UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TESIS

EFECTO DE TRES BIOESTIMULANTES Y TRES DOSIS EN EL RENDIMIENTO DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.), CV. LA ESPERANZA EN TOCACHE.

Para obtener el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por

JUAN LUIS SINARAHUA MACEDO

Tingo María – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA
Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"Año del dialogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 002-2018-FA-UNAS

BACHILLER	:	**SINARAHUA MACEDO, Juan Luis**
TÍTULO	:	**"EFECTO DE TRES BIOESTIMULANTES Y TRES DOSIS EN EL RENDIMIENTO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), VARIEDAD LA ESPERANZA EN TOCACHE – SAN MARTÍN"**
JURADO CALIFICADOR		
PRESIDENTE	:	ING. M.SC. Fernando S. Gonzales Huiman
VOCAL	:	ING. Manuel T. Viera Huiman
VOCAL	:	ING. Jorge Cerón Chávez
ASESOR	:	ING. Carlos M. Miranda Armas
FECHA DE SUSTENTACIÓN	:	11 DE ENERO DE 2018
HORA DE SUSTENTACIÓN	:	09:15 A.M.
LUGAR DE SUSTENTACIÓN	:	SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
CALIFICATIVO	:	MUY BUENO
RESULTADO	:	APROBADO
OBSERVACIONES A LA TESIS	:	EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 11 DE ENERO DE 2018.

ING. M.SC. Fernando S. Gonzales Huiman
PRESIDENTE

ING. Manuel T. Viera Huiman
VOCAL

ING. Jorge Cerón Chávez
VOCAL

ING. Carlos M. Miranda Armas
ASESOR

Scanned with CamScanner

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO
INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISTA

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad	**:** Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	**:** Facultad de Agronomía
Título de Tesis	**:** Efecto de tres bioestimulantes y tres dosis en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.), cv. La esperanza en Tocache.
Autor	**:** Juan Luis Sinarahua Macedo
Asesor de Tesis	**:** Ing. Carlos Miguel Miranda Armas
Escuela Profesional	**:** Agronomía
Programa de Investigación	**:** Cultivos Alimenticios
Línea (s) de Investigación	**:** Manejo Agronómico
Eje temático de investigación	**:** Sistemas producción de base agroecológica
Lugar de Ejecución	**:** Tocache, San Martín
Duración	**: Fecha de Inicio :** Julio del 2015
	: Término : Diciembre del 2015
Financiamiento	**:** S/. 2500
	FEDU : No
	Propio : Sl
	Otros : No

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza suficiente en todo momento, que no permitió que me echase para atrás durante mi formación como profesional, porque la Biblia dice: «Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente, no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo donde quiera que vayas».

A mis padres, quienes me educaron con amor, comprensión y siempre animándome a seguir adelante.

A mis queridos hermanos Elías David, Marco Antonio y Doris Margarita, quienes han sido el motivo para seguir adelante en mi formación profesional. Mi mayor deseo para cada uno de ellos, es que lleguen culminar una carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por su apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.

Al los miembros del jurado de tesis: Ing. M. Sc. Fernando Gonzáles Huíman, Ing. Manuel Tito Viera Huíman e Ing. Jorge Cerón Chávez.

Al Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, asesor de la presente tesis, por su apoyo en el proyecto, ejecución y culminación.

A la padres por ayudarme emocional y económicamente durante el tiempo de mi preparación. La mejor herencia que puede dar un padre a los hijos es una profesión.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

I. INTRODUCCIÓN 9

II. REVISIÓN DE LITERATURA 11

2.1. Origen 11

2.2. Taxonomía 11

2.3. Morfología 12

2.4. Fenología o fases de la planta de arroz 15

2.5. Registros climáticos 20

2.6. Elementos esenciales para el arroz 22

2.7. Reguladores de crecimiento empleados en el arroz 28

2.8. Bioestimulantes 29

2.9. Características de los bioestimulantes utilizados 30

2.10. Características de la variedad La Esperanza 37

2.11. Antecedentes 38

III. MATERIALES Y MÉTODOS 40

3.1. Campo experimental 40

3.2. Componentes en estudio 42

3.3. Tratamientos en estudio 43

3.4. Diseño experimental 43

3.5. Características del campo experimental 44

3.6. Ejecución el experimento 45

3.7. Características a evaluar 51

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 54

4.1. Del mejor bioestimulante y dosis en el rendimiento del cultivo de arroz 54
4.2. Del análisis económico de los tratamientos en estudio 70
V. CONCLUSIONES 72
VI. RECOMENDACIONES 73
VII. RESUMEN 74
ABSTRACT 75
VIII. BIBLIOGRAFÍA 76
IX. ANEXO 83

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

1. Composición del bioestimulante Orgabiol®. 31
2. Uso del bioestimulante Orgabiol® en aplicaciones foliares. 31
3. Composición del bioestimulante Stimplex® - G según Química Suiza. 34
4. Uso del bioestimulante Stimplex® - G en aplicaciones foliares 35
5. Uso del bioestimulante Biozyme® TF en aplicaciones foliares..... 36
6. Descripción varietal del arroz INIA 509 “La Esperanza”. 37
7. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento correspondiente al periodo, julio a diciembre de 2015. 41
8. Análisis físico - químico del suelo experimental..... 42
9. Descripción de los tratamientos en estudio. 43
10. Análisis de varianza en diseño bloques completos al azar, cuadrados medios y significación 44
11. Análisis de varianza de la altura de la planta de arroz a los 25, 50 y 75 días después del trasplante. 54
12. Comparación de medias de Duncan (α= 0.05) de altura de planta de arroz a los 25, 50 y 75 días después del trasplante..... 55
13. Análisis de varianza del número de macollos por metro cuadrado de arroz a los 120 días después del trasplante. 57
14. Comparación de medias de Duncan (α= 0.05) del número de macollos por metro cuadrado del cultivo de arroz a los 120 días después de la siembra..... 57
15. Análisis de varianza del número de panojas por metro cuadrado. 60

16. Comparación de medias de Duncan (α = 0.05) del número de panojas por metro cuadrado. 61
17. Análisis de varianza del número de espiguillas por panoja del arroz.... 62
18. Comparación de medias de Duncan (α = 0.05) del número de espigillas por panoja. 62
19. Análisis de varianza de 1000 granos de arroz al 14% de humedad. 64
20. Comparación de medias de Duncan (α = 0.05) de 1000 granos de arroz. 65
21. Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de arroz. 67
22. Comparación de medias de Duncan (α = 0.05) del rendimiento de arroz. 67
23. Análisis económico de los tratamientos en estudio. 71
24. Altura de la planta (cm) de arroz a los 25 días después del trasplante. 84
25. Altura de la planta de arroz (cm) a los 50 días después del trasplante. 84
26. Altura de la planta de arroz (cm) a los 75 días después del trasplante. 84
27. Número de macollos por metro cuadrado a los 120 días después trasplante. 85
28. Número de panojas por metro cuadrado del cultivo de arroz..... 85
29. Número de espiguillas por panojas del cultivo de arroz..... 85
30. Peso de 1000 granos (g) de arroz al 14 % de humedad. 86
31. Rendimiento (kg/ha) del cultivo de arroz. 86

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

1. Altura de planta de arroz variedad la Esperanza a los 25, 50 y 75 días después de la trasplante. 57
2. Número de macollos por metro cuadrado a los 120 días después del trasplante. 58
3. Panojas por metro cuadrado de arroz. 66
4. Espiguillas por panoja del cultivo de arroz. 63
5. Peso de 1000 granos (g) al 14 % de humedad. 68
6. Rendimiento del cultivo de arroz en kilogramos por hectárea. 71
7. Croquis del campo experimental 90
8. Parcela experimental 90
9. Preparación el terreno 91
10. Siembra de la semilla de arroz (almacigo) 91
11. Trasplante del arroz en campo definitivo 92
12. Fertilización del almácigo 92
13. Saca de plántulas en el almácigo 93
14. Demarcación del campo experimental 93
15. Cosecha del arroz 94

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es el cereal más cultivado y consumido en el mundo por encima del maíz y el trigo, por lo que su demanda aumenta cada día, esto debido al crecimiento de la población mundial; es decir que se constituye en uno de los cultivos más importante desde la perspectiva de la alimentación, hecho que es corroborado por SENNOVA (2018), quien estima que para el año 2025 el mundo requerirá 400 millones de toneladas adicionales de arroz para suplir la demanda.

Uno de los factores limitantes en la producción de arroz en la provincia de Tocache es la temperatura (PINEDO, 2013), ya que según la Estación Meteorológica de Tocache, la temperatura media fue de 25.9 ºC, el cual supera a la temperatura optima de la fase de maduración que esta entre 20 y 23 ºC, las cuales afectan el llenado de granos y peso que son variables que determinan el rendimiento del cultivo de arroz. Una de las opciones más factibles para reducir el efecto del clima e incrementar el rendimiento es la aplicación de bioestimulantes, esto con la finalidad de mejorar los procesos fisiológicos y así, mejorar la eficiencia de la tecnología usada en la producción de arroz. De acuerdo con JORQUERA y YURI (2006), indican “que los bioestimulantes pueden estar compuestos en base a hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, como aminoácidos y ácidos orgánicos, los cuales son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento en las plantas, así como para sobrellevar periodos de estrés, actuando sobre algún proceso fisiológico vital, a muy baja dosis que permitan una mayor productividad y por ende un mayor ingreso económico al agricultor arrocero”.

El cultivo de arroz expresa un potencial productivo en base a la aplicación obligatoria de macronutriente y micronutrientes en sus diversas formulaciones y presentaciones, últimamente en la Provincia de Tocache vienen aplicando bioestimulantes por muchas recomendaciones con la finalidad de incrementar los rendimientos por hectárea, ante esta problemática nace la necesidad de comparar la aplicación de tres bioestimulantes a tres diferentes dosis.

Por lo indicado en párrafos anteriores se plantea la siguiente hipótesis, donde la aplicación de diferentes dosis de bioestimulantes incrementa los rendimientos en el cultivo de arroz variedad. Los objetivos de esta investigación son los siguientes:

Objetivo general

1. Evaluar el mejor bioestimulante en diferentes dosis en el rendimiento del cultivo de arroz.

Objetivos específicos

1. Determinar el mejor bioestimulante y dosis en el rendimiento del cultivo de arroz variedad La Esperanza.
2. Realizar el análisis económico de los tratamientos en base a las diferentes dosis de aplicación de los bioestimulantes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen

Según GONZÁLES *et al*. (1985), señala “que la planta de arroz es originaria de China, en los valles fértiles del río Huang Ho y del Yang-Tse Kiang, antes del siglo XV a.c. Ahora se sabe que el arroz se cultiva en Hunan desde los años 8,200 - 7,800 a.c., gracias a los resultados del análisis con carbono 14 que realizaron en un grano de arroz en cuencos descubiertos en las excavaciones situadas en Pengtou Xiang, se remonta desde 3000 años antes de Cristo”.

De acuerdo con INRRA (2009), menciona “que los parientes salvajes y las especies de cultivo en tres categorías atendiendo a las barreras de aislamiento y la facilidad de transferir genes a las especies cultivadas. Esto es un concepto muy útil para los mejoradores. En *Oryza*, sin embargo, la esterilidad de la F1 y otras disfunciones ocurren independientes de la distancia genética y la distinción entre las categorías no está siempre clara”.

Para el CIAT, (2005), “el cultivo del arroz comenzó aproximadamente unos 10,000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical; sin embargo, posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz, debido a que en ella abundaban los arroces silvestres; pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China”.

2.2. Taxonomía

Según LU (2004), para el arroz menciona la siguiente taxonomía:

Reino: Vegetal

División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideas
Tribu:	Oryzae
Subtribu:	Oryzineas
Género:	*Oryza*
Especie:	*Oryza sativa* L.

2.3. Morfología

2.3.1. Órganos vegetativos

A. Raíz

EIA (2008) citado por GÓMEZ (2012), menciona “que la raíz es el órgano que conforma la parte subterránea de la planta, cumpliendo las funciones de absorción de agua, nutrientes y anclaje de la planta; además durante el proceso de germinación, se forma a partir del grano, una pequeña raíz poco ramificada, a la cual se le denomina raíz seminal o temporal, esta sobrevive un corto periodo, para dar lugar a la formación entre los nudos subterráneos de los tallos jóvenes, de las raíces secundarias, adventicias o permanentes”. La planta de arroz durante su desarrollo tiene dos clases de raíces, las seminales o temporales y, adventicias o permanentes (INTA, 2012).

B. Tallo

Según OLMOS (2007), indica “que 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". Para el EIA (2008), "a partir de cada nudo se forma una hoja, la cual por medio de la vaina envuelve completamente el entrenudo superior. Además, también se forma una yema entre el nudo y la base de la vaina de la hoja, que puede dar origen a una macolla o tallo secundario". El EIA (2008) citado por GÓMEZ (2012), dice "que en general el número total de macollos, así como el número y la longitud de los entrenudos sirven para reconocer variedades, no obstante pueden variar de acuerdo a la interacción genotipo ambientes; en una misma condición, estos valores son constantes."

C. Hoja

De acuerdo con el EIA (2008) citado por GÓMEZ (2012), "la hoja es el principal órgano fotosintéticamente activo de una planta de arroz; además, se caracterizan por estar distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo. Están formadas por la lámina, cuello y vaina, cuya base se localiza en nudo y cubre el entrenudo superior. La lámina, es una estructura de lineal, alargada y angosta, en la cara superior presenta venas paralelas y una nervadura central conformando el sistema vascular". El CIAT (2005), describe "que en la unión de la vaina con la lámina (el cuello), se encuentran la lígula y las aurículas; es decir que la primera, es una estructura triangular apergaminada o membranosa que aparece como una prolongación de la vaina, la segunda (las aurículas), corresponden a un par de apéndices en forma de hoz y con pequeños dientes en la parte convexa". Según el INTA (2012), detalla "que en la parte superior del tallo, donde se forma la panícula, se encuentra la hoja bandera, que es más corta y ancha que el resto de las hojas. Esta hoja es el principal suministro de fotosintatos empleados en la formación,

crecimiento y tamaño de los granos; además, esta correlacionado con la fertilización nitrogenada”.

D. Órganos reproductivos

a. Inflorescencia

El CIAT (2005), señala “que las flores de la planta de arroz, están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula, la cual se encuentra ubicada a partir del último nudo del tallo o nudo ciliar (llamado así por su semejanza a un aro ciliado). Este carece de hojas y yemas, no obstante, a partir de este se pueden formar la primera o las cuatro primeras ramificaciones de la panícula. Para el EIA (2008) citado por GÓMEZ (2012), el eje principal de la panícula, denominado raquis está constituido al igual que el tallo de nudos y entrenudos. A partir de los nudos, se forman las ramificaciones en pares o individuales, las cuales a su vez dan origen a ramificaciones secundarias y de estas brotan las espiguillas”.

b. Grano

El CIAT (2005), reporta “que la semilla de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente. Consta de la cascara formada por la lemma y la palea con sus estructuras asociadas, lemmas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, situado en el lado ventral de la semilla cerca al lemma, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación. El embrión consta de la plúmula u hojas embrionarias y la radícula o raíz embrionaria primaria. La plúmula está cubierta por el coleóptilo, y la radícula está envuelta por la coleorriza”.

2.4. Fenología o fases de la planta de arroz

2.4.1. Fase vegetativa

Para DICTA (2003), “la fase vegetativa por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Va desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral; en esta fase las variedades se diferencian unas de otras, según sea la precocidad o tardanza para alcanzar su respectivo ciclo de cultivo. En la fase vegetativa es cuando se determina en gran parte el número de espigas por planta por unidad de superficie, debido principalmente al macollamiento de las plantas”. El DICTA (2003), reporta las siguientes etapas para la fase vegetativa:

A. Etapa 0: Germinación o emergencia

Según EIA (2008) citado por GÓMEZ (2012), “el proceso de germinación inicia con la absorción de agua e intercambio gaseoso. Al proceso de absorción de agua se le llama imbibición, el cual ocurre en las primeras 18 horas. Cuando el contenido de agua de la semilla aumentado en un 25 a 35 %, se inicia el proceso de activación que es caracterizado por una serie de cambios metabólicos que al final dan con la aparición de la punta blanca del coleóptilo y seguidamente, el coleóptilo emerge y aparece la primera hoja”. La germinación es desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja por parte del coleóptilo; la duración de cinco a diez días (MOQUETE, 2010).

B. Etapa 1: Plántula

GONZÁLEZ y ZAMORANO (2009), reportan “que la etapa vegetativa 1 se inicia en la emergencia y finaliza inmediatamente antes de aparecer el primer macollo. Hasta que se forma la tercera hoja en la planta, esta

se alimenta de las reservas contenidas en el endospermo y cuando se produce la cuarta hoja, la planta inicia con el proceso fotosintético, con la absorción de nutrientes y se independiza de la semilla. A partir de aquí en adelante, la acumulación de materia seca en la planta ocurre rápidamente".

C. Etapa 2: Macollamiento

Según UNNE (2007), señala que "el macollamiento comprende desde la aparición del primer hijo, hasta que la planta alcanza el máximo de estos. Es la etapa más larga ya que tarda de 45 - 50 días en variedades tempranas. El primer hijo, por lo general se desarrolla a partir de la yema ubicada en la segunda hoja del tallo principal". El EIA (2008) citado por GÓMEZ (2012), indica "que los hijos primarios, emergen secuencialmente del primero, segundo, tercero y siguientes nudos del tallo principal. Posteriormente, a partir de los hijos primarios, se forman los hijos secundarios y de estos, los terciarios".

Los macollos determinan la densidad de siembra, por lo que se convierten en un factor importante para la producción de arroz, esto es corroborado por UNNE (2007), quien dice "que el macollamiento es un componente del rendimiento (determina posible número de panículas) de gran importancia en cuanto al manejo, dependiendo del número de tallos, varían las densidades de siembra". Según VELÁZQUEZ *et al*. (2015), menciona "que el arroz, se caracteriza por su amplia capacidad de macollamiento, lo que ha permitido manejar una gran diversidad de densidades de siembra. Esta capacidad de ahijamiento, se ve afectada negativamente, en algunas ocasiones por la lámina de agua en suelos inundados y por las sustancias tóxicas que se encuentran en esta. No obstante, condiciones como amplio espaciamiento, alta frecuencia de

lluvias y la aplicación nitrogenada, favorecen el ahijamiento, aumentando el número de hijos, tanto productivos como infértiles, por lo que se recomienda la aplicación nitrogenada a mediados del ahijamiento y no al final de esta etapa".

D. Etapa 3: Elongación del tallo

GONZÁLEZ y ZAMORANO (2009); VELÁZQUEZ *et al*. (2015), Indican "que la elongación del tallo es la etapa en la que se define la altura final de la planta, abarca desde que el cuarto entrenudo del tallo principal comienza a hacerse notable en longitud, hasta cuando está totalmente elongado; además, afirman que en variedades tardías, la elongación termina cuando emerge la panícula, sin embargo, en variedades de porte bajo y de ciclo corto, el cuarto entrenudo solo llega a crecer de 1 a 3 cm antes que la panícula sea visible, pero continua alargándose hasta que la panícula emerja por completo; sin embargo es importante resaltar que en estas variedades, los demás entrenudos por debajo del cuarto, nunca llegan a alongarse, además, en esta etapa, la planta puede seguir generando macollos".

2.4.2. Fase reproductiva

Esta fase esta comprendida desde la iniciación de la panícula hasta la floración (GONZÁLEZ y ZAMORANO, 2009). El DICTA (2003). Reporta las siguientes etapas para la fase vegetativa:

A. Etapa 4: Inicio de panícula o primordio

A respecto GONZÁLEZ y ZAMORANO (2009), menciona que "esta etapa es la diferenciación del meristemo en el punto de crecimiento del tallo, permite el inicio del primordio floral, además este momento marca el término de la

fase vegetativa y el inicio de la fase reproductiva de la planta de arroz. El primordio floral es visible a simple vista en un período de 10 días después de su iniciación". Para el EIA (2008) citado por GÓMEZ (2012), "la transición entre la diferenciación del nudo, cuello y los primordios de las espiguillas, se define el número de granos localizados en la panícula. Además, es en este momento cuando el rendimiento se ve más afectado por las condiciones de manejo; no obstante, es de suma importancia identificar con precisión esta etapa ya que de ello depende la correcta ejecución o supresión de actividades agronómicas para afectar positivamente a la planta y aumentar los rendimientos".

B. Etapa 5: Desarrollo de la panícula o embuchamiento

Según EIA (2008) citado por GÓMEZ (2012), menciona "que al final del proceso de diferenciación del primordio, después de formadas todas las partes, la panícula continúa desarrollándose dentro de la vaina de la hoja bandera y avanza hacia la parte superior de la planta, ocasionando un hinchamiento de la vaina, fenómeno que se le conoce como embuchamiento". Para GONZÁLEZ y ZAMORANO (2009), "esta etapa ocurre entre 12-16 días luego de la diferenciación, donde es notable envejecimiento y muerte de las hojas basales".

C. Etapa 6: Floración

Con esta etapa finaliza el término de la fase reproductiva y empieza la fase de maduración al respecto GONZÁLEZ y ZAMORANO (2009), menciona "que la floración inicia con la apertura de las espiguillas, es seguida por la antesis o salida de las anteras, dehiscencia o apertura de las anteras, caída del polen que al depositarse en el estigma y llegar al ovario lo fertiliza además tiene una duración de 3-5 días luego de emergencia de la panícula".

2.4.3. Fase de maduración

Esta fase comprende desde la floración hasta la madurez total de los órganos (GONZÁLEZ y ZAMORANO, 2009).

A. Etapa 7: Grano lechoso

La fecundación de las flores, se da cuando las espiguillas estén llenas de un líquido lechoso. Según GONZÁLEZ y ZAMORANO (2009), “el grano empieza a llenarse con un líquido blanco y de consistencia lechosa, esta puede apreciarse al presionarlo con los dedos. Esta etapa tiene una duración aproximada de 10 días”.

B. Etapa 8: Grano pastoso

GONZÁLEZ y ZAMORANO (2009), indican “que esta etapa que tiene una duración de 10 días, la porción lechosa del grano se transforma primero en una masa suave, que posteriormente se torna más dura. Los granos de la panícula empiezan a cambiar de color verde a amarillo, además el cultivo empieza a tornarse amarillento debido a la senescencia de tallos y hojas inferiores”.

C. Etapa 9: Grano maduro

Cuando el grano ha llegado a la madurez, se nota por el color amarillo, completamente desarrollado y duro (GONZÁLEZ y ZAMORANO, 2009). Según UNNE (2007) citado por GÓMEZ (2012), menciona “que en esta etapa, finaliza el ciclo de vida de la planta de arroz (periodo de 35 - 40 días posteriores a la floración), los granos alcanzan el estado de la madurez, sin embargo, debido al proceso de floración (de arriba hacia abajo), la maduración

también se da en este sentido, encontrándose en una misma panícula, granos lechosos, pastosos y maduros".

2.5. Registros climáticos

2.5.1. Temperatura

El arroz es una planta de origen tropical que sobrevive en un amplio rango de temperaturas (de 10 a 50ºC), siendo más afectado por las mínimas extremas de temperatura que por las máximas extremas (FERREIRA y MOUNTAUBAN, 1998). Para AGRICULTURA (2017), "el arroz necesita para germinar un mínimo de 8 ºC, considerándose su óptimo entre 30 y 35 ºC. por encima de los 40 ºC no se produce la germinación; el crecimiento del tallo, hojas y raíces requiere un mínimo de 7 ºC, considerándose su óptimo en los 23 ºC; para el llenado de granos el mínimo de temperatura que necesita el cultivo de arroz es de 12 y 18 ºC, siendo en óptimo de 20 y 23 ºC, por encima de los 30 ºC el peso del grano es menor".

2.5.2. Suelos

Según AGRICULTURA (2017), señala "que el cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos". El INIAP (2007), recomienda "que para sacar buenos rendimientos el suelo deber tener un pH de 6 - 7, buen contenido de materia orgánica mayor al 5%, capa arable profunda (25 cm) y buen contenido de arcilla (40%)".

2.5.3. Precipitación

DOBERMANN y FAIRHURST (2000) citado por GÓMEZ (2012), menciona “que en condiciones de secano, la principal o única fuente de agua del cultivo, son las lluvias; además estas deben ser reducidas en el momento de la preparación del cultivo, sin embargo, bajas precipitaciones, durante el desarrollo del cultivo, producen estrés por sequía”. Para LÓPEZ (2006), “bajo condiciones de secano, se requiere en promedio de 5 a 10 mm de lluvia por día”.

2.5.4. Radiación solar

SAG (2003), reporta “que un tiempo lluvioso, con alta nubosidad y con bajas temperaturas perjudican la polinización y por tanto causan un alto porcentaje de esterilidad de las espiguillas, resultando en una baja producción de grano. Por otra parte, tanto en los trópicos como en las zonas templadas, la producción de grano es primariamente determinada por la incidencia de radiación solar”.

2.5.5. Viento

GÓMEZ (2012), indica “que los vientos fuertes, trastornan el proceso de fecundación, también, pueden producir daños mecánicos como partir las hojas, producir el acamado de las plantas y dificultar las labores de aviación agrícola. Por otro lado, la prevalencia de vientos muy débiles, disminuyen la intensidad de la evapotranspiración, lo que puede producir mayor estrés en la planta bajo condiciones de altas temperaturas”. Según MENESES (1995), “el arroz debe

cultivarse en zonas con vientos de velocidad lenta, para ofrecer un mejor suministro de CO^2, materia prima para la fotosíntesis".

2.5.6. Humedad relativa

DEGIOVANNI *et al.* (2010), mencionan "que la evaporación es un fenómeno inverso de la humedad relativa, que se puede definir como el vapor de agua ya contenido en el aire". La capacidad del aire para retener vapor de agua aumenta rápidamente con la temperatura: por tanto, el aire caliente del trópico contiene más vapor de agua que el aire frío de otras zonas LÓPEZ (2006) y MOQUETE (2010), indican "que una alta humedad relativa (> 90%) puede favorecer la incidencia de patógenos como *Pyricularia grisea* (Sacc.)".

2.6. Elementos esenciales para el arroz

2.6.1. Nitrógeno (N)

McCAULEY *et al*. (2011) citado por GÓMEZ (2012), menciona "que la la aplicación ineficiente y/o insuficiente del nitrógeno, puede generar una severa deficiencia de éste en el cultivo. Tal deficiencia es revelada mediante síntomas muy claros como una pérdida de color de las hojas, las cuales se tornan de un verde claro con puntas amarillentas y cuando la deficiencia de nitrógeno es severa, puede producir un macollamiento reducido, plantas pequeñas y con menor número de hojas, además, un menor peso y número de granos por panícula". Para RODRÍGUEZ (1999), "la función del nitrógeno es muy importante para el desarrollo de la planta, debido a que forma parte de la estructura molecular de las proteínas, de la clorofila, de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) de log citocromos y de las coenzimas, y por lo tanto un deficiencia de esta provoca plantas atrofiadas con un limitado macollamiento".

2.6.2. Fósforo (P)

RODRÍGUEZ (1999), indica “que la función del fósforo es muy importante para el desarrollo radicular, crecimiento, floración y desarrollo del grano. Es componente de log ácidos nucleicos, fosfolípidos, así como de las membranas celulares. Cumple una función importante en el metabolismo energético, debido a que es parte constituyente de la molécula de ATP (adenosin trifosfato). Es parte integral de las coenzimas NAD (nicotinamida adenin dinucleoótido) y NADP (nicotinamida adenin dinucleótido fosfato), que cumplen una función importante en la fotosíntesis, glucolisis, respiración y síntesis de ácidos grasos”, por su parte AZCÓN-BIETO y TALÓN (2000), afirman “que el fósforo es disponible para la planta como ion fosfato y se absorbe preferentemente como H_2PO_4 en suelos con un pH inferior a 7 y como anión divalente HPO^{4-} en suelos básicos, con pH por encima de 7. En contraste con el nitrógeno, el fósforo no se encuentra en forma reducida en las plantas, sino que permanece como fosfato ya sea en forma libre o como un compuesto orgánico, principalmente como éster fosfórico con grupos hidroxilos, o formando enlaces anhídridos ricos en energía, como es el caso del ATP o del ADP. Desempeña, por tanto, un papel clave en la fotosíntesis, la respiración y en todo el metabolismo energético”.

2.6.3. Potasio (K)

Según AZCÓN-BIETO y TALÓN (2000), “el P y el N, constituyen el contenido principal de los fertilizantes de máxima comercialización debido a la importancia de estos tres elementos. Su comportamiento, a pesar de su naturaleza catiónica. Es muy similar al que presentan el fósforo y el nitrógeno, redistribuyéndose con suma facilidad de los órganos maduros a los juveniles

dados su solubilidad y baja afinidad por los ligandos orgánicos, de los que fácilmente se intercambia. Además es el catión más abundante en la vacuola y el citoplasma, donde puede alcanzar concentraciones de 100 mM y entre 2000-5000 ppm en el xilema, por tanto, un papel clave en la osmorregulación que tiene lugar en los procesos de apertura y cierre estomáticos".

RODRÍGUEZ (1999), menciona "que en arroz las deficiencias son poco frecuentes, con excepción de las plantaciones en vertisoles, que además de taner un desbalance con respecto al Ca y al Mg, tienen arcillas de retículo expandible (tipo 2:1) como la montmorillonita, con una alta capacidad de fijacion de potasio".

2.6.4. Azufre (S)

DOBERMANN y FAIRHURTS (2000), reporta "que la movilidad del azufre es baja, por lo que su deficiencia se presenta primero en las hojas jóvenes, resultando en un amarillamiento de toda la planta y clorosis marcada en las hojas jóvenes; Además, se da una reducción en el crecimiento de la planta, así como la producción de macollos, panojas más cortas y retraso en el desarrollo y la madurez de la planta", por su parte AZCÓN-BIETO y TALÓN (2000), indican "que el azufre se absorbe en forma de anión sulfato (SO_4^{2-}) y, así, se transporta por el xilema. También puede ser absorbido por los estomas de las hojas bajo la forma de dióxido de azufre ($S0_2$), contaminante atmosférico resultante de la combustión del carbón, la madera y el petróleo. El $S0_2$ reacciona con el agua en el interior de las células formando bisulfito ($HS0_3$), que desplaza el magnesio de la clorofila y disminuye, en consecuencia, la fotosíntesis".

2.6.5. Zinc (Zn)

Para AZCÓN-BIETO y TALÓN (2000), "el Zn es absorbido como catión divalente, Zn^{2+}, probablemente, la mayoría de las veces, en forma de quelato. Su disponibilidad es mayor a pH bajo (ácido). La deficiencia de Zn produce clorosis intervenales fáciles de observar en el maíz, la judía, el sorgo y árboles frutales, lo que se ha relacionado con un papel estabilizador del Zn sobre la molécula de clorofila. Las alteraciones más típicas son la disminución en el crecimiento de las hojas y el acortamiento en la longitud de los entrenudos especialmente en especies leñosas. Esta reducción del tallo se ha relacionado con la producción de ácido indolacético (AIA), una de las auxinas más habituales. Hay una clara relación entre los niveles de Zn y la concentración de auxinas que. Incluso, llega a disminuir antes de que se manifieste la deficiencia de cinc en la planta".

2.6.6. Magnesio (Mg)

SALISBURY y ROSS (2000), reporta "que la planta lo adsorbe al magnesio en forma de catión Mg^{+2}; además este elemento, es componente fundamental de la clorofila, por lo que es determinante en la fotosíntesis, además, la esencialidad del magnesio se da porque este se recombina con el ATP, participa en diversas reacciones y activa enzimas involucradas en el proceso de fotosíntesis, respiración y producción de ARN y ADN, es un nutriente muy móvil, los síntomas aparecen primero en hojas viejas".

2.6.7. Calcio (Ca)

Según AZCÓN-BIETO y TALÓN (2000), "el calcio se absorbe como ion divalente, Ca^{2+}, es abundante en la mayoría de los suelos y rara vez se

comporta como un factor limitante, salvo en suelos ácidos con lluvias abundantes donde resulta necesario el aporte de sales cálcicas, principalmente carbonates, que elevan el pH. Es mucho más móvil en el apoplásto que en el simplásto, por lo que aquellos órganos que reciben el agua principalmente por esta vía pueden presentar problemas en el suministro del catión".

2.6.8. Hierro (Fe)

Entre todos los micronutrientes, el hierro es el requerido en mayor cantidad; de hecho, para algunas plantas se le llega a considerar macronutriente. El hierro puede ser absorbido como Fe^{3-} (Fe III) y más fácilmente, dado su mayor solubilidad, como Fe^{2+} o ion ferroso (Fe II). AZCÓN-BIETO y TALÓN (2000), señala "que su deficiencia en suelos calizos es muy habitual porque la solubilidad del Fe es muy baja a pH básico. De hecho, fue una de las primeras esencialidades en establecerse por lo frecuente de sus deficiencias y la especificidad de sus síntomas. Las plantas deficientes en Fe se caracterizan por una clorosis intervenal en las hojas jóvenes seguida, en ocasiones, por clorosis en las venas, confiriendo un aspecto amarillento a la totalidad de la hoja. En casos extremos, la hoja puede llegar a ponerse casi blanca, como sucede a veces en los cítricos".

2.6.9. Silicio (Si)

GÓMEZ (2012), menciona "que la planta requiere del sílice (Si), para desarrollar hojas, tallos y raíces fuertes, este elemento es constituyente de la epidermis de los órganos de la planta, por lo que una aplicación adecuada, incrementa el grosor de la capa de células epidérmicas, reduciendo la sensibilidad de la planta a plagas y enfermedades, además, las plantas de arroz presentan hojas y hábitos de crecimiento erectos (mayor eficiencia en captación de luz";

según DOBERMANN y FAIRHURTS (2000) citado por GÓMEZ (2012), indican “que la deficiencia de silicio reduce el número de panículas por metro cuadrado y el número de espiguillas llenas por panícula y además, las plantas se hacen muy susceptibles al volcamiento”.

2.6.10. Molibdeno (Mo)

SALISBURY y ROSS (2000) citado por GÓMEZ (2012), aseveran “que este elemento la planta lo asimila como ion molibdato (MoO^{4-2}), este elemento pasa a formar parte del nitrato reductasa y la nitrogenasa; además el molibdeno forma parte de una oxidasa que convierte el aldehído del ácido abscísico en la fitohormona ácido abscísico ABA”.

2.6.11. Boro (B)

AZCÓN-BIETO y TALÓN (2000)., mencionan “que a pesar de haber sido definido como esencial hace más de 75 años, el boro es probablemente el microelemento peor comprendido respecto a su papel fisiológico y bioquímico en las plantas. Presenta, con la posible excepción del carbono, la química más interesante y diversa de los elementos, lo que unido a que sólo parece ser esencial en plantas vasculares, diatomeas y cianobacterias filamentosas fijadoras de nitrógeno, pero no en bacterias en general, algas verdes, hongos y animales, hace que no resulte extraño el interés que, todavía hoy, despierta su estudio”.

2.6.12. Cobre (Cu)

Según DOBERMANN y FAIRHURTS (2000), mencionan “que el cobre (Cu), es un elemento de gran relevancia en los procesos fisiológicos de la planta tales como el metabolismo del nitrógeno, proteínas y hormonas. Además,

participa activamente en la fotosíntesis, respiración celular y en la formación y fertilización del polen; es decir las funciones radican en que este elemento es constituyente del ácido ascórbico y de las enzimas fenolasa y plastocianina y porque es un regulador de las reacciones de las enzimas y catalizador de las reacciones de óxido-reducción. La deficiencia de Cu, reduce el macollamiento y la viabilidad del polen y, por consiguiente, se produce esterilidad de las espiguillas y se incrementa el número de granos vanos".

2.7. Reguladores de crecimiento empleados en el arroz

DÍAZ (2017), indica "que el término biorreguladores es equivalente al término reguladores de crecimiento, pero describe con más precisión su función ya que son reguladores de los procesos biológicos de crecimiento y diferenciación"; asimismo el autor señala "que en el área comercial los biorreguladores son formulaciones con ingredientes iguales o similares a las fitohormonas (A), o bien con ingredientes sin ninguna similitud, pero con una bioactividad reguladora específica (B); todos son consistentes en su efectividad, si son bien utilizados. Los biorreguladores están bajo regulaciones oficiales para registro y comercialización, por lo que no tienen riesgos toxicológicos y su uso cabe bien dentro del tema de inocuidad".

2.7.1. Citocininas

APARECIDO *et al.* (2004) citado por GÓMEZ (2012), "aplicaron citoquininas en conjunto con giberelinas en campo de arroz irrigado a los 43 días después de emergencia, a una dosis de 0,09 y 0,05 gramos respectivamente por hectárea y obtuvieron un efecto significativo en variables como el llenado del grano, peso de 1000 granos y el rendimiento de campo".

2.7.2. Giberelinas

DÍAZ (2017), menciona “que las giberelinas son hormonas que estimulan el crecimiento principalmente vía división y alargamiento celular, siendo protagónicas en este último; regulan al proceso de germinación y en cucurbitáceas favorecen el desarrollo de las flores masculinas. También intervienen en procesos de inhibición de senescencia e inhibición floral y radical”, El mismo autor hace referencia “que en términos prácticos promueven el alargamiento de entrenudos, aumentan el tamaño de frutos, inducen partenocarpia en algunas especies frutales y retrasan maduración, entre otras cosas. Existen más de 130 giberelinas en las plantas, pero muy pocas tienen actividad biológica, las más destacadas son la GA_1, GA_3 y GA_4, todas presentan un movimiento acropétalo (hacia arriba) y basipétalo (hacia abajo). Los nutrimentos como el N, Zn, B y Ca tienen amplia relación con su síntesis y acción, de manera que deben estar en niveles adecuados”.

2.8. Bioestimulantes

Según MORALES (2013), indica “que los bioestimulantes son sustancias orgánicas que se utilizan para potenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas y entregar mayor resistencia a las condiciones de estrés bióticos y abióticos, tales como temperaturas extremas, estrés hídrico por déficit o exceso de humedad, salinidad, toxicidad, incidencia de plagas y/o enfermedades. Su composición puede incluir auxinas, giberalinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico u otra fitohormona”.

2.8.1. Función de los bioestimulantes

GALLARDO (1998) citado por GRANADOS (2015), señala “que en agricultura, los bioestimulantes se definen como aquellos productos que son

capaces de incrementar el desarrollo, producción y/o crecimiento de los vegetales. Otros autores definen a los bioestimulantes como fertilizantes líquidos que ejercen funciones fisiológicas al aplicarlos a los cultivos, así como, son moléculas biológicas que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas y/o fisiológicas de las plantas.”

2.8.2. Como se usan los bioestimulantes

Para BAYONA, (2007), "la mayoría de los bioestimulantes se aplican solos, directamente al follaje, aunque en ciertos casos también pueden ser aplicados al suelo ya sea por fertirrigación o en drench. Ciertos bioestimulantes pueden usarse en mezcla con insecticidas, fungicidas u otros fertilizantes solubles, pero antes es recomendable comprobar la compatibilidad con el otro producto. Los bioestimulantes se recomiendan utilizar en las etapas de crecimiento del vegetal para un mejor aprovechamiento de sus compuestos”.

2.9. Características de los bioestimulantes utilizados

2.9.1. Orgabiol

TQC (2017), señala “que ORGABIOL es un Bioestimulante orgánico a base de Aminoácidos activos, carbohidratos activos y cofactores enzimáticos; obtenidos por procesos de fermentación enzimática controlada, cuya función es recuperar los niveles hormonales en los cultivos. Además ORGABIOL es un complemento ideal para los programas de fertilización ya que mejora el transporte y la máxima asimilación de los minerales, asegurando de esta manera una adecuada Biodisponibilidad de nutrientes”.

Cuadro 1. Composición del bioestiRmulante Orgabiol®.

	Fuentes	Contenido (% y g/L)
A.	**Aminoácidos totales activos**	2.19%
	Carbohidratos totales activos	3.35%
	Potasio (K_2O)	2.00%
	Fósforo (P_2O_5)	1.60%
	Nitrógeno total	0.31%
B.	Materia orgánica total	6.80%
	Calcio (Ca)	3.50 g/L
	Zinc (Zn)	0.52 g/L
	Hierro (Fe)	0.79 g/L
	Cobre (Cu)	0.03 g/L
	Magnesio (Mg)	7.60 g/L
C.	**Aminoácidos Principales**	
	Leucina	0.30 g/L
	Metionina	1.80 g/L
	Acido Glutámico	1.50 g/L
	Cisteína	0.90 g/L
	Glicina	0.80 g/L
	Histidina	0.60 g/L
	Lisina	0.50 g/L

Cuadro 2. Uso del bioestimulante Orgabiol® en aplicaciones foliares.

Cultivo	Dosis ml/(cil)	Número de aplicación	Momento de aplicación
Papa	250 - 500	1°	30 - 45 Días después de la siembra
		2°	60 - 75
		3°	90 – 105
		4°	Para el llenado de tubérculos
Hortalizas: Alcachofa, cebolla, ajo, tomate, brócoli, pimentón, paprika y ajíes	250 - 500	1°	7 - 15 DDT. ó 10 - 15 cm altura
		2°	7 - 15 de la primera aplicación
		3°	Antes de la floración
		4°	Durante el llenado de frutos
Leguminosas: Follar, frijol, haba, soya y maní	250 - 500	1°	De 3 - 4 hojas verdaderas
		2°	Prefloración (7 - 15 días)
		3°	Durante el cuajado de vainas
Cucurbitáceas: Sandilla, zapallo, melón y pepino	250 - 500	1°	A la tercera hoja verdadera
		2°	Antes de la aparición de las flores femeninas
		3°	Cuajado de frutos
		4°	En el crecimiento de frutos

Arroz	250 - 500	1°	A los 15 DDT.
		2°	60 - 70 días (punto de algodón)
		3°	Al inicio de la panoja
Cítricos: Naranja, limón, mandarina, palto, manzano, pera, mango e higo	1 L/ha	1°	Antes de la floración
		2°	Cuajado de frutos
		3°	Después de 20 días de la aplicación anterior
		4°	Después de 20 días de la aplicación anterior
Algodón	1 L/ha	1°	Después del deshije
		2°	Antes de la floración
		3°	Al inicio del cuajado de frutos
Vid	250 - 500	1°	A los 7 días después de brotación
		2°	en los primeros brotes florales
		3°	Durante del cuajado de frutos
		4°	Cuando el fruto está totalmente definido
Espárragos	250 - 500	1°	Después del brotamiento con 30 cm de altura
		2°	A 5 días después de la anterior
		3°	A 30 días después de la anterior

DDT: Días después del trasplante

2.9.2. Stimplex® - G

Es un extracto 100 % natural de algas frescas *Ascophyllum nodosum* que no contiene aditivos artificiales; además, contiene citoquininas naturales encapsuladas en proteínas específicas que al ingresar dentro de la planta es liberado por su sistema de regulación natural, actuando eficientemente y prolongadamente dentro de la planta. Stimplex-G es un formador estructural de la planta obteniendo mayor número de: Tallos, brotes, yemas y hojas; incrementa yemas florales obteniendo mayor número de flores y consecuentemente un mayor número de frutos. Al aumentar la traslocación (fotosintatos) permite un mejor soporte de la planta y mayor número de frutos cuajados aumentando su tamaño y peso de estos.

Stimplex® - G, es un bioestimulante natural derivado del alga marina *Ascophyllum nodosum*. Contiene 0.01 % de citoquininas además de un complejo nutricional de macro y micro elementos, aminoácidos, carbohidratos y vitaminas; además aumenta fotosíntesis, la masa radicular y reduce la aplicación de productos fitosanitarios al aumentar rápidamente la síntesis de fitoalexinas (sustancias que produce la planta como defensa al ser atacada),de otras plantas.

El ingrediente activo de Stimplex® - G, son las citoquininas que actúan en varios procesos celulares esenciales como la diferenciación y división celular. También contiene un complejo nutricional con elementos primarios y secundarios quelatados, carbohidratos, aminoácidos y vitaminas. Todos estos elementos son esenciales para una nutrición general de la planta, óptima fotosíntesis (producción de carbohidratos) y respiración (desdoblamiento de carbohidratos), además tiene las siguientes funciones:

Aumenta la síntesis proteica y las enzimas de la planta para una óptima producción fotosintética y respiración. Promueve la salud de las hojas al aumentar la resistencia a la tensión. Crea un parénquima foliar saludable, lo que sustenta un desarrollo radicular sano. Facilita la producción de los azúcares necesarios, proteínas y ácidos orgánicos creando las condiciones para el crecimiento y desarrollo saludable de la planta. Ayuda a estabilizar las membranas celulares, proteínas y clorofila en la planta retardando de ese modo el envejecimiento o la senescencia.

Proporciona una mayor resistencia a la tensión: Aumenta la habilidad de la planta para producir proteínas defensoras. Estimula la

producción de fitoalexinas. Aumenta la habilidad de la planta para tolerar y recuperarse de la tensión ambiental. En flores, en el verano se recomienda aplicar 2 l/ha en forma foliar; además, la frecuencia y dosis de aplicación son cruciales para su efectividad y puede variar para los cultivos específicos, como también debido a las condiciones climáticas y del suelo, en el Cuadro 3 se presenta la composición del bioestimulante Stimplex® - G (QUÍMICA SUIZA, 2018) y en el Cuadro 4 se presenta la aplicación foliar.

Cuadro 3. Composición del bioestimulante Stimplex® - G según Química Suiza.

Nutrientes	**Contenido en (%/ppm)**
Materia orgánica	13.0%
Protocitoquininas	0.01%
Nitrógeno total	1.2 - 2.0%
Fósforo (P_2O_5)	0.35%
Potasio soluble(K_2O)	4.20%
Calcio (Ca)	3.20 ppm
Magnesio (Mg)	665 ppm
Manganeso (Mn)	375 ppm
Hierro (Fe)	413 ppm
cobalto (Co)	0.75 ppm
Zinc (Zn)	500.0 ppm
Cobre (Cu)	25.0 ppm
Boro (B)	300.0 ppm
Molibdeno (Mo)	25.0 ppm
Níquel (Ni)	0.75 ppm
Ingredientes inertes	80%
Total	100%

Fuente: Química Suiza. Industria el Perú S.A. 2013.

Cuadro 4. Uso del bioestimulante Stimplex® - G en aplicaciones foliares

Cultivo	Dosis L/(cil)	N° de aplicacione	Momento de aplicación
Esparrago	0.5	1°	Aplicación a mediados del primer brote
		2°	Intervalos de aplicación cada 3 semanas
Leguminosas: alverja, caupí, habas, garbanzo, pallar, frijol y vainita	0.5	1°	A partir de 2-3 hojas verdaderas
		2°	A la primera floración
		3°	Inicio de formación de vainas
Ajo, betarraga, cebolla, zanahoria, poro, nabo.	0.5	1°	2-3 semanas después de la emergencia
		2°	Al engrosamiento de la raíz o el bulbo
Brócoli, coliflor, col, col de Bruselas	0.5	1°	A partir de 4-6 hojas verdaderas
		2°	10-15 días después de la 1° aplicación
		3°	Al inicio de la cabeza
Alcachofa, tomate, pimiento, rocoto, páprika, ajíes.	0.5	1°	A partir de 15-20 cm de altura de planta
		2°	Al estadio de prefloración
		3°	Al cuajado de frutos
		4°	Después de cada recojo o paña
Papa, camote, yuca	0.5	1°	3 semanas después de la emergencia
		2°	Al inicio de floración
		3°	14 días después
Maíz	0.5	1°	A partir de 2-6 hojas
		2°	A los 50 -70 cm de tamaño de la planta
		3°	Antes de la emergencia de la panoja
Arroz, sorgo, trigo	0.5	1°	Al estadio de 3 - 5 hojas
		2°	Al inicio de la panícula
Frutales caducifolios	2.5 - 3.0	1°	Al inicio de la brotación
		2°	Prefloración
		3°	50% de la floración
		4°	3/4 caída de pétalos
		5°	Frutos pequeños
		6°	Cada 14 días hasta la cosecha

Fuente: Química Suiza. Industria el Perú S.A. 2013.

2.9.3. Biozyme® TF

Es un regulador de crecimiento vegetal que conjuga la acción de tres hormonas de origen natural (Auxinas, Citoquininas, y Giberelina). Incrementa la cantidad y mejora la calidad de las cosechas. Ayuda a restablecer la fisiología normal de las plantas que se encuentran bajo condiciones adversas.

A. Composición química

Microelementos (Fe, Zn, Mg, Mn, B, S)…….. 19.34 g/L
Extracto de origen vegetal y fitohormonas activas… 820 g/L
Giberelinas…… 0.031 g/L
Ácido indol acético (Auxinas)…….. 0.031 g/L
Citoquininas (Zeatinas)…… 0.083 g/L

Cuadro 5. Uso del bioestimulante Biozyme® TF en aplicaciones foliares.

Cultivo	Dosis (L/Cil)	N° de Apli.	Momento de aplicación
Arroz	0.5		Inicio del macollo
Papa	0.5	1° 2°	20 - 25 cm de altura de plantas Al inicio de tuberización
Tomate	0.5	1° 2°	A la floración (20 a 40% de flores abiertas) De 2 a 3 semanas después de la primera aplicación
Cebolla	1	1° 2° 3°	A los 30 días del trasplante A los 60 días del trasplante Al inicio de engrosamiento de bulbo
Zapallo	1	1° 2°	A la floración (5% de flores abiertas) De 2 a 3 semanas después de la primera aplicación
Algodón	1	1° 2°	Al inicio del botoneo 2 - 3 semanas después de la primera aplicación
Frijol, alverja, haba	1	1° 2°	Al inicio de la floración 2 - 3 semanas después de la primera aplicación
Mango	1	1° 2°	Al inicio de la floración Al inicio del cuajad de frutos

2.10. Características de la variedad La Esperanza

Arroz INIA 509 - “La Esperanza”, se originó a partir del cruce triple (CT7948-AM-14-3-1/CT9038-5-5C-8C-3C-1C-M//Selva Alta), en la estación experimental agraria “El Porvenir”; sede del INIA, durante los años 2001- 2003; fue seleccionada en las generaciones F4 a F6 y hasta el año 2009, fue evaluada en el Alto Mayo (PEAM), Bajo Mayo, Huallaga Central, Bagua y Jaén (INIA); es decir quedando establecida la fenología del “Arroz INIA 509 - “La Esperanza” como: CT15704-9-1-2-EP2-EP1-VC51. Dentro de las características agronómicas, “Arroz INIA 509 - La esperanza”; supera la variedad “Capirona” en resistencia a un mayor número de razas de *Pyricularia grisea* y por su buen sabor arquetipo de planta presenta resistencia a la tumbado.

Cuadro 6. Descripción varietal del arroz INIA 509 “La Esperanza”.

Características	**Variedad INIA 509 “La Esperanza”**
Periodo vegetativo (días)	: 130 a 145
Altura de planta (cm)	: 80 -110
Hoja bandera	: Erecta
Longitud hoja bandera	: 24 - 36 cm
Ancho de hoja bandera	: 1,6 - 2,0 cm
Acame	: Resistente
Macollamiento	: Bueno
Granos por panículas	: 128 a 225
Rendimiento potencial	: 8,5 a 11 Tn/ha
Peso de 1000 granos	: 26 a 30 gramos
Longitud de panículas	: 24 a 26 cm
Densidad de panículas	: Compacta
Exerción de panículas	: Bien emergida

Largo de grano	: 9 a 10 mm
Ancho de grano	: 2 a 4 mm
Longevidad foliar	: Tardía
Respuesta al nitrógeno	: Alto
Rendimiento molinero	: 72%
Grano entero	: 62%
Grano quebrado	: 10%
Pyricularia	: Resistente
Rizoctonia	: Moderadamente resistente
Bipolaris oryzae	: Resistente

Fuente: Hacienda El Potrero 2010.

2.11. Antecedentes

El ensayo que realizó en La Empresa “Proteas del Ecuador S.A.”, en el sector Ayora, Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha. A una altura de 2880 msnm, temperatura de 14 – 20 °C, precipitación 800 mm y humedad relativa del 70 %, utilizo el bioestimulante Stimplex-G con una dosis de 114 ml/aplicación para el crecimiento de los tallos de proteas, *Leucadendron* sp. Cv. Safari Sunset, para evaluar la longitud del tallo a los 60, 90, 120, 150, 180, 210 días después del trasplante que tuvo una longitud de 3.94, 9.03, 21.26, 38.52, 67.3, 97.86 y 121.42 cm respectivamente es decir un efecto aceptable en comparación al testigo sin aplicación de bioestimulante (GUERRERO, 2006; GONZÁLES, 2010).

En arroz la aplicación de giberelinas, aumenta los rendimientos, así como el peso de 1000 granos y la exersión y longitud de la panícula. No obstante, estos mismos autores, no obtuvieron efecto alguno, en la aplicación de la giberelina sobre la calidad molinera del grano. Por otro lado, CHIARELO *et al.* (2007), encontraron que la aplicación de giberelinas en conjunto con

citoquininas a una dosis por hectárea de 0,0125 y 0,0225 respectivamente, en el macollamiento de arroz, producía una mejora en el número de panículas por metro cuadrado. Además, aplicando esta misma dosis de productos en la diferenciación de la panícula, se obtiene un resultado positivo en cuanto al peso de 1000 granos. En cuanto al rendimiento, este se vio afectado cuando se aumentó la dosis de giberelinas y citoquininas a 0,025 y 0,045 respectivamente, en el macollamiento (ORTIZ y GARCÍA, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Campo experimental

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo de tesis se ejecutó en el fundo “Victoria” de propiedad del señor Leandro Jacinto Flores Baca ubicado en el caserío de Alto Limón en la provincia de Tocache, distrito de Tocache, departamento de San Martin, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

Metros Este : 0326965

Metros Norte : 9087034

Altitud media : 540 msnm.

3.1.2. Historia

El lugar donde se ejecutó el experimento, durante 16 años se viene sembrando el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), anteriormente el terreno fue un campo cubierto de purma y aguajal.

3.1.3. Datos meteorológicos

En el Cuadro 7, se presentan los datos meteorológicos, obtenidos de la Estación Experimental Metrológica "IESTP - Alto Huallaga" de Tocache, correspondiente a los meses de julio a diciembre 2015. Las características climáticas del campo experimental, corresponden a un clima cálido húmedo tropical, con una temperatura media 25.9 °C, mientras que la precipitación promedio fue 136.50 mm/mes, asimismo la humedad relativa mostró cambios debido a las variaciones pluviales, de igual manera horas sol en el mes de

octubre presentó mayor incremento con un promedio de 184.9, lo que influye positivamente en el rendimiento del cultivo de arroz.

Cuadro 7. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento correspondiente al periodo, julio a diciembre de 2015.

Meses	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	H R (%)	Insolación (Horas sol)
	Max.	Med.	Min.			
Julio	31.1	26	20.8	78.9	63.8	5.7
Agosto	32.5	26.6	20.7	124.1	71.5	5,4
Setiembre	32.4	26.2	20.0	63.1	62.0	5.9
Octubre	32.3	26.0	19.6	102	79.5	6.0
Noviembre	31.8	25.2	18.6	183	82.8	5.1
Diciembre	31.0	25.3	19.5	192.2	83.3	4.5
Total	**191.1**	**155.3**	**119.2**	**743.3**	**442.9**	**32.6**
Promedio	**31.9**	**25.9**	**19.9**	**123.9**	**73.8**	**5.4**

Fuente: Estación meteorológica Tocache

3.1.4. Análisis físico - químico del suelo

Se sacó una muestra representativa del suelo previo a la aplicación de los tratamientos, la misma que se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectiva determinación de nutrientes. En el Cuadro 8, se presenta los resultados del análisis físico - químico del suelo y presenta las siguientes características: textura arcilloso arenoso, con pH muy ácido, el nivel de materia orgánica es medio y nitrógeno tiene un nivel medio, fosforo y potasio disponible en un nivel bajo, la capacidad de intercambio catiónico está en un nivel bajo, estas características determinan que el suelo presenta fertilidad media.

Cuadro 8. Análisis físico - químico del suelo experimental.

Parámetro	Valor	Método empleado
Análisis físico:		
Arena (%)	45.68	Hidrómetro
Arcilla (%)	37.04	Hidrómetro
Limo (%)	17.28	Hidrómetro
Clase textural	Arcilloso arenoso	Triangulo textural
Análisis químico:		
pH (1:1)	4.22	Potenciómetro
M. O. (%)	2.92	Walkey y Black
N- total (%)	0.13	% M.O. x 0,05
P disponible (ppm)	2.21	Olsen Modificado
K disponible (ppm)	31.49	Ácido sulfúrico
Ca cambiable ($Cmol^{(+)}$/kg)	3.35	EAA
Mg cambiable ($Cmol^{(+)}$/kg)	1.42	EAA
K cambiable ($Cmol^{(+)}$/kg)	---	EAA
Na cambiable ($Cmol^{(+)}$/kg)	---	EAA
Al cambiable ($Cmol^{(+)}$/kg)	1.68	EEA
H cambiables ($Cmol^{(+)}$/kg)	0.28	EEA
CIC	6.74	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María

3.2. Componentes en estudio

Factor A : Bioestimulantes

a_1 : Orgabiol

a_2 : Stimplex-G

a_3 : Biozyme

Factor B : Dosis ml/L

b_1 : Baja (25 ml /20 L)

b_2 : Media (50 ml /20 L)

b_3 : Alta (75 ml /20 L)

3.3. Tratamientos en estudio

En el Cuadro 9, se presenta la descripción de los tratamientos en estudio

Cuadro 9. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Clave	Descripción
T_1	$a_1 b_1$	Orgabiol + Dosis baja (25 ml /20 L)
T_2	$a_1 b_2$	Orgabiol + Dosis media (50 ml /20 L)
T_3	$a_1 b_3$	Orgabiol + Dosis alta (75 ml /20 L)
T_4	$a_2 b_1$	Stimplex-G + Dosis baja (25 ml /20 L)
T_5	$a_2 b_2$	Stimplex-G + Dosis media (50 ml /20 L)
T_6	$a_2 b_3$	Stimplex-G + Dosis alta (75 ml /20 L)
T_7	$a_3 b_1$	Biozyme + Dosis baja (25 ml /20 L)
T_8	$a_3 b_2$	Biozyme + Dosis media (50 ml /20 L)
T_9	$a_3 b_3$	Biozyme + Dosis alta (75 ml /20 L)

3.4. Diseño experimental

El diseño experimental empleado para el presente trabajo de tesis fue, el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 3A x 3B con 4 repeticiones, para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Duncan, con un nivel de significación de (α= 0.05).

3.4.1. Modelo estadístico

CALZADA (1976), presenta el siguiente modelo estadístico:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \propto_i + \beta_j + (\propto \beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$\boldsymbol{\gamma_{ijk}}$ = Es la respuesta obtenida de la k-ésima repetición a la cual se aplicó la j-ésima dosis del i–ésimo Bioestimulante.

μ = Es el efecto de la media general

α_i = Es el efecto de la i–ésimo Bioestimulante

β_j = Es el efecto de la j–ésimo dosis

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Es el efecto de la interacción entre la i–ésima bioestimulante con el j-ésima dosis.

ϵ_{ijk} = Es el efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación.

Para:

i = 1, 2, 3 bioestimulante

j = 1, 2, 3, dosis

k = 4 repeticiones

3.4.2. Análisis de varianza

En el Cuadro 10, se presenta el esquema del análisis de varianza.

Cuadro 10. Análisis de varianza en diseño bloques completos al azar, cuadrados medios y significación

Fuente de variabilidad	Fórmula	G. L.
Bloques	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	8
A (Bioestimulantes)	(a-1)	2
B (Dosis de Bioestimulantes)	(b-1)	2
A x B	(a-1)(b-1)	4
Error experimental	(ab-1)(r-1)	24
Total	(abr-1)	35

3.5. Características del campo experimental

a. Bloques

Número de bloques	4
Largo el bloque	35.50 m

Ancho del bloque	3.00 m
Área de cada bloque	103.50 m^2
Área total de los bloques	414.00 m^2
Distanciamiento entre bloques	0.50 m

b. Parcelas

Número total de parcelas	36
Número de parcelas por bloque	9
Largo de parcela	3 m
Ancho de parcela	3 m
Área de la parcela	9 m^2
Área neta de parcela	1 m^2

c. Campo experimental

Largo	36.50 m
Ancho	17.00 m
Área total del experimento	620.50 m^2

3.6. Ejecución el experimento

3.6.1. Almácigo

A. Preparación del terreno

La preparación del almácigo se realizó de forma manual, con palana para desterronar la tierra y una manguera transparente de ½´ para la nivelación de la poza, la dimensión de la poza es de 6 m de largo por 3 m ancho, además se utilizó 200 g de semilla arroz /1m^2 de terreno, es decir para el proyecto de investigación se utilizó 3600 g equivalente en a 3.6 kg de arroz, variedad La Esperanza.

B. Semilla

Viene en envases especiales generalmente en sacos de yute contenido 40 kg en su interior con un costo de S/ 140.00 y en su costura

superior debe haber dos tarjetas; una blanca proveniente de la empresa semillerista y la otra de color celeste de Hacienda el Potrero. Estas tarjetas garantizan la pureza genética de la variedad, libre de impurezas, buen vigor, y una germinación mayo al 95%; además esta semilla está tratada para protección contra hongos e insectos (HACIENDA EL POTRERO, 2010).

C. Pregerminado y abrigo de la semilla

Se realizó el pregerminado de la semilla, colocándolo en sacos de yute, sumergiéndolo en agua por 24 horas, luego se puso en abrigo por aproximadamente de 36 a 48 horas

D. Siembra o voleo

La siembra de las semillas pregerminadas se realizó al voleo sobre una lámina de agua de 5 cm de altura aproximadamente, con la finalidad de uniformizar la distribución de la semilla, para evitar que la semilla no se entierre en el barro y evitar el daño por roedores y aves.

E. Manejo de agua

El almácigo se construyó cerca de una fuente agua para facilitar las labores agronómicas, luego de 24 horas aproximadamente después del voleo de la semilla de arroz se quitó el agua, para permitir el prendimiento, a su vez a partir del quinto día se hizo riegos frecuentes.

F. Desyerbo

El control de malezas se realizó de manera manual entre los 15 a 20 días después de la siembra.

G. Control de plagas en almacigo

El control de plagas en almácigo se realizó aproximadamente entre 8 - 12 días aproximadamente después de la siembra, se aplicó un Albatross® 200 SC (Fipronil), en función al daño ocasionado por los insectos (cogollero), luego a los 20 días después de la siembra se aplicó Dethomil® 90 PS (Methomil) de manera preventiva.

H. Fertilización

La primera fertilización en almácigo se aplicó 500 g de Fosfato diamónico al voleo a los 9 días después del voleo de la semilla y la segunda fertilización se aplicó 850 g Urea al voleo a los 15 días después del voleo de la semilla.

I. Saca de plántulas

Se realizó a los 23 días después de la siembra, los mismos que se agruparan en garbas según los tratamientos debidamente identificados.

3.6.2. Campo definitivo

A. Delimitación del campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó por el método del triángulo notable (3, 4 y 5), utilizando estacas, rafia y wincha, luego se dividió en cuatro bloques y cada bloque en 10 parcelas (3m x 3 m), los bordos de cada uno de las parcelas tubo dimensiones de 1.00 de largo, 0.5 m de ancho x 0.2 m de alto, así mismo se colocaron claves en cada bloque y parcela para facilitar la ubicación y distribución en el campo experimental.

B. Muestreo del suelo

Se procedió a sacar las muestras de suelo haciendo un recorrido en forma de zig zag, a un distanciamiento de 5.0 m entre hoyos y una profundidad de 30 cm, utilizando un muestreador de suelo; posteriormente las muestras fueron secadas bajo sombra, mullidas, homogenizadas y tamizadas con malla de 2 mm, obteniendo una muestra representativa de 1.0 kg de suelo, luego fueron llevados al Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para su respectivo análisis físico químico.

C. Preparación del terreno

La preparación del terreno, se realizó de forma mecánica con un tractor de implementos rotatorios y un motocultor, se pasó por repetidas veces hasta dejar mullido el suelo y en condiciones físicas para el trasplante, el tiempo empleado fue de 2 horas aproximadamente para todo el campo experimental.

D. Saca de plántulas

La saca de plántulas se realizó a los 23 días después del voleo en almácigo, para luego trasplantarlas en campo definitivo.

E. Trasplante

Las plántulas fueron trasplantadas en un número de 3 plántulas por golpe, se utilizó el distanciamiento de 20 x 20 cm a una profundidad de 3 cm.

F. Fertilización

La fertilización se realizó según el análisis físico-químico del suelo del campo experimental, las fórmulas de abonamiento se realizaron en base al análisis del suelo y a las 8 Tn/ha que se pretendió llegar. Las fuentes

que se utilizó fueron: Urea, como fuente de nitrógeno (46% N), Fosfato diamónico como fuente de fósforo (46% P_2O_5) y Cloruro de potasio como fuente de potasio (60% k_2O), se aplicó de forma fraccionada en tres partes; es decir:

La primera fertilización se aplicó todo el fósforo (16 kg fosfato diamónico) y se realizó (el 30 de julio del 2015), en el suelo fangueado a una semana antes del trasplante (7 de agosto del 2015).

La segunda fertilización se aplicó 50 % de nitrógeno y potasio (5.5 kg de Urea y 8 kg de Cloruro de potasio respectivamente) a los 25 días después del trasplante; es decir el 1 de setiembre del 2015

Finalmente, la tercera fertilización se aplicó el 50 % de nitrógeno y potasio (5.5 kg de urea y 8 kg de cloruro de potasio respectivamente), a los 61 días después del trasplante; es decir el 7 de octubre del 2015 en el estado de punto de algodón.

G. Aplicación de bioestimulantes

Se utilizaron los siguientes bioestimulantes: Orgabiol, Stimplex - G y Biozyme; es decir la primera aplicación se realizó el 21 de agosto del 2015, a los 15 días después del trasplante, luego la segunda aplicación fue el 8 de octubre del 2015, a los 62 días después del trasplante y finalmente la tercera aplicación el 21 de octubre del 2015, a los 75 días después del trasplante, al inicio de la panoja; es decir a diferentes dosis (25, 50 y 75 ml por mochila de 20 L de agua).

H. Desyerbo

Se realizaron dos tipos de controles durante el periodo vegetativo del cultivo (15 y 30 días después del trasplante). El primer control químico fue aplicado a los 15 días después del trasplante con un herbicida sistémico Glifogan® 480 SL (Glyphosato) aplicándose sobre los bordos de la parcela con una pulverización suave y detenidamente a razón 20 ml/mochila y el segundo es el control manual de las parcelas seleccionándole en arroz con malezas similares como el arrocillo, coquillo, rabo de zorro y moco de pavo. Además, para evitar la demasiada agresividad de las malezas se aplicó un herbicida posemergente llamando Asigne a razón de 100 ml/200 litros de agua/ha.

I. Control de plagas

El control de plagas se realizó después de la segunda fertilización, es decir se evaluó el ataque de plagas así como la mosquilla (*Hydrellia wirthi*), Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) o cigarritas antes de realizar un control químico, previo a este se puede realizar un control cultural (como es quitar el agua), se aplicaron los siguientes insecticidas: Albatross® 200 SC., ¼ L/ha, Dethomil® 90 PS ½ L/ha, Metiocard® 90 PS, 400 g/ha y Tifón 4E, 1 L/ha.

J. Control de enfermedades

Este tipo de control se realizó durante la fase reproductiva por ser más frecuente la presencia de enfermedades y se aplicó Supertrobin® 500 WG (Azoxystrobin) a razón de 200 g/ha.

K. Cosecha

Se realizó cuando el 95% de los granos de las panojas aproximadamente se encontraron maduros y cuando la planta en general presentó una coloración amarillenta. Esta labor se efectuó en forma manual, cortando los tallos con hoz a 10 cm del suelo aproximadamente.

L. Trillado

La trilla se realizó inmediatamente después de cortadas las plantas empleando mantas, luego en un tronco delgado se golpeó (azote) para desprender los granos, luego se llevó en sacos identificados con sus claves, posteriormente se llevó a una "era" para el secado por un lapso de 4 horas aproximadamente, luego se venteó para separar las impurezas de la cosecha.

3.7. Características a evaluar

3.7.1. Altura de la planta

La altura de la planta, realizó a los 25, 50 y 75 días después del trasplante y se tomó basándose en la metodología propuesta por el IRRI (2009), esta consiste en tomar la longitud desde la base del tallo (en el suelo) hasta la punta de la hoja y (2^{da} hoja de arriba hacia abajo) de los tallos primarios de cada muestra, en la etapa vegetativa; además en la etapa reproductiva, se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la panícula del tallo más alto de la planta.

3.7.2. Número de macollos/m^2

Esta evaluación se realizó por simple conteo a los 120 días después de la siembra, contándose los macollos en el metro cuadrado de área neta de cada parcela experimental.

3.7.3. Número de panojas/m^2

Se determinó en base a la parcela neta, considerándose panoja a la inflorescencia fecundada; es decir de cada parcela neta se contó los números de panojas por metro cuadrado y se promedió por el número de golpes en el metro cuadrado, el momento del conteo se realizó a 7 días ante de la cosecha.

3.7.4. Número de espiguillas/panoja

Esta característica se determinó en base a tres panojas por parcela neta (metro cuadrado) por simple conteo para luego promediarlo, se realizó tres días antes de la cosecha, para después incluirlo en la pesada del rendimiento por parcela neta.

3.7.5. Peso de 1000 granos

Se realizó extrayéndolo 1000 semillas recién cosechadas, para lo cual se realizó un secado de las semillas hasta alcanzar un contenido de humedad del 14%, esta labor se realizó al finalizar la cosecha.

3.7.6. Rendimiento del arroz

CIEPE (1998), el rendimiento se realizó aplicando la siguiente fórmula matemática: Rdmt= Pan/M^2X № Espig/Panoja X peso 1000 Sem X 0.01

Dónde:

Rdmt = Rendimiento
N.º Pan = Número de panoja
N.º esp = Número de espiguillas
M^2 = metro cuadrado

Sem = semillas

0.01 = factor de conversión

3.7.7. Análisis de rentabilidad

Se determinó para cada tratamiento con la finalidad de observar comparativamente el tratamiento con mayor rentabilidad, la relación: Beneficio/costo y el Índice de rentabilidad, para lo cual se tomaron los parámetros económicos, como el rendimiento, ingreso bruto y la utilidad neta, donde:

Ingreso bruto = Rendimiento (Kg/ha) x Precio

Utilidad Neta = Ingreso bruto – Inversión total

Relación Beneficio/ Costo = Ingreso bruto/ Inversión total

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Del mejor bioestimulante y dosis en el rendimiento del cultivo de arroz

4.1.1. Altura de planta

En el Cuadro 11, se presenta el análisis de varianza de la altura de la planta de arroz a los 25, 50 y 75 días después del trasplante.

Cuadro 11. Análisis de varianza de la altura de la planta de arroz a los 25, 50 y 75 días después del trasplante.

F. V.	G.L.	Altura de planta en (cm)								
		25 días			50 días			75 días		
		C.M.	F cal.	Sig.	C.M.	F. cal	Sig.	C.M.	F. cal	Sig.
Bloques	3	13.73	2.24	NS	70.49	1.77	NS	96.03	5.02	S
Trat.	8	6.07	0.99	NS	16.98	0.43	NS	26.96	1.41	NS
A	2	9.99	1.63	NS	17.27	0.43	NS	66.84	3.49	S
B	2	1.83	0.19	NS	3.81	0.09	NS	15.54	0.81	NS
A x B	4	6.56	1.07	NS	23.43	0.58	NS	12.73	0.66	NS
Error exp.	24	6.12			39.83			19.11		
Total	35									
C.V. (%)		12.12			11.85			5.24		

S : Existe significación estadística
NS : No existe significación estadística
AS : Altamente significativo

En los bloques y factor A (Bioestimulantes), no existe significación estadística para la altura de plantas a los 25 y 50 días; pero a los 75 días existió significación para bloques y factor A (Bioestimulantes); además en los tratamientos, factor B (Dosis) y la interacción (A x B) no existe significación estadística en las tres evaluaciones; además se tiene un muy buen coeficiente de variabilidad a los 25 y 50 días con 12.12 y 11.85% respectivamente y de excelente coeficiente de variabilidad a los 75 días con 5.24%.

Cuadro 12. Comparación de medias de Duncan (α= 0.05) de altura de planta de arroz a los 25, 50 y 75 días después del trasplante.

Altura de planta (cm) ddt.								
25 días			50 días			75 días		
Clave	Prom.	Sig.	Clave	Prom.	Sig.	Clave	Prom.	Sig.
T_9 (a_3b_3)	22.47	a	T_6 (a_2b_3)	56.27	a	T_7 (a_3b_1)	86.13	a
T_7 (a_3b_1)	21.47	a	T_8 (a_3b_2)	55.58	a	T_6 (a_2b_3)	85.75	a
T_5 (a_2b_2)	21.47	a	T_4 (a_2b_1)	55.19	a	T_5 (a_2b_2)	85.72	a
T_6 (a_2b_3)	20.83	a	T_9 (a_3b_3)	53.88	a	T_9 (a_3b_3)	85.44	a
T_4 (a_2b_1)	20.27	a	T_1 (a_1b_1)	52.81	a	T_8 (a_3b_2)	84.22	a
T_2 (a_1b_2)	19.75	a	T_7 (a_3b_1)	51.91	a	T_3 (a_1b_3)	81.55	a
T_1 (a_1b_1)	19.44	a	T_2 (a_1b_2)	51.63	a	T_2 (a_1b_2)	81.52	a
T_8 (a_3b_2)	19.08	a	T_3 (a_1b_3)	51.16	a	T_4 (a_2b_1)	81.02	a
T_3 (a_1b_3)	18.88	a	T_5 (a_2b_2)	50.74	a	T_1 (a_1b_1)	79.14	a

Letras iguales en una misma columna no hay diferencias significativas; Letras desiguales en una misma columna existe diferencias significativas.

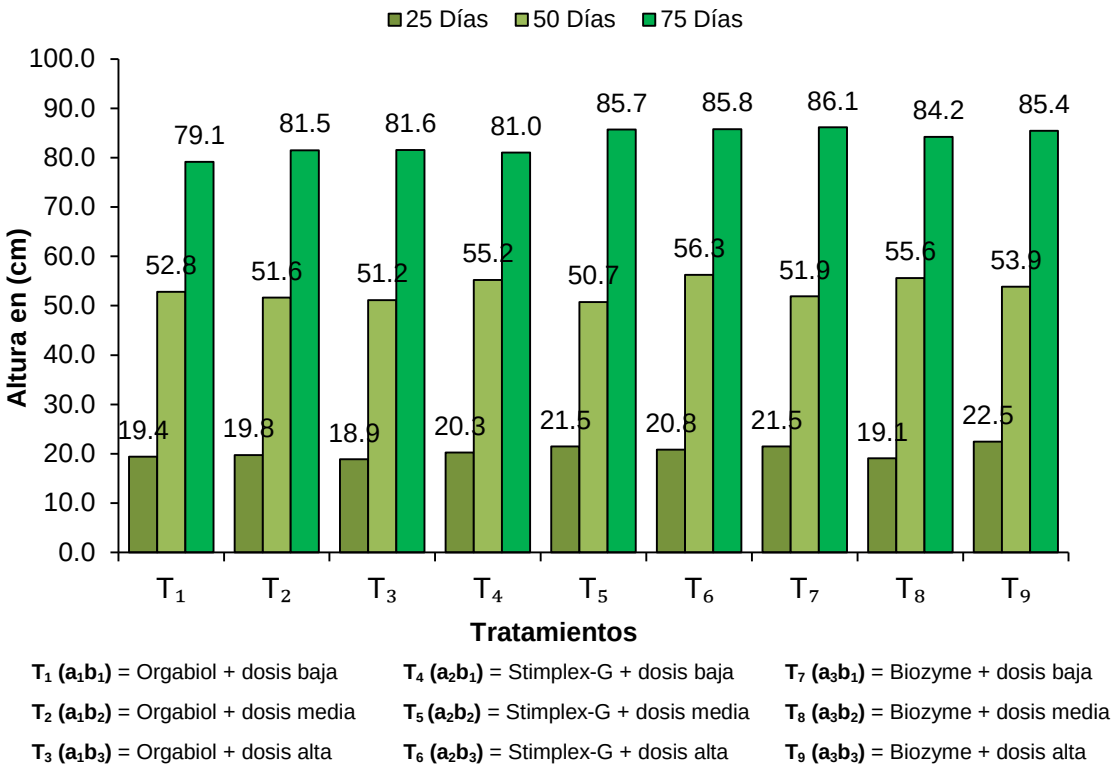


Figura 1. Altura de planta de arroz variedad La Esperanza a los 25, 50 y 75 días después del trasplante.

Del Cuadro 12 y Figura 1, se observa que no existe diferencias estadísticas significativas, es decir que todos los tratamientos tuvieron valores muy similares en las tres evaluaciones de altura de la planta de arroz; sin embargo el tratamiento T_9 (Biozyme + dosis alta), ocupó el primer lugar con 22.47 cm altura seguido del tratamiento T_7 (Biozyme + dosis baja) con 21.47 cm a los 25 días; además el tratamiento T_6 (Stimplex-G + dosis alta) ocupó el primer con 56.27 cm de altura seguido del tratamiento T_8 (Biozyme + dosis media) con 55.58 cm, a los 50 días después del trasplante y finalmente el tratamiento T_7 (Biozyme + dosis baja) con 86.13 cm de altura, seguido del tratamiento T_6 (Stimplex-G + dosis alta) con 85.75 cm de altura a los 75 días; es decir, todos los tratamiento fueron tratados a una misma dosis de fertilizantes antes del trasplante y la aplicación de los bioestimulantes no tuvo un efecto diferenciado, se debe a la aplicación de los fertilizantes nitrogenados que tuvo un crecimiento uniforme para todos los tratamientos, coincidiendo con SUCRE (2002), quien afirma un suministro adecuado de nitrógeno en la planta arroz produce: rápido crecimiento, color verde intenso de las hojas, mejora la calidad de las hojas, aumento del contenido de proteínas y aumento en la producción de hojas, frutos y semillas, corroborado por ORTEGA (2002) manifiesta que el arroz responde muy bien a las aplicaciones de N, las dosis de nitrógeno a aplicar varían entre 60 y 120 kg/ha, dependiendo de la cantidad de N que el suelo pueda suministrar.

4.1.2. Macollos por metro cuadrado

En el Cuadro 13, se presenta el análisis de varianza del número de macollos por metro cuadrado de arroz a los 120 días después de la siembra.

Cuadro 13. Análisis de varianza del número de macollos por metro cuadrado de arroz a los 120 días después del trasplante.

F. V.	G.L.	Macollos/m^2 a los 120 días después del trasplante			
		S.C.	C.M.	F. cal	Sig.
Bloques	3	927.67	309.22	0.90	NS
Tratamientos	8	3821.50	477.68	1.39	NS
A (Bioest.)	2	485.50	247.75	0.20	NS
B (Dosis)	2	1591.16	795.58	2.32	NS
A x B (Int.)	4	1734.83	433.71	1.26	NS
Error exp.	24	8239.83	343.32		
Total	35	12989.00			
C.V. (%):		5.92			

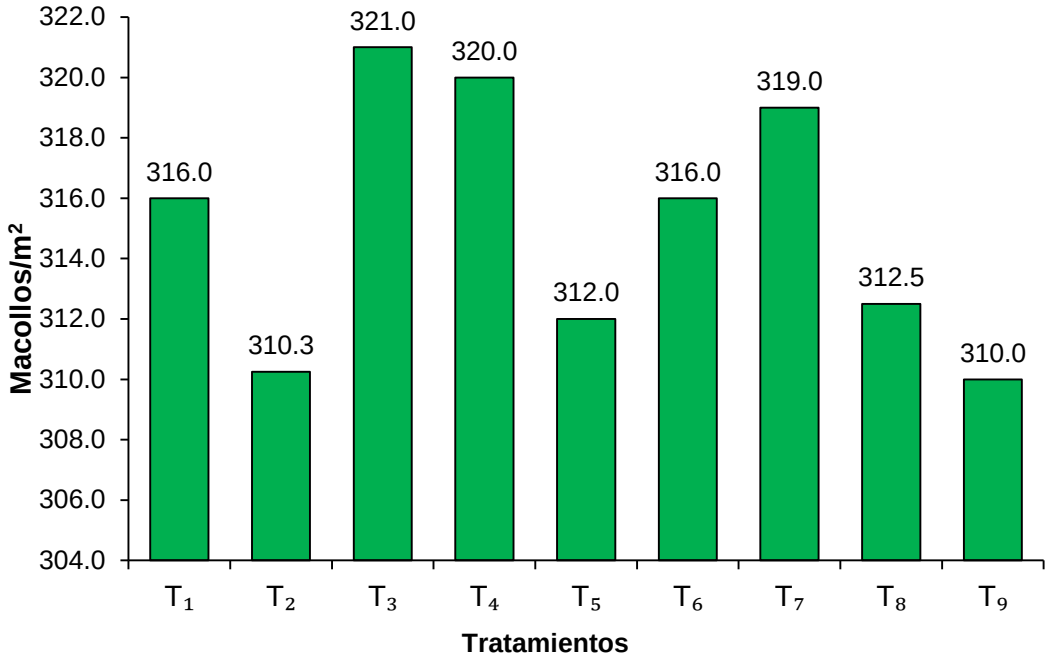
NS : No existe significación estadística
AS : Altamente significativo

Del Cuadro 13, se observa el análisis de varianza donde no existe significación estadística para los bloques, tratamientos, factor A (Bioestimulantes), factor B (Dosis) y la interacción de (A x B), para el número de macollos por metro cuadrado; además se tiene un excelente coeficiente de variabilidad de 5.92%.

Cuadro 14. Comparación de medias de Duncan (α= 0.05) del número de macollos por metro cuadrado del cultivo de arroz a los 120 días después de la siembra.

Macollos/m^2 a los 120 días después del trasplante			
Clave	Promedio	Sig.	
T_3 (a_1b_3)	321.00	a	
T_4 (a_2b_1)	320.00	a	
T_7 (a_3b_1)	319.00	a	
T_6 (a_2b_3)	316.00	a	
T_1 (a_1b_1)	316.00	a	
T_8 (a_3b_2)	312.50	a	b
T_5 (a_2b_2)	312.00	a	b
T_2 (a_1b_2)	310.25	a	b
T_9 (a_3b_3)	310.00		b

Letras iguales en una misma columna no hay diferencias significativas; Letras desiguales en una misma columna existe diferencias significativas.



T_1 (a_1b_1) = Orgabiol + dosis baja
T_2 (a_1b_2) = Orgabiol + dosis media
T_3 (a_1b_3) = Orgabiol + dosis alta
T_4 (a_2b_1) = Stimplex-G + dosis baja
T_5 (a_2b_2) = Stimplex-G + dosis media
T_6 (a_2b_3) = Stimplex-G + dosis alta
T_7 (a_3b_1) = Biozyme + dosis baja
T_8 (a_3b_2) = Biozyme + dosis media
T_9 (a_3b_3) = Biozyme + dosis alta

Figura 2. Número de macollos por metro cuadrado a los 120 días después del trasplante.

En el Cuadro 14 y Figura 2, se observa que no existe diferencias estadísticas significativas entre todos los tratamientos a excepción del último tratamiento T_9 (Biozyme + dosis alto), con 310.00 macollos por metro cuadrado; sin embargo el tratamiento el T_3 (Orgabiol + dosis alta), ocupó el primer lugar con 321.0 macollos por metro cuadrado, seguido del tratamiento T_4 (Stimplex-G + dosis baja) con 320.0 macollos por metro cuadrado, esto se debe a las cantidades adecuadas de cobre por participar activamente en la fotosíntesis y división celular para un macollamiento uniforme del cultivo de arroz, coincidiendo con DOBERMANN y FAIRHURTS (2000), quienes afirman que el cobre (Cu), es un elemento de gran relevancia en los procesos fisiológicos de la planta tales como el metabolismo del nitrógeno, proteínas y hormonas; además, SALISBURY y ROSS (2000), afirman que los mecanismos

de acción de las giberelinas, están basados en dos efectos: estimulación de la división celular en el ápice del tallo y ocasionan el crecimiento celular, debido a que incrementan la hidrólisis de almidón y sacarosa. Sin embargo, el no haber diferencias entre los tratamientos es precisamente por la aplicación de las bioestimulantes por contener mayormente elementos menores que (ayudan a una mejor asimilación de los elementos mayores) regulan el crecimiento y ahijamientos de las plantas, coincidiendo con BAYONA (2007), menciona que los bioestimulantes ayudan a las plantas a tener un mejor desarrollo y crecimiento. Además, la EIA (2008), afirma que el arroz, se caracteriza por su amplia capacidad de macollamiento y a la vez se ve afectada negativamente, en algunas ocasiones por la lámina de agua en suelos inundados y por las sustancias tóxicas que se encuentran en esta. No obstante, condiciones como amplio espaciamiento, alta frecuencia de lluvias y la aplicación nitrogenada, favorecen el ahijamiento, aumentando el número de hijos, tanto productivos como infértiles, por lo que se recomienda la aplicación nitrogenada a mediados del ahijamiento.

4.1.3. Panojas por metro cuadrado

En el Cuadro 15, se presenta el análisis de varianza del número de panojas por metro cuadrado de arroz a los 120 días después del trasplante. Asimismo se observa que no existe significación estadística para los bloques, tratamientos, factor A (Bioestimuantes), factor B (Dosis) y la interacción de (A x B), para el número de panojas por metro cuadrado; además se tiene un muy buen coeficiente de variabilidad de 10.42 %.

Cuadro 15. Análisis de varianza del número de panojas por metro cuadrado.

Fuente de variación	G.L.	Panojas/m^2 a los 120 días			
		S.C.	C.M.	F. cal	Sig.
Bloques	3	1894.31	631.43	0.90	NS
Tratamientos	8	4467.50	558.44	0.79	NS
A (Bioestimulantes)	2	453.16	226.58	0.32	NS
B (Dosis)	2	926.00	463.00	0.66	NS
A x B (Interacción)	4	3088.33	772.08	1.10	NS
Error experimental	24	16838.94	701.62		
Total	35	33200.75			
C.V. (%):		10.42			

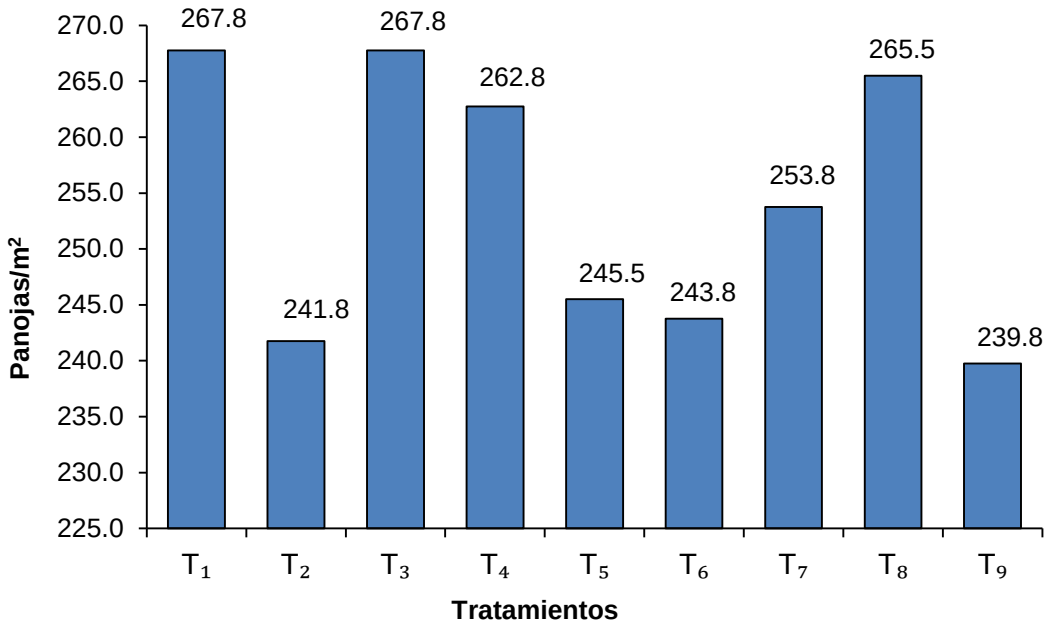
S : Existe significación estadística
NS : No existe significación estadística
AS : Altamente significativo

En el Cuadro 16 y Figura 3, se observa que no existe diferencias estadísticas significativas entre todos los tratamientos en el número de panojas por metro cuadrado; sin embargo el tratamiento el T_3 (Orgabiol + dosis alta), ocupó el primer lugar con 267.75 panojas por metro cuadrado, seguido del tratamiento T_1 (Orgabiol + dosis baja) con 267.75 pajonas por metro cuadrado y en último lugar fue el tratamiento T_9 (Biozyme + dosis alta) con 239.75 panojas por metro cuadrado, esto se debe a los condiciones ambientales así como el contenido nutrientes en el suelo, radiación solar y al efecto del nitrógeno asimilado, para un mejor ahijamiento y posterior crecimiento de la panoja, coincidiendo con UNNE (2007), afirmaron que los macollos presentan un crecimiento muy activo, a tal punto de ser difíciles de distinguir del tallo principal; además, representan un componente del rendimiento (determina el posible número de panojas) de gran importancia en cuanto al manejo; es decir dependen del número de tallos y las densidades de siembra. Sin embargo, GONZÁLEZ *et al*. (1985), aseveran que la planta de arroz se pueden encontrar algunos hijos que no produjeron una panícula, a estos hijos se les llama no válidos o tallos no efectivos.

Cuadro 16. Comparación de medias de Duncan (α = 0.05) del número de panojas por metro cuadrado.

Panojas por metro cuadrado (120 días)		
Clave	**Promedio**	**Significación**
T_3 (a_1b_3)	267.75	a
T_1 (a_1b_1)	267.75	a
T_8 (a_3b_2)	265.50	a
T_4 (a_2b_1)	262.75	a
T_7 (a_3b_1)	253.75	a
T_5 (a_2b_2)	245.50	a
T_6 (a_2b_3)	243.75	a
T_2 (a_1b_2)	241.75	a
T_9 (a_3b_3)	239.75	a

Letras iguales en una misma columna no hay diferencias significativas; Letras desiguales en una misma columna existe diferencias significativas.



T_1 (a_1b_1) = Orgabiol + dosis baja
T_2 (a_1b_2) = Orgabiol + dosis media
T_3 (a_1b_3) = Orgabiol + dosis alta
T_4 (a_2b_1) = Stimplex-G + dosis baja
T_5 (a_2b_2) = Stimplex-G + dosis media
T_6 (a_2b_3) = Stimplex-G + dosis alta
T_7 (a_3b_1) = Biozyme + dosis baja
T_8 (a_3b_2) = Biozyme + dosis media
T_9 (a_3b_3) = Biozyme + dosis alta

Figura 3. Panojas por metro cuadrado de arroz.

4.1.4. Espiguillas por panojas

En el Cuadro 17, se presenta el análisis de varianza del número de espigas por panoja de arroz a los 120 días después del trasplante.

Cuadro 17. Análisis de varianza del número de espiguillas por panoja del arroz

Fuente de variación	G.L.	Espiguillas/panoja a los 120 días			
		S.C.	C.M.	F	Sig.
Bloques	3	1637.29	545.76	2.55	NS
Tratamientos	8	2827.98	353.49	1.65	NS
A (Bioestimulantes)	2	455.09	227.55	1.06	NS
B (Dosis)	2	1367.71	683.85	3.19	S
A x B (Interacción)	4	1005.17	251.29	1.17	NS
Error experimental	24	5130.61	213.77		
Total	35	9595.89			
C.V. (%):		10.65			

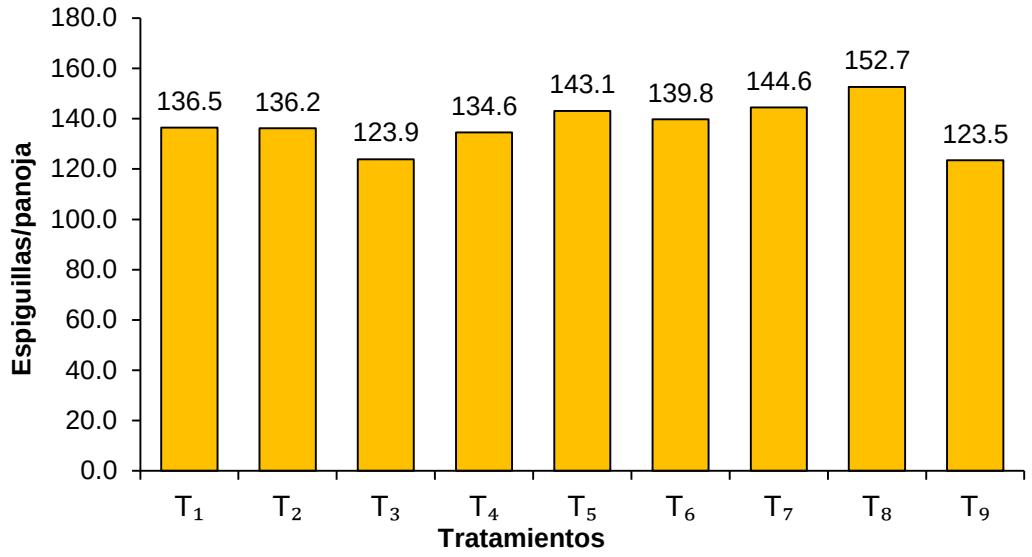
S : Existe significación estadística
NS : No existe significación estadística

Del Cuadro 17, se observa que no existe significación estadística entre bloque, tratamientos, factor A (Bioestimuantes) y la interacción de (A x B), sin embargo, para el factor B (Dosis) existió significación; además se tiene un muy buen coeficiente de variabilidad de 10.65%.

Cuadro 18. Comparación de medias de Duncan (α = 0.05) del número de espigillas por panoja.

Espiguillas/panoja (120 días)			
Clave	Promedio	Significación	
T_8 (a_3b_2)	152.68	a	
T_7 (a_3b_1)	144.56	a	b
T_5 (a_2b_2)	143.06	a	b
T_6 (a_2b_3)	139.75	a	b
T_1 (a_1b_1)	136.50	a	b
T_2 (a_1b_2)	136.18	a	b
T_4 (a_2b_1)	134.56	a	b
T_3 (a_1b_3)	123.93		b
T_9 (a_3b_3)	123.50		b

Letras iguales en una misma columna no hay diferencias significativas; Letras desiguales en una misma columna existe diferencias significativas.



T_1 (a_1b_1) = Orgabiol + dosis baja
T_2 (a_1b_2) = Orgabiol + dosis media
T_3 (a_1b_3) = Orgabiol + dosis alta
T_4 (a_2b_1) = Stimplex-G + dosis baja
T_5 (a_2b_2) = Stimplex-G + dosis media
T_6 (a_2b_3) = Stimplex-G + dosis alta
T_7 (a_3b_1) = Biozyme + dosis baja
T_8 (a_3b_2) = Biozyme + dosis media
T_9 (a_3b_3) = Biozyme + dosis alta

Figura 4. Espigas por panoja del cultivo de arroz.

En el Cuadro 18 y Figura 4, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T_8 (Biozyme + dosis media), T_7 (Biozyme + dosis baja), T_5 (Stimplex-G + dosis media), T_6 (Stimplex-G +dosis alta), T_1 (Orgabiol + dosis baja), T_2 (Orgabiol + dosis media) y T_4 (Stimplex-G + dosis baja) con 152.68, 144.56, 143.06, 139.75, 136.50, 136.18 y 134.56 espiguillas por panojas respectivamente; pero, existe significación estadística frente a los tratamiento T_3 (Orgabiol + dosis alta) y T_9 (Biozyme + dosis alta) con 123.93 y 123.50 espiguillas por panojas respectivamente, esto se debe a la aplicación de bioestimulantes en donde los elementos menores tienen funciones importantes en la cantidad de espiguillas por panoja, es decir una aplicación inadecuada de Zinc puede ocasionar el vaneamiento de los granos, debido a la esterilización de las espiguillas, coincidiendo con DOBERMANN y FAIRHURTS (2000), quienes refieren que la planta requiere del sílice (Si), para desarrollar hojas, tallos y raíces fuertes, pero una severa deficiencia de silicio

reduce el número de panículas por metro cuadrado y el número de espiguillas llenas por panícula, además una deficiencia de nitrógeno y fósforo afecta el número de espiguillas por panoja, el porcentaje de granos llenos y el peso de estos; además GONZÁLES *et al.* (1985), afirman que existe en la planta algunos hijos que no produjeron una panícula, a estos hijos se les llama no válidos o tallos no efectivos.

4.1.5. Peso de 1000 granos

En el Cuadro 19, se presenta el análisis de varianza del peso de 1000 granos de arroz a los 127 días después del trasplante.

Cuadro 19. Análisis de varianza de 1000 granos de arroz al 14% de humedad.

Fuente de variación	G.L.	Peso de 1000 granos (g) a los 127 días			
		S.C.	C.M.	F	Sig.
Bloques	3	9.88	3.29	4.36	NS
Tratamientos	8	5.22	0.65	0.86	NS
A (Bioestimulantes)	2	3.38	1.69	2.24	NS
B (Dosis)	2	0.38	0.19	0.25	NS
A x B (Interacción)	4	1.44	0.36	0.47	NS
Error experimental	24	18.11	0.75		
Total	35	33.22			
C.V. (%):		2.77			

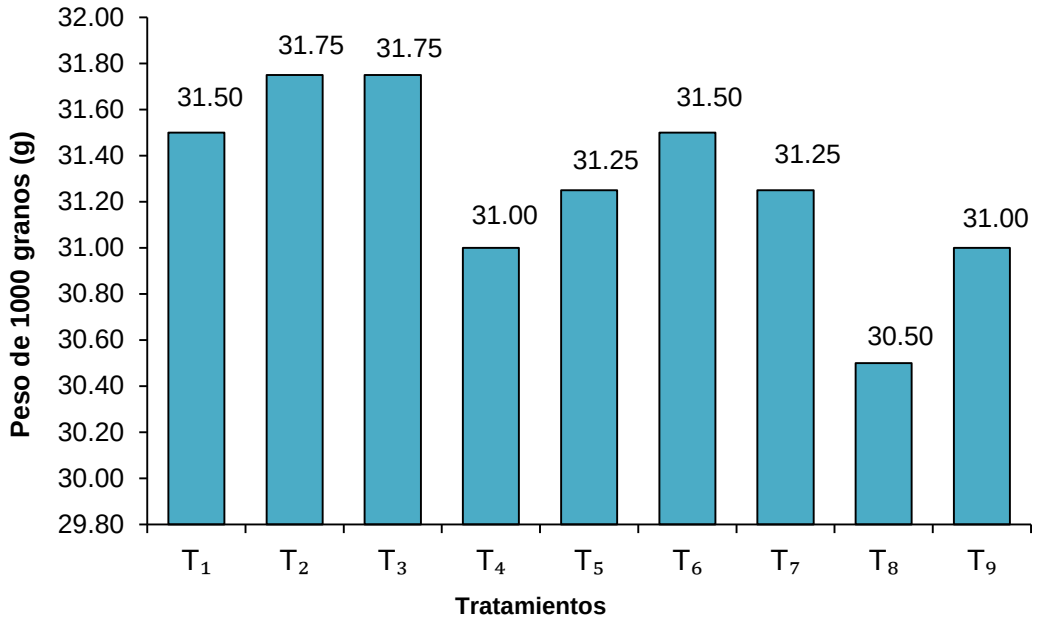
S : Existe significación estadística
NS : No existe significación estadística

Del Cuadro 19, se observa que no existe significación estadística para los bloques, tratamientos, factor A (Bioestimuantes), factor B (Dosis) y la interacción de (A x B), para el peso de 1000 granos; además se tiene un excelente coeficiente de variabilidad de 2.77%. En el Cuadro 20, se presenta la comparación de medias para el peso de 1000 granos de arroz.

Cuadro 20. Comparación de medias de Duncan (α = 0.05) de 1000 granos de arroz.

Peso de 1000 granos (g) a los125 días		
Clave	**Promedio**	**Significación**
T_3 (a_1b_3)	31.75	a
T_2 (a_1b_2)	31.75	a
T_6 (a_2b_3)	31.50	a
T_1 (a_1b_1)	31.50	a
T_7 (a_3b_1)	31.25	a
T_5 (a_2b_2)	31.25	a
T_9 (a_3b_3)	31.00	a
T_4 (a_2b_1)	31.00	a
T_8 (a_3b_2)	30.50	a

Letras iguales en una misma columna no hay diferencias significativas; Letras desiguales en una misma columna existe diferencias significativas.



T_1 (a_1b_1) = Orgabiol + dosis baja
T_2 (a_1b_2) = Orgabiol + dosis media
T_3 (a_1b_3) = Orgabiol + dosis alta
T_4 (a_2b_1) = Stimplex-G + dosis baja
T_5 (a_2b_2) = Stimplex-G + dosis media
T_6 (a_2b_3) = Stimplex-G + dosis alta
T_7 (a_3b_1) = Biozyme + dosis baja
T_8 (a_3b_2) = Biozyme + dosis media
T_9 (a_3b_3) = Biozyme + dosis alta

Figura 5. Peso de 1000 granos (g) al 14% de humedad.

Se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio (Cuadro 20 y Figura 5), es decir que matemáticamente son diferentes pero estadísticamente son iguales; sin embargo el tratamiento T_3 (Orgabiol + dosis alta) y T_2 (Orgabiol + dosis media), tienen valores de 31.75 gramos de arroz, seguido de los tratamientos T_6 (Stimplex-G +dosis alta) y T_1 (Orgabiol + dosis baja) con 31.50 gramos, se debe a los efectos de los bioestimulantes aplicados pero que no tuvieron diferencias significativas entre tratamientos a pesar de ser aplicados a diferentes dosis; sin embargo, APARECIDO *et al.* (2004), aplicaron citoquininas en conjunto con giberelinas a una dosis de 0,09 y 0,05 gramos respectivamente por hectárea y obtuvieron un efecto significativo en variables como el llenado del grano, peso de 1000 granos y el rendimiento de campo; además la FAO (2003), detalla algunos problemas ocasionados por la deficiencia de Mg, afecta significativamente el desarrollo y producción de la planta sobre todo el peso del grano.

4.1.6. Rendimiento

En el Cuadro 21, se presenta el análisis de varianza del rendimiento del cultivo de arroz, donde se observa que no existe significación estadística para los bloques, tratamientos, factor A (Bioestimulantes), factor B (Dosis) y la interacción de (A x B), para el rendimiento del cultivo de arroz; además se tiene un muy buen coeficiente de variabilidad de 12.06%. En el Cuadro 22, se presenta la comparación de medias para el rendimiento del cultivo de arroz.

Cuadro 21. Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de arroz.

Fuente de variación	G.L.	Rendimiento (kg/ha)			
		S.C.	C.M.	F	Sig.
Bloques	3	3443236.55	1147745.52	0.68	NS
Tratamientos	8	27094508.00	3386813.50	2.01	NS
A (Bioestimulantes)	2	1256786.16	628393.08	0.37	NS
B (Dosis)	2	7692063.16	3846031.58	2.28	NS
A x B (Interacción)	4	18145658.70	4536414.66	2.69	NS
Error experimental	24	40387932.40	1682830.52		
Total	35	70925677.00			

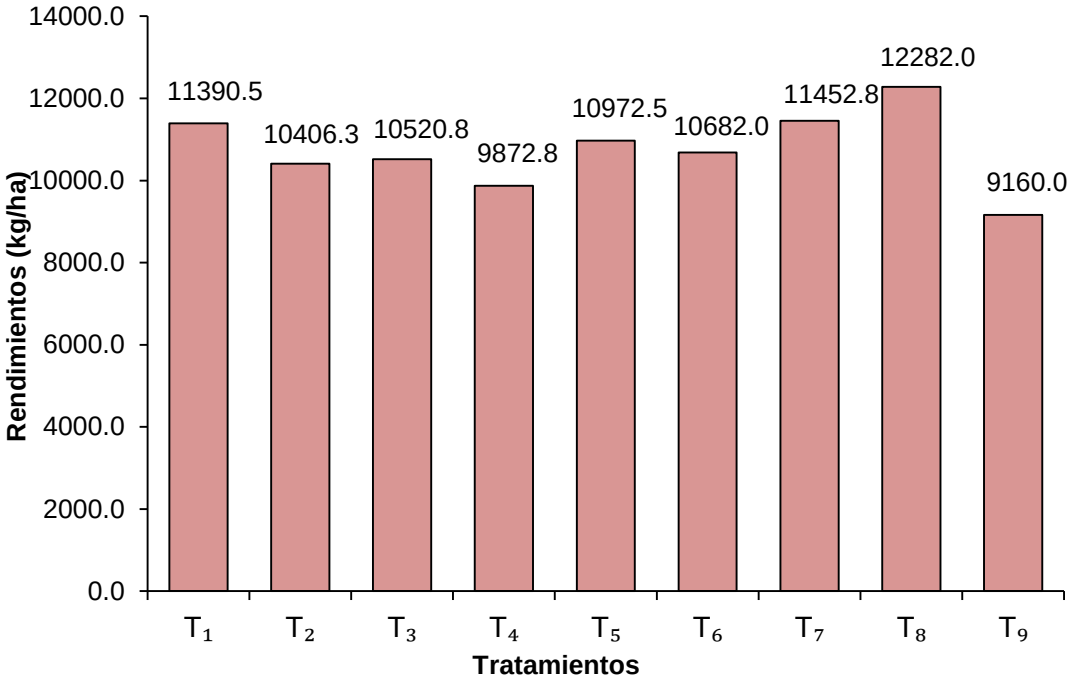
C.V. (%): 12.06

S : Existe significación estadística
NS : No existe significación estadística

Cuadro 22. Comparación de medias de Duncan (α = 0.05) del rendimiento de arroz.

Rendimientos (kg/ha)				
Clave	**Promedio**	**Significación**		
T_8 (a_3b_2)	12282.00	a		
T_7 (a_3b_1)	11452.75	a	b	
T_1 (a_1b_1)	11390.50	a	b	
T_5 (a_2b_2)	10972.50	a	b	c
T_6 (a_2b_3)	10682.00	a	b	c
T_3 (a_1b_3)	10520.75	a	b	c
T_2 (a_1b_2)	10406.25	a	b	c
T_4 (a_2b_1)	9872.75		b	c
T_9 (a_3b_3)	9160.00			c

Letras iguales en una misma columna no hay diferencias significativas; Letras desiguales en una misma columna existe diferencias significativas.



T_1 (a_1b_1) = Orgabiol + dosis baja
T_2 (a_1b_2) = Orgabiol + dosis media
T_3 (a_1b_3) = Orgabiol + dosis alta
T_4 (a_2b_1) = Stimplex-G + dosis baja
T_5 (a_2b_2) = Stimplex-G + dosis media
T_6 (a_2b_3) = Stimplex-G + dosis alta
T_7 (a_3b_1) = Biozyme + dosis baja
T_8 (a_3b_2) = Biozyme + dosis media
T_9 (a_3b_3) = Biozyme + dosis alta

Figura 6. Rendimiento del cultivo de arroz en kilogramos por hectárea.

En el Cuadro 22 y Figura 6, se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos T_8 (Biozyme + dosis media), T_7 (Biozyme + dosis baja), T_1 (Orgabiol + dosis baja), T_5 (Stimplex-G + dosis media), T_6 (Stimplex-G +dosis alta), T_3 (Orgabiol + dosis alta) y T_2 (Orgabiol + dosis media) con rendimientos de 12282.00, 11452.75, 11390.50, 10972.50, 10682.00, 10520.75 y 10406.25 kilogramos por hectárea respectivamente, es decir estadísticamente son iguales pero matemáticamente son diferentes; sin embargo los tratamientos T_4 (Stimplex-G + dosis baja) y T_9 (Biozyme + dosis alta), tienen los rendimientos más bajos con 9872.75 y 9160.00 kilogramos por hectáreas respectivamente, los altos rendimientos obtenidos se debe a que hubo una buena asimilación de los elementos por la aplicación del fósforo

antes del trasplante, que ayudó a corregir el pH; sin embargo para McCAULEY *et al*. (2011), afirma que la aplicación ineficiente y/o insuficiente del nitrógeno, puede generar una severa deficiencia que puede producir un macollamiento reducido, plantas pequeñas y con menor número de hojas, además, un menor peso y número de granos por panícula; por lo tanto el T_8 (Biozyme + dosis media), alcanzó el mayor rendimiento con 12282.00 kg/ha, se debe a que tuvo una cantidad adecuada de hierro que ayudó a una mejor absorción del potasio es decir que hubo un sinergismo positivo entre estos dos elementos, además para DOBERMANN y FAIRHURTS (2000), afirma que una adecuada absorción del azufre ayuda al crecimiento de la planta, producción de macollos y panojas, también para SALISBURY y ROSS (2000), quienes refieren que la planta con adecuada dosis de magnesio se convierte en un componente fundamental de la clorofila, por lo que es determinante en la fotosíntesis, que da como resultado mayor área foliar, número de macollos, espigas por panoja y un buen llenado de granos, igualmente DE DATTA (1986), afirma que el manganeso es un componente esencial en la respiración celular, en el metabolismo del nitrógeno, en reacciones de óxido-reducción y en la fotosíntesis ya que actúa como activador de varias enzimas como la oxidasa, peroxidasa, deshidrogenasa, descarboxilasa, kinasa y el nitrato reductasa.

En cambio el tratamiento que tuvo menor rendimiento fue T_9 (Biozyme + dosis alta) con 9160.00 kg/ha, se debe precisamente a que hubo un antagonismo entre elementos, es decir el exceso de uno afecta la asimilación del otro elemento; además tuvo un inadecuado cantidad de aplicación de boro, coincidiendo con KASS (1996); SALISBURY y ROSS

(2000), quienes aseveran que cuando hay una baja asimilación del boro ocasiona una inadecuada elongación de los tubos del polen y por consiguiente, la esterilidad de las espiguillas o un incompleto llenado del granos. En el Cuadro 23, se presenta el análisis económico de los tratamientos en estudio.

4.2. Del análisis económico de los tratamientos en estudio

Del Cuadro 23, se observa que el índice de rentabilidad se obtuvo mediante la división: Utilidad (S/.) entre el costo de producción (S/.), para cada uno de los tratamientos en estudio; es decir que el tratamiento T_8 (Biozyme + dosis media) tiene mayor valor del índice de rentabilidad con 2.51, con una utilidad neta que fue de 10535.67 soles/ha, indicando que a una aplicación 50 ml de Bioestimulante/ha en campo definitivo, provoca un mayor beneficio económico debido que este tratamiento tuvo un sinergismo positivo entre los microelementos y macroelementos que los demás tratamientos; seguido del tratamiento T_7 (Biozyme + dosis baja) con un índice de rentabilidad de 2.39 y finalmente el de menor índice de rentabilidad fue el tratamiento T_9 (Biozyme + dosis alta) con 1.50.

Cuadro 23. Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Trat.	Costos de producción/ha (S/.)															
	A.										B	C	D	E	F	G
	L. T.	P. T.	C.P.	C.E	C.M.	Sem.	S. y C.	Abo.	Bioes.	Cos.	C. Total (S/.)	Rdto.(kg/ha)	I. B.	U. (S/.)	I. R.	B/C
T_1 (a_1b_1)	240	180	210	150	115	210	150	2257.73	150.00	600	4262.73	11390.5	13668.6	9405.87	2.21	3.21
T_2 (a_1b_2)	240	180	210	150	115	210	150	2257.73	300.00	600	4202.73	10406.3	12487.5	8284.77	1.97	2.97
T_3 (a_1b_3)	240	180	210	150	115	210	150	2257.73	500.00	600	4402.73	10520.8	12624.9	8222.17	1.87	2.87
T_4 (a_2b_1)	240	180	210	150	115	210	150	2257.73	108.75	600	4011.48	9872.8	11847.3	7835.82	1.95	2.95
T_5 (a_2b_2)	240	180	210	150	115	210	150	2257.73	217.50	600	4120.23	10972.5	13167.0	9046.77	2.20	3.20
T_6 (a_2b_3)	240	180	210	150	115	210	150	2257.73	326.25	600	4228.98	10682.0	12818.4	8589.42	2.03	3.03
T_7 (a_3b_1)	240	180	210	150	115	210	150	2257.73	150.00	600	4052.73	11452.8	13743.3	9690.57	2.39	3.39
T_8 (a_3b_2)	240	180	210	150	115	210	150	2257.73	300.00	600	4202.73	12282.0	14738.4	10535.67	**2.51**	3.51
T_9 (a_3b_3)	240	180	210	150	115	210	150	2257.73	500.00	600	4402.73	9160.0	10992.0	6589.27	1.50	2.50

LT: Limpieza del terreno
PT: Preparación del terreno
CP: Control de plagas
CE: Control enfermedades
CM: Control de malezas

Sem: Semilla
SC: Siembra y cosecha
Abo: Abonamiento
Bies: Bioestimulantes
Cos: Cosecha

IB: Ingreso bruto
U: Utilidad
IR: Índice de rentabilidad
B/C: Beneficio costo

B = A
D = C x 1.2
E = D - B
F = E/B
G = D/B

T_1 (a_1b_1) = Orgabiol + dosis baja
T_2 (a_1b_2) = Orgabiol + dosis media
T_3 (a_1b_3) = Orgabiol + dosis alta

T_4 (a_2b_1) = Stimplex-G + dosis baja
T_5 (a_2b_2) = Stimplex-G + dosis media
T_6 (a_2b_3) = Stimplex-G + dosis alta

T_7 (a_3b_1) = Biozyme + dosis baja
T_8 (a_3b_2) = Biozyme + dosis media
T_9 (a_3b_3) = Biozyme + dosis alta

V. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los objetivos y resultados realizados en la presente investigación, el bioestimulante que mayor efecto tuvo fue el Biozyme a una dosis media de 50 ml/20 litros de agua; es decir alcanzó un rendimiento promedio de 12282.00 kg/ha (T_8).

2. La rentabilidad del presente trabajo de investigación fue el tratamiento T_8 (Biozyme + dosis media) que tuvo mayor índice de rentabilidad con 2.51, con una utilidad neta que fue de 10535.67 soles/ha y el de menor índice de rentabilidad fue el tratamiento T_9 (Biozyme + dosis alta) con 1.50, con una utilidad neta de 6589.27 soles/ha.

VI. RECOMENDACIONES

1. En los próximos trabajos de investigaciones relacionados al tema, se debe incluir un tratamiento testigo.

2. Efectuar ensayos, donde las dosis de los productos correspondan a las cantidades de macro y microelementos, así como de los bioestimulantes, donde se pueda lograr obtener resultados significativos en las diferentes variables evaluadas.

3. Plantear un análisis presupuestario que permita medir la relación beneficio/costo que genera la aplicación de un paquete basado en la fertilización foliar.

VII. RESUMEN

El objetivo fue evaluar el mejor bioestimulante a diferentes dosis en el rendimiento del cultivo de arroz. El diseño empleado fue un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 3A x 3B con 4 repeticiones. Los resultados para la altura de planta, indican que el tratamiento T9 (Biozyme + dosis alta) con 22.47 cm tuvo mayor altura a los 25 días; así como, el tratamiento T6 (Stimplex-G + dosis alta) con 56.27 cm a los 50 días y T7 (Biozyme + dosis baja) con 86.13 cm a los 75 días después del trasplante. Además, para el número de macollos, panojas por metro cuadrado y para el peso de 1000 granos el tratamiento T3 (Orgabiol + dosis alta) tuvo mayor efecto con 321.0 macollos, 267.75 panojas y 31.75 gramos respectivamente, para las espiguillas por panoja y rendimiento el tratamiento T8 (Biozyme + dosis media) tuvo un promedio de 152.68 espiguillas y 12282.00 kg/ha respectivamente. Del análisis de rentabilidad el tratamiento T8 (Biozyme + dosis media) que tuvo mayor índice de rentabilidad con 2.51, con una utilidad neta que fue de 10535.67 soles/ha y el de menor índice de rentabilidad fue el tratamiento T9 (Biozyme + dosis alta) con 1.50, con una utilidad neta de 6589.27 soles/ha.

Palabras clave: arroz, bioestimulate, macollo, panoja, rendimiento.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the best biostimulants at different doses in the yield of rice crops. The design used was the completely randomized block design (CRBD; DBCA in Spanish) with a factorial arrangement of 3A x 3B with 4 repetitions. The results for the plant height indicate that treatment T9 (Biozyme + high dose) with 22.47 cm had the greatest height at 25 days; just as treatment T6 (Stimplex-G + high dose) with 56.27 cm at 50 days and T7 (Biozyme + low dose) with 86.13 cm at 75 days after transplant. Moreover, for the number of tillers, panicles per square meter and for the weight of 1000 grains, treatment T3 (Orgabiol + high dose) had the best effect with 321.0 tillers, 267.75 panicles and 31.75 grams, respectively, for the spikelets per panicle and the yield, treatment T8 (Biozyme + average dose) had an average of 152.68 spikelets and 12,282.00 kg/ac, respectively. For the profitability analysis, treatment T8 (Biozyme + average dose) had the greatest profitability index with 2.51, with a net utility that was 10,535.67 soles/ac and the lowest profitability index was T9 (Biozyme + high dose) with 1.50, with a net utility of 6589.27 soles/ac.

Keywords: rice, biostimulant, tiller, panicle, yield

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRICULTURA. 2017. El cultivo del arroz. 1ra parte. Infoagro.com. [En línea]:http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm, (Consultado el 15 de marzo de 2018).
2. ANGLADETTE, A. 1969. El arroz. Blume. Madrid, España. 870 p.
3. APARECIDO, D.; DOURADO, D.; NEWTON, T.; GARCIA, RA.; AUGUSTO, P.; BINOTTO, E.; NOBRE, P.E. 2004. Influência do uso de fitorregulador no crescimento do arroz irrigado. Revista da FZVA 11(1): 86-94 [En línea]: http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/ index. php/fzva/article/viewFile/2190/1706, (Consultado el 26 de febrero 2013).
4. AZCÓN-BIETO, J; TALÓN. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. McGRAW- HILL. Barcelona, España, 134 p.

a. BAYONA, G. R. 2007. Estudio de fórmulas de NPK, empleando dos fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad molinera de dos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Valle del Bajo Piura. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. 170 p.

5. CALZADA, J. 1976. Métodos estadísticos. Bloque completamente randomizado, cuadrado latino y otros diseños similares. Tercera edición. Edición Jurídica S. A. Lima, Perú. 645 p.
6. CHIARELO, C.; GÓMEZ, A., PEREIRA, RD., WINKLER, A.S.; SANTOS, L.O. 2007. Efeitos do uso de Stimulate® no desempenho da cultura do arroz irrigado. UFPel, BR. [En línea]: http://www.ufpel.edu.br/

cic/ 2007/cd/pdf/ CA/ CA01173.pdf, (Consultado el 27 de febrero de 2013).

7. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 2005. Morfología de la planta de arroz. Revista Cali. [En línea]: http://webapp.ciat. cgiar.org/riceweb/pdfs/morfologia_planta_arroz.pdf, (Consultado el 7 de mayo de 2011).
8. CIEPE, A. 1998. Programa de evaluación y estabilización de los parámetros de calidad de arroz por las agroindustrias arroceras en Venezuela, San Felipe. 30 p.
9. DE DATTA, S.K. 1986. Producción de arroz: fundamentos y prácticas. México, D.F, Limusa. 692 p.
10. DEGIOVANNI, V.; MARTINEZ, R.; MOTTA, O. Producción eco - eficiente de arroz en América Latina. Colombia. 513 p.
11. DÍAZ, M., D. 2014. Hormonas Vegetales y Biorreguladores para la Agricultura. Hojas Técnicas de Fertilab, Mexico. 4 p. Extraído de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/los-biorreguladores-de-crecimiento-en-las-plantas -
12. DICTA. 2003. Manual técnico para el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Comayagua, Honduras. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA): Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG). Honduras. 18 p.
13. DOBERMAN, A.; FAIRHUST, T. 2000. Arroz. Desórdenes nutricionales y manejo de nutrientes. 37 p.

14. EIA. 2008. Encuentro Internacional de Arroz. Mejoramiento, manejo y producción de semillas de arroz. Habana, Cuba. II Arroz. 112 p.

15. FAO. 2003. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [En línea]: http://www.fao.org/3/y2778s/y2778s00. htm (Consultado el 12 de mayo de 2011).

16. FERREIRA, E.; MOUNTAUBAN, F. 1998. Incidencia de factores climáticos sobre rendimientos y componentes y vías de construcción del rendimiento en cultivares de arroz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 186 p.

17. GÓMEZ, T. 2012. Efecto de la aplicación de bioestimulantes, fertilizantes foliares y el caolín, sobre el comportamiento agronómico y en la producción de la variedad de arroz (*Oryza sativa* L.) Cr-4477 En Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Tesis para optar el grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Tecnológico De Costa Rica, Costa Rica 93 p.

18. GONZÁLES, F. 2010. El cultivo de arroz en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 43 p.

19. GONZÁLES, N.; ZAMORANO, D. 2009. El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). U Chile, CL. [En línea]: http://www.sap.uchile.cl/descargas/ fisiogenetica/ Fisiologia_del_arroz.pdf, (Consultado el 7 de mayo de 2011).

20. GONZÁLEZ F.J.; ARREGOCÉS, O.; ESCOBAR, E. 1985. Principales malezas en el cultivo del arroz en América Latina. In: Tascón J. E.; García Durán, E. (eds.). Arroz: Investigación y producción: Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Cali, CO. p. 419-444.

21. GRANADOS, E. 2015. Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena; Ocós, San Marcos. Universidad Rafael Landívar, tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Coatepeque, México 60 p.

22. GUERRERO, A. 2006. Efecto de tres bioestimulantes comerciales en el crecimiento de los tallos de proteas, *Leucadendron* sp. Cv. Safari Sunset. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 94 p.

23. HACIENDA EL POTRERO. 2010. Boletín de nuevas variedades de arroz, Tarapoto, San Martin. 26 p.

24. INIAP. 2007. Manual del cultivo de arroz. Manual N^{o} 66. 2da Edición. Quito, Ecuador. Pp. 40 - 46.

25. INRRA, 2009. Descripción taxonómica del arroz. [En línea]: WWW.unctad. org/infocomm/espagnol/arroz/descripc.htm, (Consultado el 16 de junio de 2014).

26. INTA. 2012. Guía tecnológica del cultivo de arroz. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Edición N° 5. Managua, Nicaragua. Pp. 5 - 10.

27. IRRI. 2009. Rice Standar Evaluation System. (International Rice Research Institute). [En línea]: http://www.knowledgebank.irri.org/extension/index.php/IRRI, (Consultado el 25 de mayo de 2011)

28. KASS, D.C.L. 1996. Fertilidad de suelos. 1ra Ed. J Núñez. San José, Costa Rica, EUNED. 272 p.

29. LÓPEZ, B. 2006. Determinación preliminar de géneros y densidades de poblaciones de nematodos asociados al cultivo del arroz (*Oryza sativa*) en la Región Huetar norte de Costa Rica. 50 p.

30. LU, R. 2004. Taxonomy of the genus *Oryza* (Poaceae): Historical perspective and current status. International Rice Research Notes IRRN. 24. Pp. 4 - 9.

31. McCAULEY, A.; JONES, C.; JACOBSEN, J. 2002. Plant Nutrient Deficiency Symptoms in Rice. Nutrient Management Module N° 9. 16 p [En línea]: http://landresources.montana.edu/nm/documents/NM9.pdf, (Consultado el 12 de mayo de 2018).

32. MENESES, R. 1995. Manejo integrado del cultivo. Cuba. II Arroz. 102 p.

33. MOQUETE, C. 2010. Guía técnica: El cultivo de arroz. Editorial Centenario S.A. Santo Domingo, República Dominicana. Pp. 27 - 35.

34. OLMOS, S. 2007. Apunte de morfología, fenología, ecofisiología y mejoramiento genético del arroz. Argentina. Catedra de cultivos II.

35. ORTEGA, B.R. 2002. Fertilización del arroz. Costa Rica 18 p. [En línea]: http://www.inia.cl/quilamapu/pubycom/infoarroz/arroz3.htm.Pdf, (Consultado el 12 de marzo de 2016).

36. ORTIZ, A.; GARCÍA, O. 2002. Efecto del ácido giberélico sobre el rendimiento de la variedad de arroz. Araure 4. Venezuela. Agronomía tropical, 52(4): 485 - 495.

37. PINEDO, O. 2013. Rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) Cv conquista en tres edades de siembra y diferente número de plantas por golpe, en el sistema de cultivo intensivo (Sir) en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. 80 p.

38. QUÍMICA SUIZA. 2018. Ficha técnica Stimplex-G. Lima, Perú, [En línea]: http://www.qsindustrial.biz/sites/default/files/product/files/publics/ficha_tecnica_stimplex-g.pdf, (Consultado el 12 de mayo de 2016).

39. RODRÍGUEZ, H. 1999. Fertilización del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). conferencia del III Congreso Nacional de Suelos 1999. Costa Rica. 14 p.

40. SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería). 2003. manual técnico para el cultivo de arroz. (Oryza sativa L.). 59 p.

41. SALISBURY, B.; ROSS, W. 2000. Fisiología de las plantas: Células, agua, soluciones y superficies. Trad. J.M. Alonso. Madrid, España, Paraninfo. 1: 305 p.

42. SENNOVA (El Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Investigación). 2018. La Rizipiscicultura , integración del cultivo de peces en los campos de arroz, una estrategia de manejo de sistemas sostenibles [En línea]: http://centroagropecuarioelporvenir.blogspot.com/p/portales.html, (Consultado el 26 de Octubre 2019).

43. SUCRE, L. 2002. Respuesta de arroz en condiciones de riego a la fertilización nitrogenada y aspersiones de fertilizantes foliares. Tesis de ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Bale, EC. 68 p.

44. TQC. 2017. Ficha Técnica. Tecnología Química y de Comercio S.A. 3

45. UNNE. 2007. Fisiología del arroz y mejoramiento. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. [En línea]: http://agr.unne.edu.ar/ fao/chile-ppt/ 1-Fisiologia%20del%20arroz%20Marassi.pdf, (Consultado el 8 de mayo de 2017).

46. VELÁZQUEZ, J.; ROSALES, A-; RODRÍGUEZ, H.; SALAS, R. 2015. Determinación de las etapas de inicio de macollamiento, inicio de primordio, floración y madurez en la planta de arroz, con el sistema S, V y R correlacionado con la sumatoria térmica. Agronomía Costarricense 39(2): 121-129.

IX. ANEXO

Cuadro 24. Altura de la planta (cm) de arroz a los 25 días después del trasplante.

Bloques	Tratamientos									Total
	T_1 (a_1b_1)	T_2 (a_1b_2)	T_3 (a_1b_3)	T_4 (a_2b_1)	T_5 (a_2b_2)	T_6 (a_2b_3)	T_7 (a_3b_1)	T_8 (a_3b_2)	T_9 (a_3b_3)	
I	17.55	19.22	16.77	19.33	25.11	19.22	17.88	19.11	24.33	178.52
II	20.66	16.67	19.88	17.33	20.66	21.11	23.33	19.67	26.33	185.64
III	17.33	18.56	16.00	20.44	19.11	22.56	22.11	17.56	18.67	172.34
IV	22.22	24.56	22.89	24.00	21.00	20.44	22.56	20.00	20.56	198.23
Σ	**77.76**	**79.01**	**75.54**	**81.10**	**85.88**	**83.33**	**85.88**	**76.34**	**89.89**	**734.73**
x	**19.44**	**19.75**	**18.89**	**20.28**	**21.47**	**20.83**	**21.47**	**19.09**	**22.47**	**183.68**

Cuadro 25. Altura de la planta de arroz (cm) a los 50 días después del trasplante.

Bloques	Tratamientos									Total
	T_1 (a_1b_1)	T_2 (a_1b_2)	T_3 (a_1b_3)	T_4 (a_2b_1)	T_5 (a_2b_2)	T_6 (a_2b_3)	T_7 (a_3b_1)	T_8 (a_3b_2)	T_9 (a_3b_3)	
I	63.11	49.88	49.00	49.88	56.88	50.44	57.11	53.22	61.66	491.18
II	51.44	54.33	48.11	45.33	50.00	59.56	40.88	49.44	44.77	443.86
III	40.56	48.00	53.89	64.00	45.33	57.22	57.89	55.00	58.11	480.00
IV	56.11	54.33	53.67	61.56	50.78	57.89	51.78	64.67	51.00	501.79
Σ	**211.22**	**206.54**	**204.67**	**220.77**	**202.99**	**225.11**	**207.66**	**222.33**	**215.54**	**1916.83**
x	**52.81**	**51.64**	**51.17**	**55.19**	**50.75**	**56.28**	**51.92**	**55.58**	**53.89**	**479.21**

Cuadro 26. Altura de la planta de arroz (cm) a los 75 días después del trasplante.

Bloques	Tratamientos									Total
	T_1 (a_1b_1)	T_2 (a_1b_2)	T_3 (a_1b_3)	T_4 (a_2b_1)	T_5 (a_2b_2)	T_6 (a_2b_3)	T_7 (a_3b_1)	T_8 (a_3b_2)	T_9 (a_3b_3)	
I	80.22	83	89.22	76.33	86.66	80.44	93.77	86.66	88.11	764.41
II	79.33	84.11	77	75.11	81.44	83	81.11	82.44	81.55	725.09
III	77.11	75.89	77.89	83.33	77.44	87.67	84.33	78.89	84.67	727.22
IV	79.89	83.11	82.11	89.33	97.33	91.88	85.33	88.89	87.44	785.31
Σ	**316.55**	**326.11**	**326.2**	**324.1**	**342.87**	**342.99**	**344.5**	**336.9**	**341.77**	**3002.03**
x	**79.14**	**81.53**	**81.56**	**81.03**	**85.72**	**85.75**	**86.14**	**84.22**	**85.44**	**750.51**

Cuadro 27. Número de macollos por metro cuadrado a los 120 días después trasplante.

Bloques	Tratamientos									Total
	T_1 (a_1b_1)	T_2 (a_1b_2)	T_3 (a_1b_3)	T_4 (a_2b_1)	T_5 (a_2b_2)	T_6 (a_2b_3)	T_7 (a_3b_1)	T_8 (a_3b_2)	T_9 (a_3b_3)	
I	316	305	321	320	312	317	327	310	306	2734
II	312	318	319	319	308	317	306	317	317	2833
III	320	312	323	323	316	313	317	313	311	2848
IV	316	306	321	320	312	317	327	310	306	2835
Σ	**1264**	**1241**	**1284**	**1282**	**1248**	**1264**	**1277**	**1250**	**1240**	**11250**
x	**316**	**310.25**	**321**	**320.5**	**312**	**316**	**319.25**	**312.5**	**310**	**2813**

Cuadro 28. Número de panojas por metro cuadrado del cultivo de arroz.

Bloques	Tratamientos									Total
	T_1 (a_1b_1)	T_2 (a_1b_2)	T_3 (a_1b_3)	T_4 (a_2b_1)	T_5 (a_2b_2)	T_6 (a_2b_3)	T_7 (a_3b_1)	T_8 (a_3b_2)	T_9 (a_3b_3)	
I	286	260	236	274	247	249	259	288	246	2345
II	275	239	269	219	249	275	259	288	231	2304
III	224	238	298	260	243	238	265	197	215	2178
IV	286	230	268	298	243	213	232	289	267	2326
Σ	**1071**	**967**	**1071**	**1051**	**982**	**975**	**1015**	**1062**	**959**	**9153**
x	**267.75**	**241.75**	**267.8**	**262.8**	**245.5**	**243.75**	**253.8**	**265.5**	**239.75**	**2288.3**

Cuadro 29. Número de espiguillas por panojas del cultivo de arroz.

Bloques	Tratamientos									Total
	T_1 (a_1b_1)	T_2 (a_1b_2)	T_3 (a_1b_3)	T_4 (a_2b_1)	T_5 (a_2b_2)	T_6 (a_2b_3)	T_7 (a_3b_1)	T_8 (a_3b_2)	T_9 (a_3b_3)	
I	136.50	115.50	141.00	116.75	150.50	141.50	152.25	153.25	131.00	1238.25
II	138.75	166.00	117.00	151.25	155.00	128.00	134.50	160.00	97.50	1248.00
III	156.00	139.00	126.25	147.25	142.50	145.25	144.25	154.75	156.00	1311.25
IV	114.75	124.25	111.50	123.00	124.25	144.25	147.25	142.75	109.50	1141.50
Σ	**546.00**	**544.75**	**495.75**	**538.25**	**572.25**	**559.00**	**578.25**	**610.75**	**494.00**	**4939.00**
x	**136.50**	**136.19**	**123.94**	**134.56**	**143.06**	**139.75**	**144.56**	**152.69**	**123.50**	**1234.75**

Cuadro 30. Peso de 1000 granos (g) de arroz al 14 % de humedad.

Bloques	Tratamientos									Total
	T_1 (a_1b_1)	T_2 (a_1b_2)	T_3 (a_1b_3)	T_4 (a_2b_1)	T_5 (a_2b_2)	T_6 (a_2b_3)	T_7 (a_3b_1)	T_8 (a_3b_2)	T_9 (a_3b_3)	
I	31	31	32	31	31	31	31	31	32	281
II	30	31	31	31	31	31	32	28	29	274
III	32	32	33	31	31	32	31	32	32	286
IV	33	33	31	31	32	32	31	31	31	285
Σ	**126**	**127**	**127**	**124**	**125**	**126**	**125**	**122**	**124**	**1126**
x	**31.5**	**31.75**	**31.75**	**31**	**31.25**	**31.5**	**31.25**	**30.5**	**31**	**281.5**

Cuadro 31. Rendimiento (kg/ha) del cultivo de arroz.

Bloques	Tratamientos								
	T_1 (a_1b_1)	T_2 (a_1b_2)	T_3 (a_1b_3)	T_4 (a_2b_1)	T_5 (a_2b_2)	T_6 (a_2b_3)	T_7 (a_3b_1)	T_8 (a_3b_2)	T_9 (a_3b_3)
I	12102.90	9309.30	10648.32	9916.75	11523.79	10922.39	12224.15	13682.16	10312.32
II	11446.88	12298.94	9756.63	10268.36	11964.45	10912.00	11147.36	12902.40	6531.52
III	11182.08	10586.24	12415.43	7942.67	10734.53	11062.24	11850.14	9755.44	10732.80
IV	10830.11	9430.58	9263.42	11362.74	9666.80	9832.08	10590.22	12788.97	9063.32
Σ	**45561.97**	**41625.06**	**42083.80**	**39490.52**	**43889.57**	**42728.71**	**45811.87**	**49128.97**	**36639.96**
x	**11390.49**	**10406.27**	**10520.95**	**9872.63**	**10972.39**	**10682.18**	**11452.97**	**12282.24**	**9159.99**

Figura 7. Croquis del campo experimental.

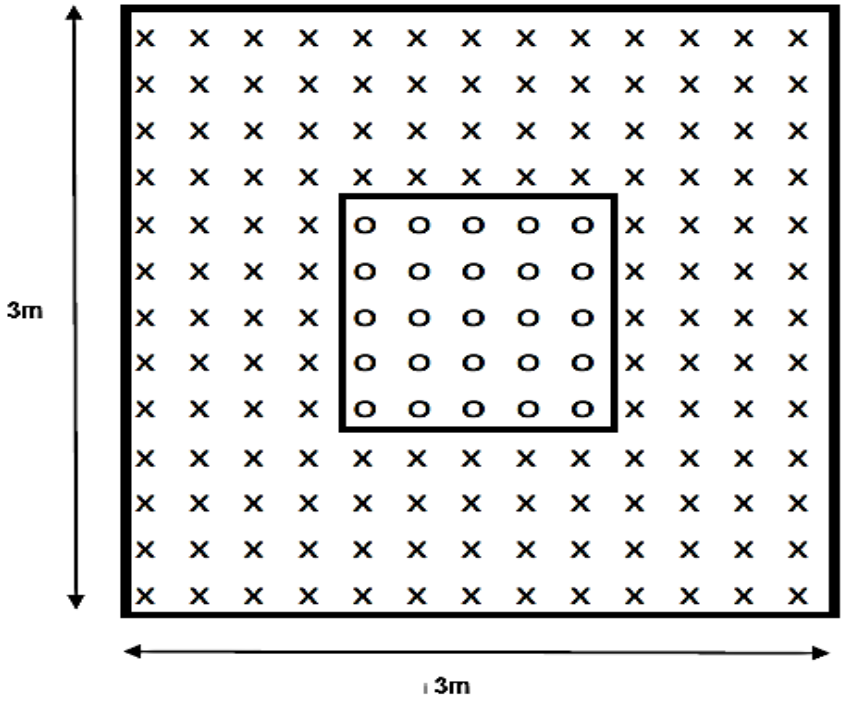


Figura 8. Parcela experimental.

Figura 9. Preparación el terreno.

Figura 10. Siembra de la semilla de arroz (almacigo).

Figura 11. Trasplante del arroz en campo definitivo.

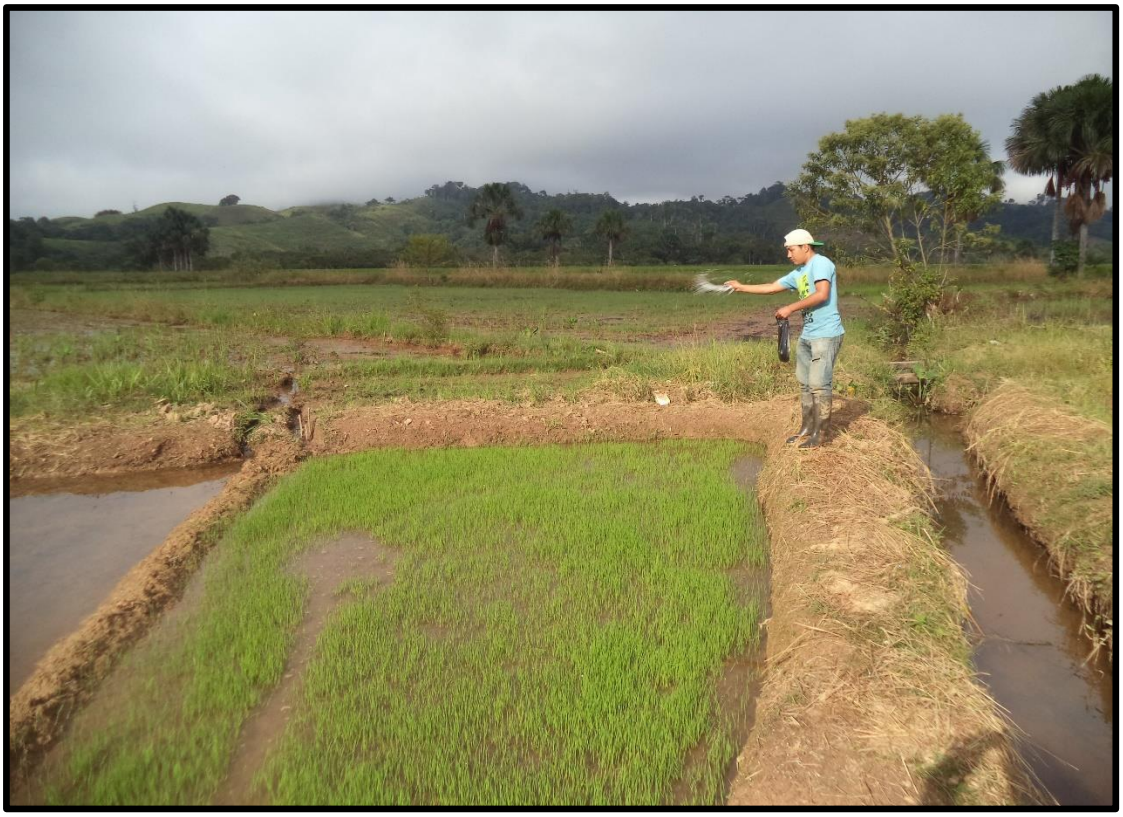


Figura 12. Fertilización del almácigo.

Figura 13. Saca de plántulas en el almácigo.

Figura 14. Demarcación del campo experimental.

Figura 15. Cosecha del arroz.