. STEVEN GRUJALVA	Nombre :	LA DELICIA	Informe N° :	00 14232	Factura N° :	10576	
Dirección :	N/E	Provincia :	GUAYAS	Resp/ Muestreo :	CLIENTE	Fecha/Análisis :	02/08/2013	
Ciudad :	N/E	Cantón :	SALITRE	Fecha/ Muestreo :	12/07/2013	Fecha/Emisión :	05/08/2013	
Teléfono :	N/E	Parroquia :	LA VICTORIA	Fecha/ Ingreso :	16/07/2013	Fecha/Impresión :	05/08/2013	
Fax :	N/E	Ubicación :	LA VICTORIA	Cond. Ambientales : T°C:	26 %H:	68	Cultivo Actual :	ARROZ

REPORTE DE ANALISIS DE SALINIDAD EN EXTRACTO DE PASTA DE SUELOS

N°. Laboratorio	Identificación del Lote	pH.	mS/cm	mg/L					meq/L				RAS	PSI(*)
			C.E.	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃ H*	CO ₃ * ²	SO ₄ * ²	Cl*		
48688	S1	7.9	0.78	115.3	6.9	35.4	21.7	179.3	3.40	ND	4	2	4	4
C.E.		INTERPRETACIÓN							Determinación		Metodología			
0 - 2,0		Suelo no salino, efecto de sales despreciables.							pH, CE		Electrométrica			
2.1 - 4,0		Suelo ligeramente salino, puede reducirse las cosechas de cultivos sencibles.							K, Ca, Na, Mg		Absorción Atómica			
4.1 - 8.0		Suelo salino, se reducen las cosechas de numerosos cultivos.												
Más de 8		Suelo muy salino.												

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitada al OAE.

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitada al OAE

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

(*) Cálculo efectuado según nomograma de suelos salinos y sódicos manual No. 60

Responsible Laboratorio

Página 1 de 1

Fuente: INIAP



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR "DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
CENTRO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION AGROPECUARIA
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS

LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS

PROPIETARIO:	ING. STEVEN GRIJALVA	FACTURA:	10576
REMITENTE:	SR. ALEJANDRO CÁRDENAS	FECHA DE MUESTREO:	12/07/2013
HACIENDA:	LA DELICIA	FECHA DE INGRESO:	16/07/2013
LOCALIZACIÓN:	LA VICTORIA, SALITRE	FECHA DE SALIDA:	05/08/2013

REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

No. LABORATORIO	IDENTIFICACION	NO ₃ ⁻
		<i>ug/ml</i>
48688	S1	22.00

NOTA: El Laboratorio no es responsable de la toma de muestras

Fuente: INIAP



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Cárdenas Castro José Alejandro**, con C.C: # 0924511124 autor/a del trabajo de titulación: **Evaluación de varias Fuentes de Nutrición en Arroz (*Oryza sativa* L.) para comparar el comportamiento agronómico del macollamiento en la zona de Salitre** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario con Mención en Gestión Empresarial Agropecuaria** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **14 de Septiembre de 2016**

f. _____

Nombre: **Cárdenas Castro José Alejandro**

C.C: **0924511124**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN		
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Evaluación de varias Fuentes de Nutrición en Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) para comparar el comportamiento agronómico del macollamiento en la zona de Salitre.	
AUTOR(ES)	José Alejandro Cárdenas Castro	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dr. Alberto Peñalver Romeo Ph.D	
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
FACULTAD:	Técnica Para el Desarrollo	
CARRERA:	Ingeniería Agropecuaria	
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Agropecuario con Mención en Gestión Empresarial Agropecuaria	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	14 de Septiembre del 2016	No. DE PÁGINAS: 63
ÁREAS TEMÁTICAS:	Manejo Sostenible de Cultivos Tropicales	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Arroz, INIAP 14, INIAP 15, Altura de Planta, Macollamiento	
<p>RESUMEN/ABSTRACT: El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de junio a agosto del 2016 en la Hacienda "la Delicia", ubicada en la zona de la parroquia La Victoria en el cantón Salitre, a 42 kilómetros de Guayaquil.</p> <p>Los objetivos del experimento fueron los siguientes:</p> <p>Evaluar el efecto de fertilizantes tradicionales en el comportamiento de las variedades arroz INIAP14 e INIAP15</p> <p>Clasificar los mejores tratamientos en base al macollamiento.</p> <p>Los tratamientos estudiados fueron dos variedades de arroz: INIAP 14 e INIAP 15 y cuatro fertilizantes: Urea, Muriato de potasio, DAP, Leonardita y Kitasal. El diseño experimental fue el de bloques completos al azar, en arreglo factorial de 2 x 4 que generó ocho tratamientos con 4 repeticiones.</p> <p>Las variables estudiadas fueron las siguientes: Altura de Planta al inicio de Primordio y Macollos por sitio.</p> <p>De los resultados obtenidos se determina que la aplicación de estos fertilizantes, en la época seca y con estas variedades de arroz no arroja resultados significativos.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-995015888	E-mail: alejandro.cardenas8@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Donoso Bruque Manuel Enrique	
	Teléfono: +593-991070554	
	E-mail: manuel.donoso@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		