



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

TESIS DE GRADO

**DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA DE TRES ENRAIZANTES
APLICADOS SOBRE LA SEMILLA DE ARROZ (*Oriza sativa* L.) DE LA
VARIEDAD INIAP 15, BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN LA ZONA DE
FEBRES CORDERO - LOS RÍOS**

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

**AUTOR:
DIMAS RODRIGO DÁVILA JIMÉNEZ**

**DIRECTOR:
ING. HECTOR ESTEBAN CASTILLO VERA. MSc.**

QUEVEDO - LOS RIOS - ECUADOR

2014

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Dimas Rodrigo Dávila Jiménez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado por ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que 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.

DIMAS RODRIGO DÁVILA JIMÉNEZ

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, **Ing. HECTOR ESTEBAN CASTILLO VERA. MSc.**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el egresado Dimas Rodrigo Dávila Jiménez, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero Agropecuario titulada “**DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA DE TRES ENRAIZANTES APLICADOS SOBRE LA SEMILLA DE ARROZ (*Oriza sativa L.*) DE LA VARIEDAD INIAP 15, BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN LA ZONA DE FEBRES CORDERO - LOS RIOS**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

ING. HECTOR ESTEBAN CASTILLO VERA. MSc.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Presentado al Comité Técnico Académico Administrativo como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Aprobado:

Ing. Francisco Espinosa Carrillo, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. María Samaniego Armijos, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Freddy Sabando Ávila, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO - LOS RIOS – ECUADOR

2014

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento a:

El Ing. Manuel Haz Álvarez (+) Ex - rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

A la Ing. Guadalupe Murillo de Luna MSc vicerrectora administrativa de la universidad UTEQ, mentalizadores y ejecutores de la unidad de estudios a distancia, lo cual nos ha permitido a diferentes alumnos del país estudiar y lograr ser profesionales en diferentes carreras.

A la Ing. Dominga Rodríguez Angulo, MSc directora de la unidad de estudios a distancia por su capacidad administrativa en beneficio de sus estudiantes.

Al Lcdo. Héctor Castillo Vera MSc por ser mi director de tesis quien con su guía y asesoramiento nos permitió terminar con éxito la investigación realizada.

A mis maestras y maestros porque con vocación nos impartieron sus conocimientos.

DEDICATORIA

En primer lugar agradezco a Dios por darme salud, inteligencia y sabiduría para poder culminar con éxito mi carrera en Ing. agropecuaria.

A mi esposa y a mis hijos por ser mi motivación y apoyo incondicional, porque con amor me supieron apoyar en los momentos más difíciles. A mis hermanas, hermano y amigos por su apoyo moral.

A mis compañeros, en especial a Mónica Bayas y Wilson Lara por sus constantes incentivos a que no desmayemos hasta llegar al objetivo.

Dedicatoria

ÍNDICE

Contenido	Pág.
PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACION.....	1
1.1. Introducción.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. General.....	3
1.2.2. Específicos.....	3
1.3. Hipótesis.....	3
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.1. Marco teórico.....	5
2.1.1. El arroz.....	5
2.1.1.1. Origen y distribución.....	5
2.1.1.2. Factores ambientales para el desarrollo del cultivo de arroz.....	6
2.1.1.3. Taxonomía.....	9

2.1.1.4. Morfología	10
2.1.1.5. Crecimiento y desarrollo de la planta de arroz	12
2.1.1.6. Mejoramiento genético de variedades de arroz	15
2.1.1.7. Variedad de arroz.....	15
2.1.2. La nutrición en el cultivo de arroz	17
2.1.3. Bioestimulantes	18
2.1.3.1. Maz Raíz	19
2.1.3.2. Espigold	19
2.1.3.3. Green master	20
2.1.4. Investigaciones realizadas.....	21
CAPITULO III.....	24
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.1. Materiales y métodos	24
3.1.1. Localización y duración de la investigación	24
3.1.2. Condiciones Meteorológicas.....	24
3.1.3. Materiales y Equipos.....	25
3.2. Factores evaluados	26
3.3. Tratamientos	26
3.4. Delineamiento experimental.....	27
3.5. Diseño experimental.....	27
3.5.1. Esquema del análisis de varianza	27
3.6. Variables estudiadas	28
3.6.1. Longitud de raíces (cm)	28
3.6.2. Peso de raíz húmeda (g)	28
3.6.3. Peso de raíz seca (g).....	28
3.6.4. Peso del área foliar (peso húmedo) (g).....	28
3.6.5. Peso del área foliar (peso seco) (g)	29

3.6.6. Número de hojas	29
3.6.7. Longitud de área foliar (cm)	29
3.6.8. Altura de planta a la cosecha (cm).....	29
3.6.9. Panícula por m ²	29
3.6.10. Longitud de panícula (cm)	30
3.6.11. Número de granos por panícula	30
3.6.12. Peso de 100 semillas en gramos (g).....	30
3.6.13. Rendimiento en Kg/ha (kg)	30
3.6.14. Análisis económico	31
3.6.15. Costos.....	31
3.7. Manejo del Experimento.....	31
3.7.1. Análisis de suelo.....	31
3.7.2. Preparación del suelo	32
3.7.3. Siembra	32
3.7.4. Riego	32
3.7.5. Fertilización.....	32
3.7.6. Control fitosanitario	33
3.7.8. Cosecha.....	33
CAPITULO IV.....	34
RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	34
4.1. Resultados	35
4.1.1. Longitud de raíces (cm)	35
4.1.2. Peso de raíces húmedas (g).....	37
4.1.3. Peso de raíces secas (g)	39
4.1.4. Peso húmedo del área foliar (g).....	41
4.1.5. Peso seco del área foliar (g)	43
4.1.6. Número de hojas por planta.....	45

4.1.7. Longitud del área foliar (cm)	47
4.1.8. Altura de planta y panículas/m ² a la cosecha (cm)	49
4.1.9. Longitud de panículas y granos por panícula (g)	51
4.1.10. Peso de 100 granos (g)	53
4.1.10. Rendimiento de grano y análisis económico.....	53
4.2. Discusión.....	56
CAPÍTULO V.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. Conclusiones.....	59
5.2 Recomendaciones.....	62
VI CAPÍTULO.....	63
BIBLIOGRAFÍA.....	63
6.1. Literatura citada.....	64
CAPITULO VII.....	67
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Respuestas del arroz a la variación de temperatura en diferentes estados de desarrollo	7
2. Descripción de la variedad de arroz INIAP 15	16
3. Composición por cada 100 gramos de muestra	19
4. Composición por cada 100 gramos de muestra	20
5. Composición por cada 100 gramos de muestra	21
6. Condiciones meteorológicas de la zona en estudio.....	25
7. Materiales y equipos.....	25
8. Tratamientos.....	26
9. Análisis de la varianza.....	28
10. Valores promedios de la longitud de raíces a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (<i>Oriza sativa l.</i>) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.....	36
11. Valores promedios del peso de raíz húmeda a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (<i>Oriza sativa l.</i>) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.....	38
12. Valores promedios del peso de raíz seca a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (<i>Oriza sativa l.</i>) de	

la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.....	40
13. Valores promedios del peso húmedo del área foliar a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (<i>Oriza sativa l.</i>) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.....	42
14. Valores promedios del peso seco del área foliar a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (<i>Oriza sativa l.</i>) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.....	44
15. Valores promedios del número de hojas por planta, a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (<i>Oriza sativa l.</i>) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.....	46
16. Valores promedios de la longitud del área foliar a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (<i>Oriza sativa l.</i>) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.....	48
17. Valores promedios de altura de planta y panícula/m ² a la cosecha, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (<i>Oriza sativa l.</i>) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.....	50
18. Valores promedios de longitud de panícula y grano por panícula, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados	

sobre la semilla de arroz (<i>Oriza sativa L.</i>) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.	52
19. Valores promedios del peso de 100 granos y rendimiento de grano, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (<i>Oriza sativa L.</i>) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.	54
20. Análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de los tratamientos, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (<i>Oriza sativa L.</i>) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.....	55
21. Análisis de varianza de la longitud de raíces a los 7 días después de la siembra.....	76
22. Análisis de varianza de la longitud de raíces a los 15 días después de la siembra.....	76
23. Análisis de varianza de la longitud de raíces a los 25 días después de la siembra.....	76
24. Análisis de varianza del peso de raíz húmeda a los 7 días después de la siembra.....	76
25. Análisis de varianza del peso de raíz húmeda a los 15 días después de la siembra.....	77
26. Análisis de varianza del peso de raíz húmeda a los 25 días después de la siembra.....	77
27. Análisis de varianza del peso de raíz seca a los 7 días después de la siembra.....	77

28. Análisis de varianza del peso de raíz seca a los 15 días después de la siembra.....	77
29. Análisis de varianza del peso de raíz seca a los 25 días después de la siembra.....	78
30. Análisis de varianza del peso húmedo del área foliar a los 7 días después de la siembra	78
31. Análisis de varianza del peso húmedo del área foliar a los 15 días después de la siembra	78
32. Análisis de varianza del peso húmedo del área foliar a los 25 días después de la siembra.	78
33. Análisis de varianza del peso seco del área foliar a los 7 días después de la siembra	79
34. Análisis de varianza del peso seco del área foliar a los 15 días después de la siembra	79
35. Análisis de varianza del peso seco del área foliar a los 25 días después de la siembra	79
36. Análisis de varianza del número de hojas por planta a los 7 días después de la siembra	80
37. Análisis de varianza del número de hojas por planta a los 15 días después de la siembra	80
38. Análisis de datos del número de hojas por planta a los 25 días después de la siembra.	80
39. Análisis de varianza de la longitud del área foliar a los 7 días después de la siembra.	81
40. Análisis de varianza de la longitud del área foliar a los 15 días después de la siembra.	81

41. Análisis de varianza de la longitud del área a los 25 días después de la siembra.....	81
42. Análisis de varianza de datos de altura de planta	82
43. Análisis de varianza de datos de panícula/m ² a la cosecha	82
44. Análisis de varianza de datos de longitud de panícula	82
45. Análisis de varianza de datos de grano por panícula	82
46. Análisis de varianza de datos del peso de 100 granos.....	83
47. Análisis de varianza de datos del rendimiento.....	83

ÍNDICE DE ANEXOS

Cuadro	Pág.
1. Análisis de suelo	68
2. Fotografías de la investigación	70
3. Resultados del análisis de varianza.....	76

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se realizó en la zona de Mata de Cacao, Parroquia Febres Cordero, Cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos, utilizando la variedad de arroz INIAP 15', utilizando enraizantes Maz Raíz (1.0 y 2.0l/ha), Espigold 0.5 y 1.0l/ha y Green Master (1.0 y 2.0l/ha); además se incluyó un tratamiento testigo sin enraizante y sin fertilización (testigo absoluto).

Se utilizó el Diseño de "Bloques Completos al Azar" (DBCA). Se evaluaron variables antes de la cosecha a los 7, 15 y 25 días (longitud de raíces; peso de raíz húmeda y seca; peso húmedo y seco de área foliar; número de hojas por planta; longitud de área foliar) y en la cosecha (altura de planta; panículas/m²; longitud de panículas; granos por panículas; peso de 100 granos y rendimiento de grano).

Los tratamientos (T₆) Green Master 2.0 l/ha y (T₄) Espigold 1.0l/ha, lograron el mayor número de panículas/m² al momento de la cosecha. Los tratamientos (T₆) Green Master 2.0l/ha y (T₄) Espigold 1.0l/ha, obtuvieron los mayores rendimientos de grano 8177.67 y 7845.33kg/ha, superando en 30.04% y 29.75% al testigo (T₈) sin enraizante, respectivamente; a su vez, alcanzaron los mayores utilidades económicas por hectárea. Todos los tratamientos que incluyen a los bioestimulantes enraizantes, superaron significativamente al testigo carente del enraizante, para el carácter rendimiento de grano. El tratamiento (T₈) Testigo sin enraizante superó en 3901 kg/ha al testigo (T₇) sin fertilizar y sin enraizante, debido al programa nutricional empleado en la investigación.

ABSTRACT

The research was conducted in the area of Mata de Cacao, Febres Cordero Parish, Canton Babahoyo, Los Rios Province, using the rice variety INIAP 15', using Maz rooting root (1.0 and 2.0l / ha), 0.5 and 1.0 Espigold I / ha and Green Master (1.0 and 2.0l / ha); plus a control treatment without rooting and without fertilization (absolute control) and another without rooting treatment was included; giving a total of eight treatments.

Designing "Randomized Complete Block" (RCBD) was used. Variables were evaluated before harvest at 7, 15 and 25 days (root length, weight of wet and dry root, wet and dry weight, leaf area, number of leaves per plant, length of leaf area) and at harvest (plant height, panicles / m², panicle length, grains per panicle, 100 grain weight and grain yield).

Treatments (T6) Green Master 2.0 l / ha (T4) Espigold 1.0l / ha, achieved the highest number of panicles / m² at harvest time. Treatments (T6) Green Master 2.0l / ha (T4) Espigold 1.0l / ha, obtained the highest grain yields and 7845.33kg 8177.67 / ha, exceeding 30.04% and 29.75% to the control (T8) without rooting, respectively; in turn, had the highest economic returns per hectare. All treatments including the rooting stimulators significantly outperformed the control devoid of rooting for grain yield character. The treatment (T8) Control without rooting exceeded 3901 kg / ha to control (T7) unfertilized without rooting because of nutritional program used in research.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACION

1.1. Introducción

Uno de los cereales más consumido en todo el mundo es el arroz *Oryza sativa*, pues provee hidratos de carbono y es un elemento fijo dentro de la dieta de millones de hogares, e allí su importancia y trascendencia económica a nivel mundial.

Según el (INEC, 2011), Análisis del Sistema Agroalimentario del Arroz, en el Ecuador el 45% de los arroceros son pequeños productores (entre 1 y 5 Has), además se destaca que existen diferentes variedades de arroz como es el INIAP 11, INIAP, 12, INIAP 14, INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18 desarrolladas por el INIAP que poseen alto rendimiento (promedio 4.1 TM/Ha) con lo que se establece que el Ecuador es autosuficiente y excedentario en la producción de arroz por lo que representa un aporte al PIB de 318 millones de USD aproximadamente.

El agricultor arrocero hace esfuerzos por obtener un mejor rendimiento en sus cosechas, por ello utiliza variedades mejoradas que se comercializan en todas las zonas arroceras. Además, a la par de la semilla mejorada se debe valer de tecnologías que podrían aumentar los rendimientos en el cultivo de arroz, como el uso de reguladores de crecimiento para mejorar el enraizamiento de las plantas, estimulando las raíces la planta tendrá un mejor aprovechamiento de los nutrientes y del agua, esto se traducirá en la obtención de una mejor cosecha y por ende mejorar los ingresos del agricultor.

La finalidad de la presente investigación fue evaluar los efectos del empleo de tres enraizadores que intentan solucionar el problema de la falta de absorción de elementos esenciales para el desarrollo vegetativo en el cultivo de arroz y de esta forma genere mayores ingresos para el agricultor.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Determinar la respuesta de tres enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa L.*) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos

1.2.2. Específicos

- Identificar la dosis apropiada de los enraizantes en la semilla de arroz variedad INIAP 15 bajo riego

- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudios.

1.3. Hipótesis

Con la aplicación de uno de las dosis de Maz Raíz, Espigol y Green Master enraizadores, se incrementaría el rendimiento de grano en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. El arroz

2.1.1.1. Origen y distribución

Por ser el arroz una de las plantas más antiguas, ha sido difícil establecer con exactitud la época en que el hombre inició su propagación. La literatura China hace mención de él, 3000 años antes de Cristo, donde consideraban el inicio de la siembra como el más importante de cinco cultivos en la alimentación. En el Valle del Yang – Tsé Kiang se han encontrado restos de arroz, los cuales se supone existieron 3000 o 4000 años antes de cristo. Esto no significa que el cultivo del arroz no sea anterior a ésta época, ni que sea originario de China. Parece, por el contrario, que la *Oryza sativa* L., procede del suroeste asiático **(Ortiz & Soliz, 2007)**.

Hay dos especies de arroz cultivadas, una de origen asiático *Oryza sativa* L., y otra de origen africano *Oryza Steaud*. La expansión del cultivo se debe a la primera especie, puesto que la segunda solo existe en el Oeste de África. Varios autores en diferentes escritos están de acuerdo en que el origen de *Oryza sativa* L., está al sur de la India. La extensión del cultivo es un fenómeno sin interrupción y base alimenticia de los continentes de mayor población del mundo: Asia, África y América **(Ortiz & Soliz, 2007)**.

No ha sido posible establecer con exactitud de donde vino y cuando llegó el arroz al Hemisferio Occidental, algunos autores afirman que Cristóbal Colón, en su segundo viaje en 1493 trajo semillas, pero no germinaron. Otro autor afirma que en el Valle del Magdalena en Colombia hubo siembras de 1580. Los Holandeses y los Portugueses a finales del siglo XVII introdujeron el arroz a Carolina (América del norte), en un barco procedente de Madagascar dañado por la tempestad tocaron puerto en Charleston y dejaron 40 libras de semilla en 1685 **(Ortiz & Soliz, 2007)**.

En Ecuador se tiene noticias del arroz en el año de 1774, en esta época se recogen datos de producción de la zona de Yaguachi, Babahoyo y baba de 30 qq, 1000 qq y 200 qq de arroz, respectivamente. Es interesante hacer notar que, en la zona de Daule, actualmente típica área arroceras, no se menciona cosechas de ésta gramínea, y más se señala un sistema de producción de ganado vacuno, caballar, de lana, cacao y algodón **(Ortiz & Soliz, 2007)**.

Además, es importante indicar que entre 1770 y 1780, el cultivo de cacao inicia su gran auge de exportación y a predominar como producto más importante a nivel regional para el país, manteniéndose hasta los inicios de la década de 1940, cuando el arroz que se venía cultivando limitadamente alcanza importancia en la economía nacional **(Ortiz & Soliz, 2007)**.

La segunda guerra mundial provoca el cierre de mercados de países tradicionales productores de arroz, la subida de los precios de este cereal y la incorporación del Ecuador como productor internacional del cultivo. Además, la crisis cacaotera estimula la rápida expansión del arroz en áreas tradicionales de la Cuenca del Guayas **(Ortiz & Soliz, 2007)**.

2.1.1.2. Factores ambientales para el desarrollo del cultivo de arroz

Las principales zonas productoras de arroz están localizadas por debajo de los 10 msnm, el 92% del área se encuentran en las provincias del Guayas y Los Ríos. La planta de arroz en su desarrollo y crecimiento reacciona positiva o negativamente en función de los factores ambientales, en consecuencia el cultivo necesita que estos factores se presenten acorde a las necesidades del mismo **(INIAP, 2007)**.

A. Suelo

El arroz se adapta a diversas condiciones de suelo; sin embargo, las condiciones ideales para obtener una buena cosecha son: pH 6.0 – 7.0, buen contenido de materia orgánica (mayor del 5%), buena capacidad de

intercambio catiónico, buen contenido de arcilla (mayor del 40%), topografía plana, capa arable profunda (mayor de 25 cm), y buen drenaje superficial (INIAP, 2007).

B. Temperatura

Las temperaturas críticas para la planta de arroz, están generalmente por debajo de 20°C y superiores a 30°C, y varían de acuerdo con el estado de desarrollo de la planta. El cuadro 1 muestra la variación de la temperatura con las distintas fases de desarrollo de la planta (INIAP, 2007).

Cuadro 1. Respuestas del arroz a la variación de temperatura en diferentes estados de desarrollo

Etapas de desarrollo	Temperaturas		
	Críticas (°C)		Optima (1)
	Baja	Alta	
Germinación	10	45	20-35
Emergencia y establecimiento de plántulas	12-13	35	25-30
Enraizamiento	16	35	25-28
Elongación de hojas	7-12	45	31
Macollamiento	9-16	33	25-31
Iniciación de panículas	15		
Diferenciación de panículas	15-20	38	
Antesis (floración)	22	35	30-33
Maduración	12-18	30	20-25

(1) Se refiere a la temperatura media diaria, excepto para la germinación

Fuente: (INIAP, 2007)

Cuando se somete a la planta a una temperatura por debajo de 20 °C en el estado de floración, normalmente se induce a un alto estado de esterilidad. Esta, generalmente es atribuida a efectos de la temperatura baja durante la

noche, pero una temperatura alta en el día, puede contrarrestar el efecto de la noche **(INIAP, 2007)**.

C. Radiación solar

Las necesidades de radiación solar para el cultivo de arroz varían con los diferentes estados de desarrollo de la planta. Una baja radiación solar durante la fase vegetativa, afecta ligeramente los rendimientos y sus componentes; mientras que en la fase reproductiva existe una marcada disminución en el número de granos. Por otra parte, durante el período de llenado y maduración del grano, se reducen drásticamente los rendimientos por disminución en el porcentaje de granos llenos **(INIAP, 2007)**.

Una radiación de 300 cal/cm² por día durante el estado reproductivo hace posible rendimientos de 5 t/ha. El punto de vista en el cual coincide la mayoría de los investigadores, es que una temperatura alta y abundante radiación solar, son necesarias para el arroz; sin embargo, un concepto universal es que una alta disponibilidad de agua, es el requisito más importante en su producción **(INIAP, 2007)**.

D. Precipitación

El arroz se cultiva no sólo en condiciones de irrigación, sino también en zonas bajas con alta precipitación, zonas con láminas profundas de agua y en zonas altas en condiciones regularmente drenadas. En estas circunstancias el arroz puede estar sujeto a daños causados por la sumersión de la planta debido a la inundación de las tierras bajas; mientras que en zonas altas, la sequía puede presentarse. En la provincia del Guayas la precipitación varía entre 1000 a 1500 mm y en la de Los Ríos de 1800 a 2200 mm anuales **(INIAP, 2007)**.

E. Requerimientos de agua

El agua es indispensable para la vida de la planta de arroz. El riego por inundación es favorable para un mejor crecimiento, desarrollo y rendimiento de grano; es importante señalar, que el sistema de irrigación contribuye el control de malezas. El promedio de requerimiento de agua varía entre 800 a 1240 mm durante el ciclo **(Gonzales, 2005)**.

2.1.1.3. Taxonomía

El arroz es una Fanerógama, tipo espermatófita, subtipo angiosperma.

Clase Monocotiledonea

Orden Glumiflorales

Familia Gramineae

Subfamilia Panicoideas

Tribu Oryzeae

Subtribu Oryzineas

Generó Oryza

Especie *Oryza sativa* L.

Fuente: **(Gonzales, 2005)**.

En la especie *Oryza sativa* L. se consideran tres grupos o tipos de arroz: “Índica”, “Japónica” y “Javánica o Bulú”. Su origen puede ser el resultado de las selecciones hechas en los procesos de domesticación de arroces silvestres, bajo diferentes ambientes. Los arroces “Índica” y “Japónica” fueron considerados como subespecies de *Oryza sativa* L., y ahora son considerados como razas ecogeográficas **(Gonzales, 2005)**.

Las variedades tradicionales de tipo “Índica” cultivadas en los trópicos tienen como características: mayor altura, macollamiento denso, hojas largas e inclinadas de color verde pálido, y grano de tamaño medio a largo, y contenido

de amilosa de medio a alto lo cual le da el aspecto seco, blando y poco desintegrado en la cocción **(Gonzales, 2005)**.

Los trabajos de mejoramiento genético han producido variedades de arroz tipo “Índica”, de estatura corta, alto macollamiento y de buena respuesta a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, produciendo rendimientos tan altos como los de “Japónica” **(Gonzales, 2005)**.

2.1.1.4. Morfología

Los órganos de la planta de arroz se han clasificado en órganos vegetativos y órganos reproductivos.

A. Órganos vegetativos

Raíz

El sistema radical del arroz está formado por dos tipos de raíces: Las raíces de la corona y las raíces de los nudos. Si bien ambas clases se desarrollan de nudos, las de la corona lo hacen de nudos bajo la superficie del suelo. Las raíces en los nudos superiores se presentan en condiciones de excepcionales de anegamiento profundo. Las raíces de la corona a su vez poseen dos clases de raíces, las raíces superficiales laterales (ageotrópicas) y las raíces comunes. Las raíces comunes solo crecen hasta aproximadamente los 40 cm de profundidad porque la difusión de oxígeno a través del aerénquima, hacia las raíces en crecimiento, se vuelve deficitaria **(Olmos, 2007)**.

Tallo

A la madurez las plantas poseen un tallo principal y una cierta cantidad de macollos dependiendo de la densidad de siembra (3 en alta densidad hasta 15 macollos en bajas densidades). Los macollos reproductivos son aquellos que desarrollan una panoja fértil, los macollos infértiles son aquellos que por

diversas causas no llegan a formar una panoja fértil o bien la forman, pero al momento de cosecha no llegan a madurar sus granos al mismo tiempo que el resto del cultivo **(Olmos, 2007)**.

Hojas

En cada nudo del tallo se desarrolla una hoja, la superior que se encuentra debajo de la panícula se la conoce como hoja bandera y es más corta y ancha que las precedentes.

En una hoja completa se distinguen la vaina, el cuello y la lámina. En el cuello se encuentra la lígula y las aurículas que son dos estructuras que se fijan la hoja alrededor del tallo a manera de protección **(INIAP, 2007)**.

B. Órganos reproductivos

Semilla

El grano de arroz, comúnmente llamado semilla, recién cosechado está formado por el cariópse y por cáscara, esta última compuesta de glumas. Industrialmente se considera al arroz cáscara aquel comprendido por el conjunto de cariópse y glumas.

A su vez el cariópse, está formado por el embrión, el endosperma, capas de aleurona (tejido rico en proteínas), tegmen (cubierta seminal), y el pericarpio (cubierta del fruto) **(Olmos, 2007)**.

Espiguilla

Las espiguillas de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula, que está situada sobre el nudo apical del tallo. La base de la panícula se denomina cuello. Una espiguilla consta de dos lenmas estériles, glumas rudimentarias, la raquilla y la florecilla. La florecilla consta de

dos brácteas o glumas florales (lemma y páleas) con seis estambres y un pistilo **(INIAP, 2007)**.

2.1.1.5. Crecimiento y desarrollo de la planta de arroz

Plántulas

La germinación da inicio a la fase vegetativa, comienza cuando la radícula o coleoptilo (vainas que recubren al embrión) emerge del cariopse. En condiciones aeróbicas (siembra convencional) lo primero en emerger desde la coleoriza del embrión (vainas que recubren a la radícula) es la radícula, luego recién lo hace el coleoptilo. **(Olmos, 2007)**.

En condiciones anaeróbicas (cuando se realiza siembra en agua o cuando hay anegamiento por lluvias excesivas sobre una siembra convencional) lo primero en emerger es el coleoptilo, mientras que la radícula emerge recién cuando el coleoptilo haya alcanzado un ambiente aeróbico. Cuando las semillas se desarrollan en la oscuridad (cuando se las siembra en forma convencional) emerge la radícula y un tallo corto llamado mesocótilo que mantiene la corona de la planta justo debajo de la superficie. Luego que emerge el coleoptilo por dentro del mesocótilo, recién crece la hoja primaria. **(Olmos, 2007)**.

Si la semilla de arroz está expuesta al anegamiento y a una gran profundidad de siembra, la germinación será pobre. Las variedades semienanas (modernas) tienen un mesocótilo corto y generalmente la plántula no puede emerger si la profundidad de siembra es mayor a 1,25 cm. Es decir que en siembras profundas el coleoptilo de estas variedades al ser corto no alcanza a romper la costra, la hoja primaria también falla en el intento porque su tejido no está adaptado mecánicamente para ello **(Olmos, 2007)**.

El mesocótilo solo crece en la oscuridad y no emerge en siembras sobre agua. El periodo de siembra a emergencia dura entre 5 a 30 días dependiendo de

las condiciones ambientales. Una prueba para evaluar la calidad fisiológica de la semilla es el ensayo de germinación usualmente empleada es incubar las semillas a 27°C por 72 hs para determinar EG, luego a los 7 días totales se hace el segundo conteo para determinar PG. Se considera aceptable una EG arriba del 70%, y PG superior al 84%, siendo ideal 90% de PG. En siembras tempranas en zona templada se considera más importante tener semillas de alta EG **(Olmos, 2007)**.

Macollos

Cada tallo de la planta está formado de una serie de nudos y entrenudos. Los entrenudos varían en largo de acuerdo al genotipo y ambiente, generalmente son más largos en la parte superior de la planta. Cada nudo superior tiene una hoja (lámina) y una yema, la cual puede desarrollar un macollo. La hoja bandera esta empalmada en el nudo con su vaina que rodea todo el tallo. En la unión entre la lámina y la vaina se encuentran las dos aurículas y la lígula **(Olmos, 2007)**.

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

El primer macollo se desarrolla cuando la plántula tiene en unas cinco hojas (a los 15 o 20 días de la emergencia), situándose entre el tallo principal y la 2da hoja contada desde la base **(Olmos, 2007)**.

Posteriormente, cuando la 6ta hoja aparece, emerge el segundo macollo entre el tallo principal y la 3ra hoja. Los macollos que crecen desde el tallo principal se denominan macollos primarios. Estos a su vez pueden generar macollos secundarios los que a su vez también pueden producir macollos terciarios.

Los macollos permanecen adheridos a la planta pero en estadios avanzados estos pueden crecer en forma independientes porque producen su propia raíz **(Olmos, 2007)**.

En las variedades de ciclo intermedio el máximo número de macollos se logra antes de la diferenciación del primordio floral, los posteriores generalmente son infértiles. La diferenciación del primordio debe determinarse empíricamente mediante un corte de la base del tallo, donde se observa un primordio de unos 2 mm de longitud de color blanquecino.

La mayor diferencia en cuanto al ciclo de las variedades se manifiesta por la duración entre la Emergencia y el Inicio de Fase Reproductiva **(Olmos, 2007)**.

Variedades de ciclo corto:

El inicio de la fase reproductiva (inicio del primordio floral) ocurre a los 40 días de emergencia.

En las variedades de ciclo corto la diferenciación de la panoja puede ocurrir antes que se alcance el máximo número de macollos **(Olmos, 2007)**.

Variedades de ciclo intermedio:

El inicio de la fase reproductiva ocurre a los 55 días de la emergencia. En siembras entre Setiembre a Noviembre mantienen un ciclo de 120 días **(Olmos, 2007)**.

Variedades de ciclo largo:

El inicio de la fase reproductiva (inicio del primordio floral) ocurre a los 70 días de la emergencia. Por ejemplo, las variedades EPAGRI 108 y 109 que llegan a los 140 días **(Olmos, 2007)**.

2.1.1.6. Mejoramiento genético de variedades de arroz

Prácticamente desde sus inicios, el mejoramiento genético del arroz se concentró en tres aspectos fundamentales:

1) Aumentar el rendimiento, 2) incrementar la resistencia a las plagas más comunes del cultivo, y 3) mejorar la calidad molinera y culinaria del grano para satisfacer tanto los requerimientos de la industria como el gusto del consumidor final.

El mejoramiento genético de estos tres aspectos condujo a la nominación de unas cuarenta variedades utilizadas comercialmente, que en mayor o menor grado cumplieron con tales requerimientos básicos. Sin embargo, las prácticas de manejo agronómico del cultivo se han modificado sustancialmente, así como han surgido especies o variantes de plagas que han limitado la producción del cultivo del arroz en Venezuela, enmascarando la contribución del mejoramiento genético sobre el arroz cultivado en el país. La construcción de sistemas de riego, la disponibilidad de agroquímicos (fertilizantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas, etc.), algunos de ellos subsidiados, la adecuación de los momentos de siembra y aplicación de fertilizantes, la tecnificación en la preparación del suelo, densidad y forma de siembra, son solo algunas de las prácticas agronómicas que se han modificado de manera importante no solamente para el arroz, sino igualmente para otros cereales **(Pieters, Graterol, Reyes, Álvarez, & González, 2011)**.

2.1.1.7. Variedad de arroz

El Programa Nacional del Arroz del INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) desde 1971 ha entregado variedades de arroz provenientes de diferentes orígenes. Las variedades INIAP 11, INIAP 12, INIAP 14, INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18, son precoces, que

permiten sembrar bajo condiciones de riego en siembra directa, tres ciclos al año (**Landires & Márquez, 2013**).

Por otra parte, INDIA - PRONACA en Ecuador está dedicada a la importación y distribución de insumos agropecuarios y semillas, entre ellas dos variedades de arroz que son SFL09 y F-50. A continuación se detallan algunas características:

INIAP 15

Esta variedad de semilla se caracteriza por su grano largo y ciclo precoz, lo cual permite su cosecha entre 110 y 115 días en invierno, y 120 y 125 días en verano. El resultado es un grano de entre 7 y 7,2 mm de largo y de una tonalidad más clara que otras que se comercializan en el mercado (**Landires & Márquez, 2013**).

Según la comercializadora INDIA la variedad de arroz INIAP 15 presenta las siguientes características:

Cuadro 2. Descripción de la variedad de arroz INIAP 15

Detalle	Descripción
Marca	INDIA
Descripción	Semillas certificadas de arroz que tienen grano largo y un ciclo precoz
Longitud de grano	Promedio 7.2 mm (grano largo)
Métodos de siembra	Siembra voleo 100 Kg. siembra transplante 45 Kg.
Zonas de cultivo	Los Ríos, Guayas, Manabí, El Oro
Presentación	Sacos de 45 Kg
Verano	120 46 75
Tratamiento de la semilla	Fludioxinil
Tipo de siembra	Riego y seco
Almacenamiento	Sembrar dentro de los 10 días después de la compra. Mantener este producto bajo sombra y sobre pallets.
Tipo de cosecha	En Invierno: 114 días En Verano: 125 días
Invierno	143 46 75

Porcentaje de germinación Mayor a 90%

Fuente:

<http://www.pronaca.com/site/principalAgricola.jsp?arb=1099&cdgPad=26&cdgCat=7&cdgSub=8&cdgPr=735>

2.1.2. La nutrición en el cultivo de arroz

La fertilización balanceada incrementa la eficiencia del uso de nutrientes y por esta razón existe menor posibilidad de que los nutrientes se pierdan al ambiente por lixiviación o escorrentía superficial. El buen manejo de la fertilización también reduce el potencial de erosión al producir un cultivo saludable y de crecimiento vigorosos que se cierra rápidamente cubriendo y protegiendo el suelo efectivamente. Con una fertilización balanceada se produce una mayor cantidad de biomasa. La fertilización balanceada también afecta positivamente la eficiencia del uso del agua ya que se puede obtener mayor rendimiento con la misma cantidad de agua. Así un cultivo bien nutrido produce un sistema radicular extenso y saludable que es capaz de extraer agua y nutrientes más eficientemente que un cultivo deficiente en nutrientes **(Palma, 2011)**.

El factor que influye en la fertilización es la fuente del fertilizante; el comportamiento de un fertilizante orgánico e inorgánico varía tanto en características químicas como porcentajes de nitrógeno u otros elementos que posea el producto. El nitrógeno, fósforo, potasio y cinc son los elementos más frecuentes en el arroz; el azufre se usa ocasionalmente. El nitrógeno se considera el elemento nutritivo que repercute de forma más directa sobre la producción, pues aumenta el porcentaje de espiguillas rellenas, incrementa la superficie foliar y contribuye además el aumento de la calidad de granos

El nitrógeno es generalmente necesario en la mayoría de los suelos arroceros, en particular en aquellos lugares donde las variedades de arroz modernas, que muestran respuesta a este elemento, se cultivan con prácticas mejoradas de cultivo. Además, indica que, en numerosos experimentos de respuesta al nitrógeno han demostrado que la recuperación de los fertilizantes

nitrogenados aplicado al cultivo de arroz rara vez es mayor del 30 al 40%; inclusive con las mejores prácticas agronómicas y condiciones estrictamente controladas, la recuperación rara vez excede 60 de 65%.

El nitrógeno es el elemento nutritivo que está más relacionado en el incremento de la producción y la calidad al influir positivamente sobre: el crecimiento y desarrollo de la planta; la formación de la clorofila en el proceso de la fotosíntesis; el número de macollos por planta; el número de espiguillas por panícula; el contenido proteico y densidad de grano **(Palma, 2011)**.

La absorción de nitrógeno es rápida durante la primera etapa de desarrollo hasta el final de la etapa de granos pastosos y decae ligeramente durante el estado de máximo macollamiento y diferenciación. La absorción de fósforo es lenta hasta cuando se inicia primordio floral, posteriormente es un poco más rápida hasta poco después de la floración, cuando las necesidades de fósforo de la planta están satisfechas. El potasio es absorbido según el crecimiento de la planta hasta el final de la etapa lechosa del grano y luego decae **(Palma, 2011)**.

2.1.3. Bioestimulantes

Bioestimulante es un término utilizado para describir sustancias orgánicas, que cuando se aplican en pequeñas cantidades afectan el crecimiento de las plantas y su desarrollo. Los bioestimulantes pueden incluir fitohormonas, tales como giberelinas, citoquininas, ácido absicico, ácido jasmónico, auxinas, etc. **(Acuña, 2011)**.

Los bioestimulantes comercialmente disponibles son principalmente extractos de otros materiales, debido a esto, sus propiedades pueden variar ampliamente. Por ejemplo, la composición del extracto de algas es ampliamente influenciada por la especie de alga **(Acuña, 2011)**.

Las sustancias húmicas son extractos que se extraen del suelo, turba, carbón

y lignito (carbón mineral que se forma por compresión de la turba) y que se procesan para formar ácido húmico. Los ingredientes activos de estas sustancias húmicas son presumiblemente fitohormonas (**Acuña, 2011**).

2.1.3.1. Maz Raíz

Potente enraizador formulado como Líquido Soluble (LS) para aplicación foliar o radicular, que contiene orto fosfato 20%, 420 ppm de fitohormonas, aminoácidos, algas marinas y vitaminas, lo que lo convierten en un producto muy versátil, ya que puede ser aplicado en diferentes cultivos.

En Banano se recomienda especialmente luego de un tratamiento con nematicida ya que por su contenido de vitaminas, y extractos de algas ayuda a desarrollar un mejor sistema radicular, beneficia la micro fauna de los suelos y mejora el vigor y desarrollo vegetal (**NEDERAGRO, 2014**).

Cuadro 3. Composición por cada 100 gramos de muestra

Ingredientes activos	Porcentaje
Nitrógeno	9.00
Fósforo	45.00
Potasio	11.00
Magnesio	0.60
Azufre	0.80
Fitohormonas	400 ppm

Fuente: (**NEDERAGRO, 2014**)

2.1.3.2. Espigold

Fertilizante foliar líquido para aspersiones foliares o radiculares, para cualquier tipo de cultivo. Es un poderoso Bioestimulante para altos rendimientos de sus cultivos, que contiene 11,30 % de los principales aminoácidos de tipo L, lo que le proporciona ahorro de energía a la planta ya que facilita la utilización de Nitrógeno que la planta ha tomado del suelo.

Mejora los procesos de enraizamiento, floración, cuajado y llenado de frutos. Eleva la resistencia de la planta a stress de tipo bióticos o abióticos proporcionándole al vegetal tolerancia para la escases o exceso de agua, bajas temperaturas, ataque de plagas y enfermedades, auxilia a su cultivo en casos de fitotoxicidad por el uso excesivo o mal uso de algún agroquímico. Se puede aplicar en cualquier tipo de cultivo **(NEDERAGRO, 2014)**.

Cuadro 4. Composición por cada 100 gramos de muestra

Nitrógeno	9 %	Leucina	2.30 %
Alanina	1.23%	Prolina	1.57%
Arginina	2.37%	Valina	1.53%
Licina	1.23%	Total aminoácidos L	11.30%
Isoleucina	2.27%		

Fuente: **(NEDERAGRO, 2014)**.

2.1.3.3. Green master

Bioestimulante y Complejo Nutricional, activador fisiológico de alta producción para todo tipo de cultivo. Green Master es un Complejo Nutricional desarrollado para estimular las principales funciones fisiológicas en los diferentes cultivos tanto de ciclo corto, como perennes, su composición a base de macro, micro nutrientes, vitaminas, ácidos húmicos y fitohormonas de origen natural, aseguran una equilibrada distribución nutricional dentro del vegetal.

Green Master por su formulación líquida proporciona mejor absorción de nutrientes por parte del vegetal, su contenido de ácidos húmicos actúa como un quelatante natural, que asegura un buen desempeño de los macro y micro elementos traduciéndose esto en un eficiente desarrollo foliar y radicular, mejorando directamente el vigor y calidad de las cosechas. Este producto es de baja toxicidad, no es corrosivo y es biodegradable. Contribuye al desarrollo de la micro fauna benéfica de los suelos y es de fácil aplicación por los

sistemas de aspersión comúnmente usados por los agricultores (NEDERAGRO, 2014).

Cuadro 5. Composición por cada 100 gramos de muestra

Nitrógeno	7%	Citoquinina	100 ppm
Fósforo	18%	Giberelina	40 ppm
Potasio	15%	Auxinas	40 ppm
Boro	0.024%	Colina	750 ppb
Cobre	0.013%	Tiamicina	150 ppb
Hierro	0.05%	Niacina	90 ppb
Manganeso	0.018%	Ácido pantoténico	12 ppb
Magnesio	0.036%	Ácido fólico	1 ppb
Molibdeno	0.0003%	Nicotinamida	2 ppb
Zinc	0.0009%	Riboflavina	1.5 ppb
Ácidos húmicos	20%		

Fuente: (NEDERAGRO, 2014).

2.1.4. Investigaciones realizadas

En el Km. 31 de la vía Durán - Naranjal, Provincia del Guayas; se analizó las variedades de arroz 'INIAP – 15', 'INIAP – 16'; 'F – 50' y 'F – 21' con diferentes niveles de fertilización utilizando el bioestimulante orgánico Razormin; se utilizó el diseño "Bloques completos al azar" con arreglo factorial 3 x 4, cuatro repeticiones. Se evaluaron las variables: macollos y panículas/m² al momento de la cosecha, porcentaje de macollos efectivos, floración; altura de planta; longitud de panículas; granos por panículas; esterilidad de panículas; relación grano – paja; peso de 1000 granos; madurez fisiológica y rendimiento de grano.

En los resultados experimentales, se concluyó que la variedad 'F – 50' presentó mayor rendimiento de grano 9.594 Ton/ha en promedio, difiriendo

significativamente con 'F – 21', 'INIAP 15' e 'INIAP 16'. Las variedades 'INIAP 15', 'F – 21' e 'INIAP 16' rindieron en promedio 9.303; 9.297 y 9.140 Ton/ha, respectivamente; siendo iguales estadísticamente. Los niveles de fertilización influyeron significativamente en los caracteres agronómicos evaluados. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el programa nutricional para 12 Ton/ha con 10.396 Ton/ha superado en un 29.9% y 8.28% a los niveles de 8 y 10 Ton/ha, respectivamente. Las cuatro variedades ensayadas poseen un potencial de rendimiento de 10 Ton/ha. La variedad 'F – 50' alcanzó el mayor rendimiento de grano 10.805 Ton/ha con un nivel nutricional para 12 Ton/ha de rendimiento de grano. Todos los tratamientos produjeron utilidades económicas por hectárea, siendo mayor cuando se fertilizó para obtener un rendimiento de 12 Ton/ha, en las cuatro variedades ensayadas (**Palma, 2011**).

En el Km. 7 de la vía Ricaurte -Ventanas, Provincia de Los Ríos, se realizó un experimento con la variedad de arroz 'INIAP 15' con los bioestimulantes orgánicos Bio – Energía (dosis: 0.20; 0.30; 0.40 y 0.50 l/ha aplicado a los 10; 20 y 30 días después de la siembra) y Bio – Solar (dosis: 0.40; 0.60; 0.80 y 1.0 l/ha aplicado a los 15; 25; 35; 45 y 55 días después de la siembra). Además, se incluyó un testigo sin el bioestimulantes orgánico natural; dando un total de nueve tratamientos.

El diseño "Bloques completos al azar" DBCA, en cuatro repeticiones. Se evaluaron las variables: macollos y panícula/ m² al momento de la cosecha; porcentaje de macollos efectivos; floración; altura de planta al inicio de la etapa reproductiva y cosecha; longitud de panícula; granos por panícula; esterilidad de panícula; peso de 1000 granos; madurez fisiológica; relación grano – paja y rendimiento de granos. Los resultados experimentales demostraron que con el tratamiento Bio – Energía 3 l/ha, se obtuvo el mayor número de panículas, superando en un 4.74% al testigo carente del mismo. El bioestimulantes Bio – Solar en dosis de 0.8 y 1.0 l/ha, incrementaron en promedio un 8.6% el número de granos por panículas, en comparación al testigo sin bioestimulante, incidiendo en el rendimiento de grano. Los tratamientos que incluyen a los bioestimulantes orgánicos Bio – Energía y Bio

– Solar se comportaron iguales estadísticamente en los caracteres longitud de panículas y peso de 1000 granos; difiriendo con el testigo carente del bioestimulante. El Bio – Solar en dosis de 0.8 y 1.0 l/ha aplicado a los 15; 25; 35; 45 y 55 días, redujo el porcentaje de esterilidad de panículas, contribuyendo positivamente en el rendimiento de granos. Los tratamientos Bio – Solar en dosis de 1.0 y 0.8 l/ha aplicado a los 15; 25; 35; 45 y 55 días después de la siembra; se obtuvieron los mayores rendimientos de grano 8.215 y 8.13 t/ha, superando al testigo absoluto, en 17.44% y 16.22%, respectivamente. El tratamiento Bio – Solar 1.0 l/ha aplicada a los 15; 25; 35; 45 y 55 días después de la siembra, obtuvo la mayor utilidad económica marginal en comparación al testigo **(Contreras, 2009)**.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y duración de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó durante la época lluviosa en la zona de Mata de Cacao, Parroquia Febres Cordero, Cantón Babahoyo, Provincia de los Ríos; con coordenadas geográficas 01° 56' de latitud Sur y 80° 36´ de longitud Oeste, con una duración de 120 días.

3.1.2. Condiciones Meteorológicas

En el cuadro 6 se presentan las condiciones meteorológicas del lugar donde se realizó la investigación.

Cuadro 6. Condiciones meteorológicas de la zona en estudio

Parámetros	Promedios
Altitud msnm.	60
Temperatura media anual °C	25.9
Precipitación promedio anual mm.	2329.8
Humedad relativa %	83
Topografía	Plana
Textura	Arcillosa
Drenaje	Bueno
Permeabilidad	Bueno
Ph	7.1

Fuente: (INAMHI, 2013).

3.1.3. Materiales y Equipos

Los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación fueron:

Cuadro 7. Materiales y equipos

Insumos	Unidad	Cantidad
Plántulas de arroz	Plántulas	6720
Enraizantes		
Maz Raiz	Litro	0,0072
Espigolg	Litro	0,0036
Green Master	Litro	0,0072
Fertilizante edáfico		
Urea	Saco/50 Kg.	1
8-20-20	Saco/50 Kg.	0,30
Muriato de Potasio	Saco/50 Kg.	0,30
Fertilizante foliar		
Quimifol inicio	Kg.	0,20
Quimifol desarrollo	Kg.	0,40
Citokin	Litro	0,20
Insecticidas		
Clorpirifos	Litro	0,50

Curacron	Litro	0,20
Basudin	Litro	0,20
Metamidofos	Cc	0,30
Fungicidas		
Benomil	Gramos	0,30
Daconil	Kg.	0,10
Herbicidas		
Glifosatos	Litro	0,50
Chequer	Litro	0,30
Prowl	Litro	0,30
Riego		
Agua	m3	230
Regador	Jornal	8

3.2. Factores evaluados

Se estudiaron dos factores:

Factor A. Estimulantes de crecimiento (enraizadores)

Factor B. Dosis de los estimulantes de crecimiento (enraizadores).

3.3. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por la combinación de los factores ensayados, descritos a continuación:

Cuadro 8. Tratamientos

Tratamiento	Bioestimulantes orgánicos enraizadores	Dosis l/ha	Época de aplicación
T1	Maz Raiz	1	Presiembra
T2	Maz Raiz	2	Presiembra
T3	Espigold	0,5	Presiembra
T4	Espigold	1,0	Presiembra
T5	Green master	1	Presiembra

T6	Green master	2	Presiembra
T7	Testigo Absoluto		
T8	Testigo sin Bioestimulante		

3.4. Delineamiento experimental

Tipo de diseño	Bloques Completos al Azar
Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	3
Total de parcelas	24
Número de surcos por parcela	6
Longitud del surco. (m)	6
Distancia entre hileras. (m)	0.25
Distancias entre plantas. (m)	0.25
Distancia entre parcelas. (m)	0.25
Distancia entre repeticiones. (m)	1.5
Área de la parcela experimental (6m x 1.50m)m ²	9
Área útil por parcela (5m x 1m) m ²	5
Área total del ensayo (21m x 16m) m ²	336

3.5. Diseño experimental

Para el presente estudio se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con ocho tratamientos y tres repeticiones.

Se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad y el respectivo análisis estadístico.

3.5.1. Esquema del análisis de varianza

Para el análisis de la varianza ADEVA se utilizó el siguiente esquema, tal como se aprecia en el cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis de la varianza

Fuente de variación		G.L.
Repeticiones	(r-1)	2
Tratamientos	(t – 1)	7
Error experimental	(r-1) (t – 1)	14
Total	(t.r. – 1)	23

3.6. Variables estudiadas

Con la finalidad de estimar los efectos de los tratamientos, se evaluaron los datos siguientes antes de la cosecha:

3.6.1. Longitud de raíces (cm)

Este parámetro se evaluó a los 7, 15 y 25 días después de la siembra, para lo cual se tomó de la parcela útil 10 plantas al azar y se procedió a medir las raíces con la ayuda de una regla expresada en centímetros.

3.6.2. Peso de raíz húmeda (g)

A los 7, 15 y 25 días después de la siembra se evaluó esta variable utilizando una balanza gramera electrónica y fue expresada en gramos.

3.6.3. Peso de raíz seca (g)

Las mismas raíces evaluadas anteriormente fueron secadas con un crisol en estufa para determinar su peso en materia seca, se expresó en gramos.

3.6.4. Peso del área foliar (peso húmedo) (g)

Se estableció el procedimiento, utilizando un marco de 1 metro cuadrado y se procedió a pesar el área foliar.

3.6.5. Peso del área foliar (peso seco) (g)

El área foliar en base húmeda se secó y volvió a pesar para determinar su peso en seco.

3.6.6. Número de hojas

A los 7, 15 y 25 días después de la siembra se contó el número de hojas de 10 plantas al azar de la parcela útil.

3.6.7. Longitud de área foliar (cm)

Se evaluó a los 7, 15 y 25 días después de la siembra, utilizando para ello un flexómetro.

3.6.8. Altura de planta a la cosecha (cm)

Se tomaron 20 plantas al azar, se midió la altura desde la base de la planta hasta el ápice de la panícula extendida, luego se promedió. Luego en la cosecha se evaluó lo siguiente.

3.6.9. Panícula por m²

Dentro del área útil de cada parcela experimental, se lanzó al azar un cuadro de 1 m² de superficie, procediéndose a contabilizar las panículas existentes en dicha área.

3.6.10. Longitud de panícula (cm)

Se tomaron al azar de 20 panículas, procediéndose a medir la longitud desde el nudo ciliar hasta el ápice de la panícula extendida, su promedio se expresó en centímetros.

3.6.11. Número de granos por panícula

En las mismas 20 panículas que se evaluó su longitud, se contaron los granos llenos, luego se promedió.

3.6.12. Peso de 100 semillas en gramos (g)

Se tomaron 100 granos libres de daños de plagas y enfermedades por parcela experimental, procediéndose a pesar en una balanza de precisión, su peso se expresó en gramos

3.6.13. Rendimiento en Kg/ha (kg)

El rendimiento del grano estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de la parcela experimental, su peso registró al 14% de humedad y se transformó a kilogramos por hectárea. Para uniformizar los pesos, se empleó la formula siguiente:

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

Donde;

Pu = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

Ha = Humedad actual

hd = Humedad deseada

3.6.14. Análisis económico

El análisis económico del rendimiento de grano se realizó en función al costo de producción de cada tratamiento.

3.6.15. Costos

El costo de los tratamientos se lo calculó con el total de los ingresos y egresos.

a) **Utilidad**, se obtuvo con la fórmula:

$$U = IB - CT$$

IB = Ingreso bruto

CT = Costo totales

a. **Relación Beneficio/Costo**, Se obtuvo utilizando la fórmula:

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos totales}}$$

3.7. Manejo del Experimento

Durante el desarrollo del ensayo, se realizaron todas las labores y prácticas agrícolas que requirió el cultivo.

3.7.1. Análisis de suelo

Antes de la preparación del suelo se tomó una muestra compuesta del mismo, para proceder al análisis físico químico, y determinar el programa nutricional. Los resultados reflejan que las parcelas experimentales se encuentran bajas

en potasio, fósforo, zinc y azufre, con un pH de 5.3 considerado como ácido (Ver anexo 1).

3.7.2. Preparación del suelo

La preparación del terreno se realizó con un pase de arado y dos pases de rastra, luego se inundó el terreno por 24 horas procediéndose a fanguear.

3.7.3. Siembra

La siembra se realizó por medio de transplante utilizando la variedad INIAP 15de PRONACA, cuyas semillas fueron previamente tratadas con los enraizantes mencionados en el presente trabajo de investigación.

3.7.4. Riego

Se realizó por gravedad utilizando un canal con represa para mantener una lámina promedio de 10 cm de agua, una vez trasplantado del semillero al sitio definitivo, con la finalidad de mantener un control de malezas (gramíneas dicotiledóneas y especies nocivas como *Oriza spp.*) a través de la lámina de agua.

3.7.5. Fertilización

A la siembra o transplant aplicar todo el 10-30-10, zinc, cobre, manganeso, y 4 kg de borro.

Entre 15 o 20 después de la siembra, aplicar, 2 sacos de sulfato de amonio, 2 de nitrato de amonio o urea y 1 saco de potasio.

A los 30 días después de la 2da aplicación, poner 2 sacos de sulfato de amonio, 2 de nitrato de amonio o urea, 1 saco de muriato de potasio, y 2 kilogramos de borro.

También, cada 3 semanas aplicar foliares a base de micro elementos más sulfato de magnesio soluble.

3.7.6. Control fitosanitario

Cuando el cultivo tuvo 30 y 45 días de edad, se aplicó el insecticida Amulet (Fipronil) en dosis de 0.25 l/ha, para el control de *Hydrellia* y *Spodoptera frugiperda*. En la etapa reproductiva, se aplicó Endosulfan en dosis de 0.8 l/ha para el control de *Rupella albinella*.

3.7.8. Cosecha

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

CAPITULO IV
RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

4.1. Resultados

4.1.1. Longitud de raíces (cm)

Los valores promedios de longitud de raíces de la variedad de arroz 'Iniap 15', evaluados a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, se presentan en el Cuadro 1. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para los tratamientos; siendo los coeficientes de variación 9.72%, 6.92% y 10.76%, respectivamente.

En la evaluación realizada a los 7 días después de la siembra, la prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los tratamientos (T₄) Espigold 1.0l/h y (T₆) Green Master 2.0l/ha, obteniendo los mayores promedios con 8.0 y 7.67 cm respectivamente; difiriendo con los restantes tratamientos. El testigo absoluto y el tratamiento (T₁) Maz Raiz 1.0l/h, presentaron las raíces más pequeñas de 5.67cm y 5.0cm respectivamente, sin diferir estadísticamente.

A los 15 días después de la siembra, los tratamientos (T₂) Maz Raíz 2.0l/ha y (T₄) Espigold 1.0 l/ha, con promedios 10.33cm y 10.0cm respectivamente, se comportaron iguales estadísticamente, difiriendo con los restantes tratamientos. Con la evaluación a los 25 días después de la siembra, los tratamientos (T₄) Espigold 1.0l/ha y (T₆) Green Master 2.0l/ha, lograron las raíces de mayor longitud con 14.33cm y 14.0 cm en su orden, siendo iguales estadísticamente entre sí; pero diferentes a los demás tratamientos. Mientras que el tratamiento (T₇) testigo absoluto alcanzó las raíces más pequeñas con 8.67cm, difiriendo con todos los tratamientos.

Cuadro 10. Valores promedios de la longitud de raíces a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa* L.) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.

Enraizadores	Dosis l/ha	Días después de la siembra (cm)		
		7	15	25
T1 Maz Raíz	1,0	5,67 b*	9,00 abcd*	11,67 abcd*
T2 Maz Raíz	2,0	6,33 ab	10,33 a	13,33 abc
T3 Espigold	0,5	6,33 ab	9,33 abc	10,33 cd
T4 Espigold	1,0	8,00 a	10,00 ab	14,33 a
T5 Green Master	1,0	6,67 ab	8,33 bcd	10,67 bcd
T6 Green Master	2,0	7,67 a	9,00 abcd	14,00 ab
T7 Testigo absoluto		5,00 b	7,33 d	8,67 d
T8 Testigo sin estimulante enraizador		6,67 ab	8,00 cd	10,33 cd
Promedio		6,54	8,92	11,67
Coeficiente de Variación (%)		9,72	6,92	10,76

* Promedios con una misma letra en cada columna, no difirieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.2. Peso de raíces húmedas (g)

En el Cuadro 11, se reportan los pesos de raíces húmedas, evaluadas a los 7; 15 y 25 días después de la siembra. Los análisis de varianza determinaron alta significancia estadística para los tratamientos; cuyo coeficiente de variación fueron 16.38%, 17.24% y 10.67%, respectivamente.

A los 7 días después de la siembra, los tratamientos (T₄) Espigold 1.0l/ha y (T₆) Green Master 2.0l/ha, con promedios 4.33 y 3.67g respectivamente, se comportaron superiores e iguales estadísticamente; pero diferentes a los restantes tratamientos. Mientras que el tratamiento (T₇) Testigo absoluto presentó el menor peso 1.67 gramos, difiriendo significativamente con los restantes tratamientos.

En la evaluación realizada a los 15 días después de la siembra, el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha obtuvo el mayor peso 6.0 gramos; mientras que el (T₇) Testigo absoluto alcanzó el menor peso 3.0 gramos, difiriendo estadísticamente.

A los 25 días después de la siembra, el tratamiento (T₄) Espigold 1.0l/ha con un peso de 12 gramos, fue superior y diferente estadísticamente a los restantes tratamientos, luego siguieron los tratamientos (T₂) Maz Raíz 2.0l/ha; (T₁) Maz Raíz 1.0l/h y (T₃) Espigold 0.5l/ha con pesos 9.0; 8.33 y 8.33 gramos en su orden, no difirieron significativamente entre sí, pero sí con los restantes tratamientos. Cabe indicar que el tratamiento (T₇) Testigo absoluto obtuvo el menor peso 5.33 gramos.

Cuadro 11. Valores promedios del peso de raíz húmeda a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa* L.) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.

Enraizadores	Dosis l/ha	Días después de la siembra (gr)		
		7	15	25
T1 Maz Raíz	1,0	3,33 ab*	4,67 ab*	8,33 b*
T2 Maz Raíz	2,0	3,33 ab	5,00 ab	9,00 b
T3 Espigold	0,5	3,33 ab	4,67 ab	8,33 b
T4 Espigold	1,0	4,33 a	4,33 ab	12,00 a
T5 Green Master	1,0	3,33 ab	4,67 ab	6,67 bc
T6 Green Master	2,0	3,67 a	6,00 a	7,67 bc
T7 Testigo absoluto		1,67 c	3,00 b	5,33 c
T8 Testigo sin estimulante enraizador		2,00 bc	4,00 ab	7,33 bc
Promedio		3,12	4,54	8,08
Coeficiente de Variación (%)		16,38	17,24	10,67

* Promedios con una misma letra en cada columna, no difirieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.3. Peso de raíces secas (g)

Los pesos promedios de raíces secas evaluadas a los 7; 15 y 25 días después de la siembra del arroz, se registran en el Cuadro 12. Los análisis de varianza determinaron alta significancia estadística para los tratamientos; siendo los coeficiente de variación 17.78%, 16.28 y 7.50%, respectivamente.

En la evaluación realizada a los 7 días después de la siembra, el tratamiento (T₄) Espigold 1.0l/ha con peso de 3.4 gramos se comportó superior y diferente estadísticamente a los restantes tratamientos. Mientras que el tratamiento (T₇) Testigo absoluto logró el menor peso 1.37 gramos. En cambio a los 15 días después de la siembra, el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha alcanzó el mayor peso de 4.63 gramos; difiriendo estadísticamente con los demás tratamientos. Así mismo, el (T₇) Testigo absoluto fue el de menor peso 2.3 gramos.

A los 25 días después de la siembra, el tratamiento (T₄) Espigold 1.0l/ha, cm 9.17. Fue superior y diferente estadísticamente a los restantes tratamientos, luego siguieron los tratamientos (T₂) Maz Raíz 2.0l/ha y (T₃) Espigold 0.5l/ha con pesos 9.17; 6.97 y 6.67 gramos respectivamente, las dos últimos se comportaron iguales estadísticamente. El Testigo absoluto (T₇) logró el menor peso 4.17 gramos, difiriendo con todos los tratamientos ensayados.

Cuadro 12. Valores promedios del peso de raíz seca a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa L.*) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.

	Enraizadores	Dosis l/ha	Días después de la siembra (gr)		
			7	15	25
T1	Maz Raíz	1,0	2,67 ab*	3,70 ab*	6,57 bc*
T2	Maz Raíz	2,0	2,63 ab	3,93 ab	6,97 b
T3	Espigold	0,5	2,53 abc	3,73 ab	6,67 b
T4	Espigold	1,0	3,40 a	3,43 ab	9,17 a
T5	Green Master	1,0	2,67 ab	3,67 ab	5,23 cd
T6	Green Master	2,0	2,63 ab	4,63 a	6,00 bc
T7	Testigo absoluto		1,37 c	2,30 b	4,17 d
T8	Testigo sin estimulante enraizador		1,57 bc	3,20 ab	5,70 bc
Promedio			2,43	3,57	6,31
Coeficiente de Variación (%)			17,78	16,28	7,50

* Promedios con una misma letra en cada columna, no difirieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.4. Peso húmedo del área foliar (g)

En el Cuadro 13, se anotan los pesos promedios del área foliar, evaluadas a los 7; 15 y 25 días después de la siembra. Los análisis de varianza determinaron alta significancia estadística para los tratamientos; cuyos coeficientes de variación fueron 25.46%, 11.29% y 7.07%, en su orden.

En la evaluación realizada a los 7 días después de la siembra, el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha alcanzó el mayor peso húmedo 5.67 gramos; mientras que el tratamiento (T₇) Testigo absoluto fue el de menor peso 1.33 gramos, difiriendo significativamente entre sí y con los demás tratamientos ensayados; el mismo comportamiento estadístico se observó en la evaluación realizada a los 15 días después de la siembra con 7.67 g.

A los 25 días después de la siembra, el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha, obtuvo el mayor peso de 19.0 gramos; difiriendo estadísticamente con los restantes tratamientos. En cambio, el tratamiento (T₇) Testigo absoluto y (T₈) Testigo sin bioestimulante, presentaron los menores pesos de 6.33 y 9.67 gramos, respectivamente, siendo diferentes estadísticamente entre sí y con los demás tratamientos ensayados.

Cuadro 13. Valores promedios del peso húmedo del área foliar a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa L.*) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.

Enraizadores	Dosis l/ha	Días después de la siembra (gr)						
		7		15		25		
T1	Maz Raíz	1,0	2,33	cd*	4,67	bc*	11,67	de*
T2	Maz Raíz	2,0	3,00	bcd	5,67	b	13,33	cd
T3	Espigold	0,5	3,00	bcd	5,33	bc	14,67	bc
T4	Espigold	1,0	4,00	abc	6,33	ab	17,00	ab
T5	Green Master	1,0	5,00	ab	6,33	ab	16,33	ab
T6	Green Master	2,0	5,67	a	7,67	a	19,00	a
T7	Testigo absoluto		1,33	d	2,67	d	6,33	f
T8	Testigo sin estimulante enraizador		2,33	cd	3,67	cd	9,67	e
Promedio			3,33		5,29		13,50	
Coeficiente De Variación (%)			25,46		11,29		7,07	

* Promedios con una misma letra en cada columna, no difirieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.5. Peso seco del área foliar (g)

Los valores promedios del peso seco del área foliar, evaluados a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, se pueden observar en el Cuadro 14. Realizados los análisis de varianza, se reportó alta significancia estadística para los tratamientos; siendo los coeficiente de variación 24.01%, 10.4% y 8.05%, respectivamente.

A los 7 días después de la siembra, el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha con peso de 4.57 gramos, se comportó superior y diferente estadísticamente a los demás tratamientos; mientras que el tratamiento (T₇) Testigo absoluto, obtuvo el menor peso 1.03 gramos. El mismo comportamiento estadístico se observó en la evaluación realizada a los 15 días después de la siembra con 6.17g.

En la evaluación realizada a los 25 días después de la siembra, el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha, obtuvo el mayor peso de 15 gramos; mientras que los tratamientos (T₇) Testigo absoluto y (T₈) Testigo sin enraizante, lograron los menores pesos 4.87 y 7.63 gramos respectivamente; difiriendo significativamente entre sí.

Cuadro 14. Valores promedios del peso seco del área foliar a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa* L.) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.

Enraizadores	Dosis l/ha	Días después de la siembra (gr)						
		7		15		25		
T1	Maz Raíz	1,0	1,97	cd*	3,83	bc*	9,20	de*
T2	Maz Raíz	2,0	2,57	bcd	4,50	b	10,70	cd
T3	Espigold	0,5	2,57	bcd	4,27	bc	11,63	bcd
T4	Espigold	1,0	3,23	abc	5,07	ab	13,33	ab
T5	Green Master	1,0	4,10	ab	5,00	ab	13,10	abc
T6	Green Master	2,0	4,57	a	6,17	a	15,00	a
T7	Testigo absoluto		1,03	d	2,10	d	4,87	f
T8	Testigo sin estimulante enraizador		1,93	cd	3,03	cd	7,63	e
Promedio			2,74		4,24		10,68	
Coeficiente De Variación (%)			24,01		10,4		8,05	

* Promedios con una misma letra en cada columna, no difirieron significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.6. Número de hojas por planta

En el Cuadro 15, se registran los promedios del número de hojas por planta, en las evaluaciones efectuadas a los 7; 15 y 25 días después de la siembra. Los análisis de varianza determinaron alta significancia estadística para los tratamientos; cuyos coeficientes de variación fueron 8.83%, 5.58% y 5.41%, en su orden.

En la evaluación realizada a los 7 días después de la siembra, el tratamiento (T₄) Espigold 1.0l/ha alcanzó el mayor promedio 7.67 hojas por planta, luego siguió (T₆) Green Master 2.0l/ha con 7 hojas, siendo diferente estadísticamente a los restantes tratamientos. El testigo absoluto (T₈), logró el menor promedio 3.33 hojas. A los 15 días después de la siembra, el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha, con 14.67 hojas por planta, se comportó superior y diferente estadísticamente a los restantes tratamientos; mientras que (T₇) Testigo absoluto presentó el menor promedio 6.67 hojas por planta. En la evaluación realizada a los 25 días después de la siembra, el tratamiento (T₆) Green Master 2.0 l/ha, seguido de (T₅) Green Master 1.0l/ha y (T₄) Espigold 1.0 l/ha, con promedios 27.0; 26.0 y 25.33 hojas por planta, respectivamente, se comportaron superiores y diferentes estadísticamente a los restantes tratamientos. El testigo absoluto (T₇) y (T₈) Testigo sin enraizante, obtuvieron los menores promedios de con 13.0 y 18.33 hojas por planta, siendo diferentes estadísticamente entre sí y con los restantes tratamientos.

Cuadro 15. Valores promedios del número de hojas por planta, a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa L.*) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.

Enraizadores	Dosis l/ha	Días después de la siembra						
		7		15		25		
T1	Maz Raíz	1,0	4,67	cd*	9,33	de*	21,33	cd*
T2	Maz Raíz	2,0	6,00	bc	11,00	cd	24,33	abc
T3	Espigold	0,5	5,33	cd	11,00	cd	23,00	bc
T4	Espigold	1,0	7,67	a	12,67	bc	25,33	ab
T5	Green Master	1,0	5,67	bc	13,00	ab	26,00	ab
T6	Green Master	2,0	7,00	ab	14,67	a	27,00	a
T7	Testigo absoluto		3,33	e	6,67	f	13,00	e
T8	Testigo sin estimulante enraizador		4,00	de	8,00	ef	18,33	d
Promedio			5,46		10,79		22,29	
Coeficiente De Variación (%)			8,83		5,58		5,41	

* Promedios con una misma letra en cada columna, no difirieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.7. Longitud del área foliar (cm)

Los valores promedios de la longitud del área foliar evaluados a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, se reportan en el Cuadro 16. Existió alta significancia estadística para los tratamientos a los 7 y 15 días; no así a los 25 días después de la siembra; siendo los coeficientes de variación 5.35%, 6.55% y 9.91%, en respectivamente.

En la evaluación a los 7 días después de la siembra, el tratamiento (T₂) Maz Raiz 2.0l/ha, seguido de (T₁) Maz Raiz 1.0 l/ha, obtuvieron los mayores promedios con 29.33 y 28.33 cm respectivamente; difiriendo con los restantes tratamientos. Mientras que el tratamiento (T₇) Testigo absoluto logró la menor longitud de área foliar 15.67cm.

A los 15 días después de la siembra, el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha, logró la mayor longitud de área foliar con 39.67cm; mientras que el (T₇) Testigo absoluto fue el menor longitud con 25cm, difiriendo significativamente entre si y con los restantes tratamientos. En cambio, en la evaluación realizada a los 25 días después de la siembra, la prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los tratamientos; con promedios fluctuando de 32.0cm del tratamiento (T₇) Testigo absoluto a 38.67cm del tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha.

Cuadro 16. Valores promedios de la longitud del área foliar a los 7; 15 y 25 días después de la siembra, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa* L.) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.

Enraizadores	Dosis l/ha	Días después de la siembra (cm)		
		7	15	25
T1 Maz Raíz	1,0	28,33 ab*	33,33 ab*	35,00 a*
T2 Maz Raíz	2,0	29,33 a	33,67 ab	34,67 a
T3 Espigold	0,5	26,67 abc	37,00 ab	38,33 a
T4 Espigold	1,0	28,00 abc	37,33 ab	38,33 a
T5 Green Master	1,0	20,00 c	32,67 b	32,33 a
T6 Green Master	2,0	27,67 abc	39,67 a	38,67 a
T7 Testigo absoluto		15,67 d	25,00 c	32,00 a
T8 Testigo sin estimulante enraizador		25,00 bc	33,67 ab	34,33 a
Promedio		25,08	34,04	35,46
Coeficiente De Variación (%)		5,35	6,55	9,91

* Promedios con una misma letra en cada columna, no difirieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.8. Altura de planta y panículas/m² a la cosecha (cm)

Los promedios de altura de planta a la cosecha logrados por los tratamientos ensayados, se muestran en el Cuadro 8. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para los tratamientos; cuyo coeficiente de variación es 1.78%.

La prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los tratamientos que incluyen a los enraizantes, sobresaliendo el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha con plantas de 83.0cm de altura; todas ellas difirieron significativamente con los tratamientos (T₇) Testigo absoluto y (T₈) Testigo sin enraizante con promedios 67.67 y 69.33 cm respectivamente, siendo iguales estadísticamente.

En el mismo Cuadro 8, se registran los valores promedios del número de panículas/m² al momento de la cosecha; existiendo alta significancia estadística para los tratamientos. El coeficiente de variación es 11.33% el T₆ con 398.00 m.

Los tratamientos que contienen a las diferentes dosis de los productos orgánicos enraizantes, no difirieron estadísticamente entre sí, con promedios variando de 321.67 a 398.0panículas, correspondientes a los tratamientos (T₃) Espigold 0.5l/ha y (T₆) Green Master 2.0l/ha, en su orden; pero diferente con los tratamientos (T₇) Testigo absoluto y (T₈) Testigo sin enraizante con promedios 186.33 y 215.67 panículas en su orden; estos últimos se comportaron iguales estadísticamente.

Cuadro 17. Valores promedios de altura de planta y panícula/m² a la cosecha, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa L.*) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.

Enraizadores		Dosis l/ha	Altura de planta (cm)	Panícula m
T1	Maz Raíz	1,0	81,00 a*	328,00 a*
T2	Maz Raíz	2,0	81,33 a	322,00 a
T3	Espigold	0,5	79,00 a	321,67 a
T4	Espigold	1,0	82,33 a	368,33 a
T5	Green Master	1,0	81,67 a	327,00 a
T6	Green Master	2,0	83,00 a	398,00 a
T7	Testigo absoluto		67,67 b	186,33 b
T8	Testigo sin estimulante enraizador		69,33 b	215,67 b
Promedio			78,17	309,62
Coeficiente De Variación (%)			1,78	11,33

* Promedios con una misma letra en cada columna, no difirieron significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.9. Longitud de panículas y granos por panícula (g)

Los valores promedios de longitud de panículas del arroz variedad 'Iniap 15', se muestran en el Cuadro 18. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos; cuyo coeficiente de variación fue 3.26%.

El tratamiento (T₁) Maz Raiz 1.0l/ha con panículas de 25.43cm de longitud, se comportó superior y diferente estadísticamente a los demás tratamientos; mientras que el tratamiento (T₇) Testigo absoluto obtuvo las panículas de menor longitud con 19.87cm, seguido del tratamiento (T₈) Testigo sin enraizante con panículas de 20.83 cm de longitud, siendo iguales estadísticamente.

Los valores promedios del número de granos por panículas, se pueden observar en el Cuadro 9. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para los tratamientos; siendo el coeficiente de variación 7.39%.

De acuerdo a la prueba de Tukey, los tratamientos (T₂) Maz Raíz 2.0l/ha, (T₆) Green Master 2.0l/ha y (T₅) Green Master 1.0 l/ha, con promedios 145.0, 137.33 y 136.67 gramos por panícula, se comportaron superiores e iguales estadísticamente entre sí; difiriendo con los restantes tratamientos. Mientras que el (T₇) Testigo absoluto presentó el menor promedio 98.0 gramos por panícula, difiriendo estadísticamente con todos los tratamientos.

Cuadro 18. Valores promedios de longitud de panícula y grano por panícula, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa L.*) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.

Enraizadores		Dosis l/ha	Longitud de panícula (cm)	Granos por panícula
T1	Maz Raíz	1,0	25,43 a*	133,67 ab*
T2	Maz Raíz	2,0	24,90 ab	145,00 a
T3	Espigold	0,5	22,97 bc	122,33 abc
T4	Espigold	1,0	24,97 ab	125,00 ab
T5	Green Master	1,0	24,80 ab	136,67 a
T6	Green Master	2,0	25,10 ab	137,33 a
T7	Testigo absoluto		19,87 d	98,00 c
T8	Testigo sin estimulante enraizador		20,83 cd	107,67 bc
Promedio			23,61	125,71
Coeficiente de variación (%)			3,26	7,39

* Promedios con una misma letra en cada columna, no difirieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.10. Peso de 100 granos (g)

En el Cuadro 10, se registran los pesos promedios de 100 gramos obtenidos por los diferentes tratamientos ensayados. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos; cuyo coeficiente de variación fue 9.82%.

Todos los tratamientos que incluyen a los enraizantes se comportaron no iguales estadísticamente entre si; con promedios fluctuando de 3.17 a 4.0 gramos, correspondientes a los tratamientos (T₄) Espigold 1.0l/ha y (T₂) Maz Raiz 2.0l/ha; difiriendo con los tratamientos (T₇) Testigo absoluto y (T₈) Testigo sin enraizante con pesos de 2.03 y 2.5 gramos respectivamente, siendo diferentes estadísticamente.

4.1.10. Rendimiento de grano y análisis económico

Los promedios del rendimiento de grano de la variedad de arroz 'Iniap 15', se presentan en el Cuadro 10. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para los tratamientos; cuyo coeficiente de variación fue 9.87%.

El tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha obtuvo el mayor rendimiento de grano de 8177,67kg/ha; mientras que los tratamientos (T₈) Testigo sin enraizante y (T₇) Testigo absoluto, lograron los menores rendimientos de grano de 2387.67 y 6288.67 kg/ha respectivamente; difiriendo significativamente entre sí. Los restantes tratamientos que contienen los bioestimulantes enraizantes se comportaron iguales estadísticamente entre sí, con promedios oscilando de 6530.0 a 7845.33kg/ha correspondiente a los tratamientos (T₃) Espigold 0.5l/ha y (T₄) Espigold 1.0l/ha, respectivamente.

En lo que respecta al rendimiento de grano, todos los tratamientos que incluyen los bioestimulantes enraizantes, difirieron estadísticamente con el testigo sin enraizante; sobresaliendo el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha, que alcanzó un rendimiento de grano de 8177.67kg/ha; luego siguió el

tratamiento (T₄) Espigold 1.0l/ha con 7845.33kg/ha; mientras que el testigo (T₈) sin enraizante rindió 6288.67kg/ha; con incrementos del 30.04% y 29.75% respectivamente; así mismo; ambos tratamientos obtuvieron las mayores utilidades económicas de \$1211.51 y \$1121.81 por hectárea, respectivamente.

Cuadro 19. Valores promedios del peso de 100 granos y rendimiento de grano, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa* L.) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.

Enraizadores	Dosis l/ha	Peso de 100 granos (gr)	Rendimiento de grano kg/ha
T1 Maz Raíz	1,0	3,97 a*	7406,00 ab*
T2 Maz Raíz	2,0	4,00 a	7363,33 ab
T3 Espigold	0,5	3,80 a	6530,00 ab
T4 Espigold	1,0	3,17 ab	7845,33 ab
T5 Green Master	1,0	3,63 a	6759,00 ab
T6 Green Master	2,0	3,70 a	8177,67 a
T7 Testigo absoluto		2,03 c	2387,67 c
T8 Testigo sin estimulante enraizador		2,50 bc	6288,67 b
Promedio		3,35	6594,71
Coeficiente De Variación (%)		9,82	9,87

* Promedios con una misma letra en cada columna, no difirieron significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidad

Cuadro 20. Análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de los tratamientos, en la determinación de la respuesta de tres Enraizantes aplicados sobre la semilla de arroz (*Oriza sativa L.*) de la variedad INIAP 15, bajo condiciones de riego en la zona de Febres Cordero - Los Ríos.

Enraizadores	Dosis l/ha	Rendimiento en grano kg/ha	Costos variables						Costos fijos			Ingresos	Utilidad	Beneficio/costo	
			Enraizador	Semilla	Mano de obra	Fitosanitarios	Fertilización	Riego	Cosecha + transporte	Uso del terreno	Herramientas y utensilios				Costo total
T1 Maz Raíz	1	7.406,00	6,00	92,00	120,00	45,50	150,00	388,00	325,86	150,00	5,00	1.282,36	1.851,50	569,14	1,44
T2 Maz Raíz	2	7.363,33	12,00	92,00	120,00	44,80	150,00	388,00	323,99	150,00	5,00	1.285,79	1.840,83	555,04	1,43
T3 Espigold	0,5	6.530,00	7,50	92,00	120,00	47,40	150,00	388,00	287,32	150,00	5,00	1.247,22	1.632,50	385,28	1,31
T4 Espigold	1	7.845,33	15,00	92,00	120,00	48,70	150,00	388,00	325,19	150,00	5,00	1.293,89	1.961,33	667,44	1,52
T5 Green Master	1	6.759,00	12,00	92,00	120,00	49,10	150,00	388,00	297,40	150,00	5,00	1.263,50	1.689,75	426,25	1,34
T6 Green Master	2	8.177,67	24,00	92,00	120,00	48,00	150,00	388,00	399,82	150,00	5,00	1.376,82	2.044,42	667,60	1,48
T7 Testigo absoluto		2.387,67		92,00	120,00	44,00		388,00	105,06	150,00	5,00	904,06	596,92	-307,14	0,66
T8 Testigo sin estimulante enraizador		6.288,67		92,00	120,00	47,00	150,00	388,00	276,70	150,00	5,00	1.228,70	1.572,17	343,47	1,28

*Precio de arroz 0.25 ctv., el kilo

4.2. Discusión

Para efecto de investigación se comparó los resultados obtenidos con investigaciones similares realizadas.

Los tratamientos (T₄) Espigold 1.0l/ha y (T₆) Green Master 2.0l/ha, fueron superiores y diferentes estadísticamente a los restantes tratamientos; en las variables longitud de raíces, peso seco y húmedo de raíces; peso húmedo y seco de área foliar; en las evaluaciones realizadas y superaron significativamente al testigo absoluto y testigo fertilizado y sin enraizante, en los caracteres evaluados, para **NEDERAGRO (2014)** el Bioestimulante Espigold mejora los procesos de enraizamiento, floración, cuajado y llenado de frutos, mientras que para el Green Master estimula las principales funciones fisiológicas en los diferentes cultivos tanto de ciclo corto.

El tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha, obtuvo el mayor número de granos y los mayores rendimientos de grano 8177.67. Por su parte es inferior a los resultados de la investigación de **Palma (2011)** quien analizó la determinación del potencial de rendimiento de grano de las variedades de arroz `INIAP 15`, `INIAP 16`, `F - 50` y `F - 21` en presencia del bioestimulante orgánico razormin” obteniendo en promedio 9.303; 9.297 y 9.140 Ton/ha para las variedades `INIAP 15`, `F - 21` e `INIAP 16`. También es inferior a los datos reportados por **Contreras (2009)** quien evaluó la respuesta agronómica de la variedad de arroz INIAP 15 en presencia de los bioestimulantes orgánicas naturales Bio - Energía y Bio - Bio - Solar en condiciones de riego en la zona de ventanas, obteniendo en los tratamientos Bio – Solar en dosis de 1.0 y 0.8 l/ha aplicado a los 15; 25; 35; 45 y 55 días después de la siembra; los mayores rendimientos de grano 8.215 y 8.13 t/ha.

La utilidad varió de \$-307,14 del tratamiento (T₇) Testigo absoluto a \$667,60 por hectárea del tratamiento (T₄) Espigold 1.0 l/ha. El beneficio costo fue para

el mismo tratamiento con 1,52 Por su parte **Palma (2011)** manifiesta que todos los tratamientos produjeron utilidades económicas por hectárea, siendo mayor cuando se fertilizó para obtener un rendimiento de 12 Ton/ha, en las cuatro variedades ensayadas, al igual que **Contreras (2009)** quien manifiesta que el tratamiento Bio – Solar 1.0 l/ha aplicada a los 15; 25; 35; 45 y 55 días después de la siembra, obtuvo la mayor utilidad económica marginal en comparación al testigo

En base a todos los resultados expuestos se acepta la hipótesis “Con la aplicación de los enraizadores orgánicos acompañado de un equilibrado programa nutricional, se incrementaría significativamente el rendimiento de grano en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo”, puesto que quedó demostrado en los parámetros evaluados.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Con base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se expresan las conclusiones siguientes:
2. Los tratamientos (T₄) Espigold 1.0l/ha y (T₆) Green Master 2.0l/ha, en las variables longitud de raíces fue de 14.33 cm y 14.00, peso de raíz seca fue de 9.14 g y 6.00 g; y para el peso de raíz húmeda con 12.00 g y 7.67 g; peso húmedo del área foliar fue de 14.00 g y 19.00 g y para el peso seco de área foliar con 13.33 g y 15.00 g; en las evaluaciones realizadas
3. Los tratamientos (T₆) Green Master 2.0 l/ha y (T₄) Espigold 1.0l/ha, lograron el mayor número de panículas/m² con 398.00 m y 368.33 m, al momento de la cosecha,
4. El tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha, obtuvo el mayor número de granos fue de 137.33 y los mayores rendimientos de grano 8177.67 y la relación beneficio costos el mejor fue el Espigold 1.0l/ha con 1.52.
5. El tratamiento (T₈) Testigo sin enraizante superó en 3901 kg/ha al testigo (T₇) sin fertilizar y sin enraizante, debido al programa nutricional empleado en la investigación.
6. El tratamiento Espigold 1.0l/ha, presentó las raíces de mayor longitud, por consiguiente logró el mayor peso de raíces húmedas, con un promedio de 12 gramos; superando en 63.7% al testigo carente del enraizador, demostrándose el efecto beneficioso del regulador Espigold en el desarrollo y peso de las raíces.
7. Como se logró mayor peso de raíces húmedas con el tratamiento (T₄) Espigold, así mismo, se obtuvo el mayor peso de las raíces, superando en 60.87% al tratamiento testigo sin enraizador (T₈).

8. En las tres evaluaciones realizadas, se observó que el bioestimulante enraizador Green Master en dosis de 2.0l/ha, influyó en el incremento del área foliar, difiriendo significativamente con los testigos sin enraizadores; la mayor área foliar incide en el rendimiento de las cosechas.
9. Al existir mayor peso húmedo del área foliar, consecuentemente se obtuvieron mayores pesos con el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha; demostrándose el beneficio del empleo de dicho enraizador en el cultivo de arroz; podría mejorar dicho efecto con la aplicación del Espigold en dosis de 1.0l/ha, obteniéndose plantas con mayor sistema radicular y foliar, incidiendo positivamente en el rendimiento de grano.
10. Como consecuencia de un mejor sistema radicular, las plantas presentaron mayor número de hojas por planta y por ende mayor área foliar, lo cual se vio reflejada en los tratamientos (T₄) Espigold 1.0l/ha y (T₆) Green Master 2.0 l/ha, que obtuvieron 25.33 y 27.0 hojas por planta y así mismo mayor longitud de área foliar de 38.33 y 38.67cm y por ende mayor peso seco del área foliar con valores 13.33 y 15.0gramos respectivamente. Al existir un mayor número de hojas y área foliar, las plantas absorben mayor cantidad de energía lumínica, lo cual contribuye el proceso de la fotosíntesis, originando mayor acumulación de materia seca, obteniéndose mayores rendimientos de grano en dichos tratamientos.
11. Con el tratamiento (T₆) Green Master 2.0l/ha, se alcanzó el mayor número de granos por panículas con 136.67, mientras que el testigo sin enraizante (T₈), logró 107.67 gramos, existiendo una diferencia de 29 gramos, que responde a un incremento del 26.93%, ratificándose los beneficios que se logran con el uso de los enraizantes en el cultivo de arroz.

12. Los tratamientos (T₆) Green Master 2.0 l/ha y (T₄) Espigold 1.0l/ha, lograron el mayor número de panículas/m² al momento de la cosecha, difiriendo significativamente con el testigo sin enraizante.

5.2 Recomendaciones

Analizadas las conclusiones se recomienda:

1. Emplear de la variedad de arroz 'INIAP 15' en siembras comerciales, debido a su buen comportamiento agronómico y capacidad productiva de grano.
2. Aplicar en presiembra del enraizante Green Master en dosis de 2.0l/ha y Espigold en dosis de 1.0l/ha
3. Continuar la investigación ensayando diferentes productos orgánicos enraizantes en varios tipos de suelos, métodos de siembra y cultivos.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

- Acuña, A. (11 de Abril de 2011). ¿Qué son los biostimulantes?: Globalcesped.org. Obtenido de <http://globalcesped.org/http://globalcesped.org/noticias-mainmenu-2/los-suelos/495-ique-son-los-bioestimulantes>
- Contreras, E. (2009). Respuesta agronómica de la variedad de arroz INIAP 15 en presencia de los bioestimulantes orgánicas naturales Bio - Energía y Bio - Bio - Solar en condiciones de riego en la zona de ventanas. Babahoyo: Universidad Técnica De Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pág. 125.
- Gonzales, J. (2005). El arroz en las marismas del Guadalquivir. (U. d. Sevilla, Ed.) Sevilla, España. Pág. 265
- INAMHI. (2013). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Tabla Meteorológica del Cantón Babahoyo: www.inamhi.gob.ec. Obtenido de www.inamhi.gob.ec: www.inamhi.gob.ec
- INEC. (11 de Mayo de 2011). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Sistema agroalimentario del arroz: inec.gob.ec. Recuperado el 08 de Noviembre de 2014, de www.inec.gob.ec: <http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Arroz.pdf>
- INIAP. (2007). Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias. Manual del cultivo de arroz. Segunda Edición. Guayas - Ecuador: Editorial Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Landires, D., & Márquez, G. (2013). Variedades de arroz. Análisis del Contenido Amilosa - Amilopectina en seis Variedades de Arroz Ecuatoriano. Guayaquil, Guayas, Ecuador: ESCUELA SUPERIOR

NEDERAGRO. (2014). Disponible en: Espigold: www.nederagro.com.
Obtenido de www.nederagro.com:
www.nederagro.com/index.php?option=com_content...id...

NEDERAGRO. (2014). Green Master: www.nederagro.com. Obtenido de
www.nederagro.com:
www.nederagro.com/index.php?option=com_content...id...

NEDERAGRO. (2014). MAZ RAÍZ: NEDERAGRO. Obtenido de
www.nederagro.com:
www.nederagro.com/index.php?option=com_content...raiz

Olmos, S. (01 de Marzo de 2007). Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz: acpaarrozcorrientes.org.ar. Recuperado el 10 de Noviembre de 2014, de <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/>:
<http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>

Ortiz, A., & Soliz, L. (2007). El arroz (Ilustrada ed.). (CIPCA, Ed.) La Paz, Bolivia: Centro de Investigacion y Promocion del Campesino.

Palma, O. (2011). Determinación del potencial de rendimiento de grano de las variedades de arroz `INIAP 15´, `INIAP 16´, `F - 50´ Y `F - 21´ En presencia del bioestimulante orgánico razormin". Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería agronómica.

Pieters, A., Graterol, E., Reyes, E., Álvarez, R., & González, A. (2011).
Cincuenta años de mejoramiento genético del arroz en Venezuela.
¿Qué se ha logrado? *Interciencia* 36 (12), 944.

CAPITULO VII
ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS

"SALBRA"

Malecón y primero de Agosto. Cantón Mocache, Provincia Los Ríos

Tel. 05 2 707012, Cel. 088986645

RUC. 0200656999001

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELO

PROPIETARIO			NOMBRE DE LA HDA: BELLA VISTA				FECHA ENTREGA:			CULTIVO:			
Sr. Rodrigo Dávila			Parroquia: Febres Cordero, Cantón Babahoyo, Provincia Los Ríos				07 de Septiembre del 2013			Arroz a sembrarse Al Trasplante			
Identificación de la muestra	%	pH	meq/100g de suelo				mg/kg (ppm)						
	MO		K	Ca	Mg	CIC	P	N	S	Zn	Cu	Fe	Mn
Muestra 1	1.1 B	5.3 Ac	0.19 B	13 A	4.6 A	17.8	8.4 B	0.03 B	5.1 B	2.4 B	11 A	346 A	9.1 M
Contenido de nutrientes en kg/ha													
			148.6	5200	1104		16.8	0.06	10.2	4.8	22	692	18.2
Requerimientos del cultivo en kg/ha													
			315	4000	576	+15	30	120	24	14	9	100	30

Significado:

A= Alto, M= Medio, B= Bajo
 N= Neutro, Ac= Acido, Al= Alcalino
 M Ac= Medianamente acido, L Ac = Ligmt. Acido
 M Al= Medianamente alcalino

Extractante y Método utilizado:

Nutrientes: Bicarbonato de sodio pH 8.5
 MO: Dicromato de potasio.
 pH: Relación suelo agua 1:2,5

TEXTURA, CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, DENSIDAD Y POROSIDAD DEL SUELO

Identificación de la muestra	Partículas del suelo (%)			Clase Textural	Boro (ppm)	Cond. Eléctrica (mmhos/cm ²)
	Arena	Arcilla	Limo			
Muestra 1	38	28	34	Franco-arcilloso	17 B	0.06 N

Textura = Dispersante utilizado: Hexametáfosfato de sodio más carbonato de sodio

Da= Método del Hoyo,

Dr.= Método del Picnómetro,

CE= Relación suelo agua 1: 2,5

N= Normal

Ing. Agr. Mg. Sc. Javier Saltes Moncayo
 Responsable

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS

"SALBRA"

Malecón y primero de Agosto. Mocache Prov. Los Ríos. Telf. 05 2 707012, 088986645

RUC: 020065699001

Para: Ing. Rodrigo Dávila.
De: Mg. Javier Saltos Moncayo.
Asunto: Informe de resultados

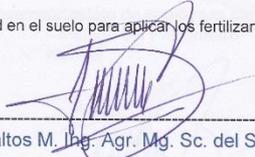
A continuación, sírvase encontrar el reporte de los resultados del análisis de suelos hojas, y las recomendaciones que se sugiere aplicar en el cultivo de arroz.

Fertilizante a aplicar	Cantidad de fertilizante aplicar	Cantidad y Forma de aplicar el fertilizante	Cantidad y forma de aplicar el fertilizante.
10-30-10	1.5 sacos/ha	A la siembra o transplant aplicar todo el 10-30-10, zinc, cobre, manganeso, y 4 kg de boro.	Todos estos fertilizantes mezclar al momento de aplicar
Sulfato de Amonio	4 saco/ha	Entre 15 o 20 despues de la siembra, aplicar, 2 sacos de sulfato de amonio, 2 de nitrato de amonio o urea y 1 saco de potasio.	
Muriato de potasio	2.0 sacos/ha	A los 30 días después de la 2da aplicación, poner 2 sacos de sulfato de amonio, 2 de nitrato de amonio o urea, 1 saco de muriato de potasio, y 2 kilogramos de boro	
Bórax	6 kg/ha	También, cada 3 semanas aplicar foliares a base de micro elementos más sulfato de magnesio soluble.	
Sulfato de zinc	6 kg/ha		
Sulfato de manganeso	3 kg/ha		
Sulfato de cobre	2 kg/ha		
Nitrato de Amonio o Urea	4 sacos/ha		

Nota
.No se debe guardar la mezcla para el siguiente día o semana
Prepara solo la cantidad requerida para usar en el día.

Nota. Debe haber suficiente humedad en el suelo para aplicar los fertilizantes

Atentamente.


Javier Saltos M. Ing. Agr. Mg. Sc. del Suelo

Anexo 2. Fotografías de la investigación



Figura 1. Nivelación de campo



Figura 2. Semilla pre germinada



Figura 3. Semillero



Figura 4. Semillero para el trasplante



Figura 5. Trasplantando la semilla en la parcela experimental



Figura 6. Visita del tutor



Figura 7 Toma de datos de peso de masa radicular (15 días)



Figura 8. Control fitosanitario



Figura 9. Letrero de identificación de la investigación



Figura 10. Medición de altura de planta



Figura 11. Medición de largo de panícula



Figura 12. Visita del tutor y datos tomados del cultivo

Anexo 3. Resultados del análisis de varianza

Cuadro 21. Análisis de varianza de la longitud de raíces a los 7 días después de la siembra

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	0,333333	0,166667	0,4118	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	19,958333	2,851190	7,0441	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	5,666667	0,404762				
Total	23	25,958333					

Cuadro 22. Análisis de varianza de la longitud de raíces a los 15 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	1,333333	0,666667	1,7500	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	21,166667	3,023810	7,9375	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	5,333333	0,380952				
Total	23	27,833333					

Cuadro 23. Análisis de varianza de la longitud de raíces a los 25 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	0,583333	0,291667	0,1849	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	86,666667	12,380952	7,8491	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	22,083333	1,577381				
Total	23	109,333333					

Cuadro 24. Análisis de varianza del peso de raíz húmeda a los 7 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	1,000000	0,500000	1,9091	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	15,958333	2,279762	8,7045	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	3,666667	0,261905				
Total	23	20,625000					

Cuadro 25. Análisis de varianza del peso de raíz húmeda a los 15 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	0,083333	0,041667	0,0680	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	15,291667	2,184524	3,5631	*	2,76	4,28
Error Exp.	14	8,583333	0,613095				
Total	23	23,958333					

Cuadro 26. Análisis de varianza del peso de raíz húmeda a los 25 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	1,583333	0,791667	1,0640	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	79,833333	11,404762	15,328	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	10,416667	0,744048				
Total	23	91,833333					

Cuadro 27. Análisis de varianza del peso de raíz seca a los 7 días después de la siembra

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	0,805833	0,402917	2,1523	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	9,066667	1,295238	6,9189	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	2,620833	0,187202				
Total	23	12,493333					

Cuadro 28. Análisis de varianza del peso de raíz seca a los 15 días después de la siembra

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	0,092500	0,046250	0,1366	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	9,251667	1,321667	3,9030	*	2,76	4,28
Error Exp.	14	4,740833	0,338631				
Total	23	14,085000					

Cuadro 29. Análisis de varianza del peso de raíz seca a los 25 días después de la siembra

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	0,303333	0,151667	0,6769	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	45,018333	6,431190	28,7046	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	3,136667	0,224048				
Total	23	48,458333					

Cuadro 30. Análisis de varianza del peso húmedo del área foliar a los 7 días después de la siembra

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	0,583333	0,291667	0,4050	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	44,666667	6,380952	8,8595	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	10,083333	0,720238				
Total	23	55,333333					

Cuadro 31. Análisis de varianza del peso húmedo del área foliar a los 15 días después de la siembra

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	0,333333	0,166667	0,4667	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	53,625000	7,660714	21,4500	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	5,000000	0,357143				
Total	23	58,958333					

Cuadro 32. Análisis de varianza del peso húmedo del área foliar a los 25 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	15,250000	7,625000	8,3725	**	3,74	6,51
Tratamientos	7	364,000000	52,000000	57,0980	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	12,750000	0,910714				
Total	23	392,000000					

Cuadro 33. Análisis de varianza del peso seco del área foliar a los 7 días después de la siembra

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	0,140833	0,070417	0,1620	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	28,952917	4,136131	9,5149	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	6,085833	0,434702				
Total	23	35,179583					

Cuadro 34. Análisis de varianza del peso seco del área foliar a los 15 días después de la siembra

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	0,040833	0,020417	0,1046	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	33,726250	4,818036	24,6853	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	2,732500	0,195179				
Total	23	36,499583					

Cuadro 35. Análisis de varianza del peso seco del área foliar a los 25 días después de la siembra

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	7,903333	3,951667	5,3384	*	3,74	6,51
Tratamientos	7	233,206667	33,315238	45,0061	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	10,363333	0,740238				
Total	23	251,473333					

Cuadro 36. Análisis de varianza del número de hojas por planta a los 7 días después de la siembra

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	2,083333	1,041667	4,4872	*	3,74	6,51
Tratamientos	7	44,625000	6,375000	27,4615	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	3,250000	0,232143				
Total	23	49,958333					

Cuadro 37. Análisis de varianza del número de hojas por planta a los 15 días después de la siembra

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	5,583333	2,791667	7,6885	**	3,74	6,51
Tratamientos	7	151,291667	21,613095	59,5246	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	5,083333	0,363095				
Total	23	161,958333					

Cuadro 38. Análisis de datos del número de hojas por planta a los 25 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	6,333333	3,166667	2,1803	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	458,291667	65,470238	45,0779	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	20,333333	1,452381				
Total	23	484,958333					

Cuadro 39. Análisis de varianza de la longitud del área foliar a los 7 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	16,083333	8,041667	4,4587 *		3,74	6,51
Tratamientos	7	482,500000	68,928571	38,2178 **		2,76	4,28
Error Exp.	14	25,250000	1,803571				
Total	23	523,833333					

Cuadro 40. Análisis de varianza de la longitud del área foliar a los 15 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	26,333333	13,166667	2,6459 NS		3,74	6,51
Tratamientos	7	406,958333	58,136905	11,6830 **		2,76	4,28
Error Exp.	14	69,666667	4,976190				
Total	23	502,958333					

Cuadro 41. Análisis de varianza de la longitud del área a los 25 días después de la siembra.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	25,083333	12,541667	1,0154 NS		3,74	6,51
Tratamientos	7	151,958333	21,708333	1,7576 NS		2,76	4,28
Error Exp.	14	172,916667	12,351190				
Total	23	349,958333					

Cuadro 42. Análisis de varianza de datos de altura de planta

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	8,083333	4,041667	2,0765	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	780,000000	111,42857	57,2477	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	27,250000	1,946429				
Total	23	815,333333					

Cuadro 43. Análisis de varianza de datos de panícula/m² a la cosecha

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	1095,2500	547,6250	0,4446	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	110072,9583	15724,7083	12,7670	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	17243,4167	1231,6726				
Total	23	128411,6250					

Cuadro 44. Análisis de varianza de datos de longitud de panícula

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	1,230833	0,615417	1,0402	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	97,805000	13,972143	23,6173	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	8,282500	0,591607				
Total	23	107,318333					

Cuadro 45. Análisis de varianza de datos de grano por panícula

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	606,083333	303,041667	3,5084	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	5387,625000	769,660714	8,9107	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	1209,250000	86,375000				
Total	23	7202,958333					

Cuadro 46. Análisis de varianza de datos del peso de 100 granos

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	0,932500	0,466250	4,3110	*	3,74	6,51
Tratamientos	7	11,093333	1,584762	14,6527	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	1,514167	0,108155				
Total	23	13,540000					

Cuadro 47. Análisis de varianza de datos del rendimiento

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F.C		0,05	0,02
Repeticiones	2	764623,083	382311,542	0,9029	NS	3,74	6,51
Tratamientos	7	69428515,625	9918359,375	23,4240	**	2,76	4,28
Error Exp.	14	5927974,250	423426,732				
Total	23	76121112,958					