

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TESIS

**MOMENTOS DE APLICACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES EN
EL RENDIMIENTO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) Cv. INIA – 507
LA CONQUISTA, EN FASE SOCA BAJO RIEGO**

Para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por

MIGUEL ÁNGEL GARCÍA LÓPEZ

Tingo María – Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Carretera Central Km 1.21 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° 023-2018-FA-UNAS

BACHILLER : **GARCÍA LÓPEZ, Miguel Ángel**

TÍTULO : "EFECTO DE DOS BIOESTIMULANTES Y MOMENTO DE APLICACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE ARROZ (oryza sativa L.) VARIEDAD LA CONQUISTA INIA 507, BAJO RIEGO EN FASE SOCA EN TINGO MARÍA".

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO

VOCAL : Ing. MANUEL VIERA HUÍMAN

VOCAL : Ing. JAIME JOSSEPH CHÁVEZ MATIAS

ASESOR : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 30 de julio de 2018

HORA DE SUSTENTACIÓN : 9:00 a.m.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 03 DE AGOSTO DE 2018.

.....
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
PRESIDENTE

.....
Ing. JAIME JOSSEPH CHÁVEZ MATIAS
VOCAL



.....
Ing. MANUEL VIERA HUÍMAN
VOCAL

.....
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE.

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Agronomía

Título de Tesis : Momentos de aplicación de dos bioestimulantes en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) Cv. INIA – 507 La Conquista en fase soca bajo riego.

Autor : Miguel Ángel García López

Asesor de Tesis : Carlos Miguel Miranda Armas

Escuela Profesional : Escuela Profesional de Agronomía

Programa de Investigación : Cultivos Tropicales

Línea (s) de Investigación : Suelo y fertilizantes

Eje temático de investigación : Sistemas Agrícolas de Producción

Lugar de Ejecución : Tingo - Maria

Duración : Fecha de Inicio :
Término :

Financiamiento : S/. 2000
FEDU : No
Propio : SI
Otros : No

DEDICATORIA

A Dios, quién me dió la vida, me guió e iluminó el camino para alcanzar mi objetivo como profesional, además de darme refugio en los momentos más difíciles que se ponen en nuestras vidas.

A mis padres: don Eldimestre García y doña Geovana López. A mis hermanos, por ser parte de mi vida y por brindarme su apoyo y atención en estos cinco años de estudio de mi carrera profesional.

A los docentes y técnicos de la Facultad de Agronomía, por la enseñanza en estos años de estudio y sólo darles las gracias por darme una formación sólida como profesional.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por el apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional
- A los miembros de jurado de tesis: Al presidente Dr. José Wifredo Zavala Solórzano; y a los vocales Ing. Manuel Viera Huiman e Ing. Jaime Joseph Chávez Matías, por el apoyo y contribución en el informe de investigación final.
- A mi asesor; el Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, por su apoyo en el proyecto, en la ejecución y culminación de la presente investigación.
- A mis compañeros de la promoción 2010, en especial a Daniel Ariza Sabino por su apoyo en la instalación, evaluación y recolección de datos de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1. El cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.).....	13
2.1.1. El cultivo de arroz en el Perú	13
2.1.2. Cultivo de arroz en fase soca.....	13
2.1.3. Botánica de la planta de arroz	18
2.1.4. Clima	20
2.1.5. Suelo	21
2.1.6. Variedad de arroz INIA – 507 La Conquista.....	21
2.1.7. Rendimiento del arroz y los componentes del rendimiento	22
2.2. Aspectos fisiológicos de la planta de arroz.....	23
2.2.1. Fase vegetativa	24
2.2.2. Fase reproductiva	26
2.2.3. Fase de maduración	28
2.3. Bioestimulantes foliares.....	30
2.3.1. Efectos biológicos y mecanismos de acción de las sustancias de crecimiento en las plantas.....	32
2.3.2. Características de los bioestimulantes en estudio.....	35
2.4. Investigaciones realizadas	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40

3.1. Lugar de ejecución.....	40
3.2. Descripción e historia del área experimental.....	40
3.3. Datos meteorológicos.....	41
3.4. Análisis de suelos del campo experimental	42
3.5. Componentes en estudio.....	43
3.5.1. Bioestimulantes foliares	43
3.5.2. Momentos o etapas de aplicación del bioestimulante	43
3.6. Tratamientos en estudio.....	43
3.7. Diseño estadístico.....	44
3.8. Características del campo experimental	45
3.8.1. Área experimental.....	45
3.8.2. Bloques.....	45
3.8.3. Parcelas.....	45
3.9. Metodología.....	46
3.9.1. Limpieza y arreglo de los bordos del campo experimental	46
3.9.2. Riego	46
3.9.3. Fertilización.....	47
3.9.4. Aplicación de bioestimulantes.....	47
3.9.5. Control de malezas	48
3.9.6. Control de plagas y enfermedades	48
3.9.7. Cosecha y trillado	48
3.10. Variables registradas.....	49

3.10.1. Altura de la planta.....	49
3.10.2. Componentes de rendimiento	49
3.10.3. Análisis de beneficio y costo (B/C)	51
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1. De la altura de planta de arroz en fase soca.....	52
4.2. Componentes de rendimiento.....	58
4.2.1. Del número de panojas por m ² en fase soca.....	60
4.2.2. Del número de espiguillas/panoja	66
4.2.3. Del peso de 1000 granos de arroz en fase soca	74
4.2.4. Del rendimiento de arroz en cáscara en fase soca	79
4.3. Del análisis de la relación beneficio y costo (B/C).....	88
V. CONCLUSIONES.....	92
VI. RECOMENDACIONES.....	93
VII. RESUMEN	94
VIII.BIBLIOGRAFÍA.....	96
IX. ANEXO.....	106

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1 Datos meteorológicos registrados en el periodo de agosto a Noviembre del 2015.	41
2 Análisis de las características del suelo experimental.	42
3 Descripción de los tratamientos en estudio.....	43
4 Modelo del análisis de variancia.	44
5 Análisis de variancia de la altura de planta en fase soca a los 120 días después del corte.....	52
6 Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para altura de planta en fase soca.	53
7 Altura de planta media de los bioestimulantes Evergreen, Orgabiol y testigo, en la primera y segunda cosecha (fase soca).	56
8 Análisis de variancia de los caracteres rendimiento de arroz en cáscara y componentes del rendimiento en fase soca.....	59
9 Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de panojas por m ² en fase soca.	61
10 Número de panojas/m ² promedio de los bioestimulantes Evergreen, Orgabiol y testigo, en la primera y segunda cosecha (fase soca).	63
11 Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del número de espiguillas por panoja, número de espiguillas fértiles por panoja y del porcentaje de espiguillas fértiles en fase soca.	68
12 Número de espiguillas por panoja, número de espiguillas fértiles por panoja y del porcentaje de espiguillas fértiles promedio de los	

bioestimulantes Evergreen, Orgabiol y testigo, en la primera y segunda cosecha (fase soca).....	72
13 Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del peso de 1000 granos en fase soca. ..	75
14 Peso de 1000 granos promedio de los bioestimulantes Evergreen, Orgabiol y testigo, en la primera y segunda cosecha (fase soca).	77
15 Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del rendimiento de arroz en fase soca. ...	80
16 Rendimiento promedio de los bioestimulantes Evergreen, Orgabiol y testigo, en la primera y segunda cosecha (fase soca).	83
17 Análisis de beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1 Diagrama de barras del porcentaje de la altura de planta del arroz de la primera cosecha obtenido en la segunda cosecha (fase soca).	57
2 Diagrama de barras del porcentaje del número promedio de panojas de la primera cosecha obtenido en la segunda cosecha (fase soca) de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol.	65
3 Diagrama de barras del número de espiguillas por panoja y espiguillas fértiles por panoja de los bioestimulantes en la primera y segunda cosecha (fase soca).	73
4 Diagrama de barras del porcentaje del peso de 1000 granos de la primera cosecha obtenido en la segunda cosecha (fase soca) de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol.	78
5 Diagrama de barras del porcentaje del rendimiento promedio de la primera cosecha obtenido en la segunda cosecha (fase soca) de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol.	87
6 Índice de rentabilidad (s/) de los tratamientos en estudio.	90
7 Relación del rendimiento de arroz en cáscara fase soca con el índice de la relación de B/C (s/).	91

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los productores de arroz de Tingo María no aprovechan del retoño o soca después de la cosecha principal, porque la producción en esta fase es muy bajo y aunque no exista evidencia estadística sobre la producción en fase, pero sí empírica, los productores reportan rendimientos menores al 10 % de la cosecha principal a pesar de fertilizarse y que la producción, se da en menor número de días que la cosecha principal. Es esta razón por lo que los arroceros concluyen que es innecesaria y una pérdida de tiempo la producción de arroz en esta fase y por lo general acostumbran a quemar los macollos cortados después de la primera cosecha y posteriormente remueven el terreno para una nueva siembra. Por lo que surge la idea ¿cómo obtener un rendimiento superior al 10 % de la cosecha principal?, porque investigaciones realizadas por la INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (2001), en Estados Unidos, Filipinas y Cuba en fase soca, alcanzaron de 25 a 55 % del rendimiento del cultivo de la primera cosecha.

Al respecto, varios autores coinciden que el rendimiento muy aparte de las características varietales de la planta, también es influenciada por factores climáticos y de un adecuado manejo cultural. En la actualidad para obtener altos rendimientos aparte de una fertilización adecuada, pero se recomienda el uso de bioestimulantes foliares como complemento a partir de cierta edad del cultivo con el objetivo de mejorar el desarrollo del cultivo e incrementar los rendimientos y ayudar fortalecer a la planta en periodos de estrés, debido a su composición que por lo general está compuesto a base de fitohormonas,

aminoácidos, ácidos orgánicos, entre otros. Por lo indicado en los párrafos anteriores, se investigará la aplicación de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol en distintas etapas fenológicas del cultivo de arroz en fase soca bajo riego, planteándonos la siguiente hipótesis: de que al menos un bioestimulante en un momento de aplicación alcanzará un alto rendimiento de arroz en cáscara. En base a ello, se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general:

1. Evaluar los momentos de aplicación de dos bioestimulantes en el rendimiento de arroz Cv. INIA – 507 La Conquista en fase soca bajo riego.

Objetivos específicos:

1. Determinar el porcentaje del rendimiento del cultivo en fase soca respecto al rendimiento del cultivo principal por efecto de los bioestimulantes.
2. Determinar el momento óptimo de aplicación de los dos bioestimulantes en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz en fase soca.
3. Realizar el análisis beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

2.1.1. El cultivo de arroz en el Perú

El arroz es una gramínea monoica y anual, de crecimiento rápido y con gran capacidad reproductiva, adaptada a diversas condiciones ambientales (Somarriba, 1998; citado por LIRA, 2004). El arroz (*Oryza. sativa* L), pertenece a la familia Poaceae, es uno de los principales cultivos de importancia nacional, es el producto que más aporta al PBI agropecuario y agrícola, generando la mayor cantidad de empleos en el sector agrario (MINAG, 2012). El arroz se cultiva por diferentes métodos, que varía desde secano ya sea mecanizado o manual, hasta la inundación constante en el cual se utiliza en ocasiones la preparación bajo agua o fangueo; la producción de arroz de secano está en manos de pequeños productores, mientras que el arroz de riego es cultivado por grandes productores, esto se debe al monto de inversión (LIRA, 2004). La literatura internacional informa que con la práctica del cultivo del rebrote o la soca en el cultivo del arroz se alcanza un 50 % del rendimiento obtenido en la primera cosecha, países como Estados Unidos, Brasil, Colombia y en la selva del Perú se informan valores superiores a este 50 % (Almeira, 2008; citado por POLÓN *et al.*, 2012).

2.1.2. Cultivo de arroz en fase soca

La soca o rebrote, es un sistema de producción en el cual después de haber sido recolectado el arroz se corta el tallo y se le llega a suministrar agua y fertilizantes para estimular la producción de rebrotes en cada uno de los

tallos cortados, el éxito de este sistema está en la sanidad y limpieza de lotes, durante el cultivo anterior, la recolección con el piso seco para no dejar mucha huella, la rapidez con que se corte y coloque el agua después de la recolección y el manejo agronómico (CHÁVEZ, 2006). La eficiencia del retoño en comparación con la doble siembra, encontraron una reducción significativa del costo de producción en soca (ADAMES *et al.*, 2013). Las principales limitantes en fase soca son las condiciones del terreno después de la cosecha principal, altura de corte de los tallos, la variedad utilizada, la zona de producción y la disponibilidad de mano de obra (MOQUETE, 2010).

El retoño, soca, rebrote o la segunda cosecha, surge de las plantas de arroz al ser cosechadas o cortadas por primera vez o se dobla con un rollo la plantación, después de la cosecha. El retoño proviene de la regeneración de los hijos a partir del sistema radicular establecido y de las yemas auxiliares, cerca de la base del tallo que se queda en el campo después de la cosecha principal. Una de las ventajas del retoño es que el ciclo de producción es inferior a la cosecha principal; además, los costos de producción se reducen, porque no hay que preparar la tierra, nivelar, sembrar, comprar semillas y los fertilizantes se utilizan en menos cantidad que en la cosecha principal. Asimismo, requiere menos irrigación, porque madura más rápidamente y el uso de la tierra es más eficiente, porque se evita la erosión (CASTRO *et al.*, 2014).

En países productores de arroz se incrementa el rendimiento con la recolecta del rebrote, pudiendo llegar hasta un 50 % de la producción de la primera cosecha en la mitad del tiempo normal del cultivo y con un mayor aprovechamiento de los recursos empleados, por lo que el costo de esta

producción adicional es mínimo (MOQUETE, 2010). Algunos autores destacan la importancia de la producción de tallos está vinculada con el rendimiento del cultivo, ya que la capacidad de macollamiento está muy relacionada con la densidad de panículas, uno de los componentes del rendimiento con más influencia sobre la producción del arroz; la capacidad de ahijamiento (producción de tallos) posee un fuerte componente genotípico, distinguiéndose de los cultivares con baja y alta capacidad de ahijado (Tejada, 2010; citado por CASTRO *et al.*, 2014).

Investigaciones similares realizadas en Sao Paulo, Brasil mostraron que el rebrote del cultivo presentó adecuado desarrollo vegetativo, con reducción media de 55 % del ciclo vegetativo. La soca es una alternativa de producción agrícola empleada con éxito en países como India, Japón, Estados Unidos, Brasil, Filipinas, Tailandia y Taiwán (VARGAS, 2009). Resultados similares se han obtenido en República Dominicana, donde se plantea que para un cultivo de retoño sea rentable debe producir por encima del 60 % con respecto a la flor (cultivo inicial) (CASTRO *et al.*, 2014). Algunos autores refieren que el rebrote genera un acortamiento del ciclo del cultivo en aproximadamente 30 días, algo importante especialmente en áreas de secano, donde las lluvias en ocasiones faltan en etapas críticas para el llenado del grano (RUIZ *et al.*, 2009).

Una forma económica de aumentar la productividad del cultivo es permitir el desarrollo de la soca después de la primera cosecha. Se recolecta hasta un 35 % de esta en la mitad del tiempo que dura el ciclo ordinario de cultivo, en la misma área ocupada por el cultivo y aprovechando al máximo los

recursos empleados (fertilización, suelo, agua y potencial de la variedad) (MOREJÓN *et al.*, 2004). En este sentido la mayoría de los trabajos de este tipo muestran que no hay correlación de rendimientos entre los cultivos principales y los rebrotes, o sea, un cultivar que presenta alta producción en el cultivo principal puede tener alto o bajo rendimiento de rebrote y viceversa (CASTRO *et al.*, 2014). Se plantea que el desarrollo de los rebrotes es una herencia genética y esta habilidad debe ser buscada en los programas de mejoramiento de cultivares para viabilizar de estas tecnologías (Jarma *et al.*, 2010; citado por CASTRO *et al.*, 2014).

POLÓN *et al.* (2006), hacen mención que una forma económica de aumentar la productividad del cultivo de arroz es mediante el desarrollo fitotécnico del retoño o de soca después de la cosecha principal. Según informes de literatura en Estados Unidos de POLANCO y SANZO (1997), se recolecta en el rebrote hasta un 50 % de la producción de la primera cosecha en la mitad del tiempo normal del cultivo, aprovechando los recursos empleados (fertilización, preparación de suelo, agua, potencial de la variedad, etc.) en la primera cosecha, por lo que el costo de esta producción adicional es mínimo. Irri (1998), citado por POLÓN *et al.* (2006), afirman que, en investigaciones desarrolladas en el IRRI, se obtuvieron en el retoño o soca de 50 a 55 % del rendimiento del cultivo de la primera cosecha); mientras que en Cuba, POLANCO y SANZO (1997), afirman que se alcanzaron con esta técnica y una variedad de ciclo corto un 115 % del rendimiento del cultivo de la primera cosecha.

POLÓN *et al.* (2006), hacen mención que se logran producciones con la práctica de soca entre 85 a 95 % de la primera cosecha. Asimismo CUEVAS (1999), menciona que el uso del cultivo de rebrote (segunda cosecha) puede llegar a alcanzar un rendimiento entre 70 a 75 % de la cosecha anterior; CUEVAS (1999), atestigua que investigaciones realizadas han alcanzado un rendimiento entre 35 y 55 % del rendimiento de la cosecha anterior. POLÓN *et al.* (2012), afirman que las investigaciones reportadas por la literatura consultada, plantean cortes al cultivo de la primera cosecha con alturas igual o superior a los 25 cm. Asimismo, en Cuba, MOREJON *et al.* (2004), afirman alcanzar excelentes rendimientos con cultivares de ciclo corto en fase soca.

El aprovechamiento de las socas unido a la siembra e incorporación de los abonos verdes, el desmalezado mecánico y nivelación de los suelos se encuentran entre las alternativas para una buena rentabilidad, la reducción de los costos de producción y en menor tiempo vegetativo (CUEVAS, 1999). Esta alternativa permite aumentar la eficiencia en el cultivo del arroz, lo que no hace necesaria la preparación del suelo, se reduce el ciclo del cultivo, no se incurre en gastos por concepto de semilla y no precisa de aplicaciones de insecticidas, por lo que sin dudas resulta más económica (MOREJON *et al.*, 2004). Para DA SILVA *et al.* (2008), la soca o retoño es una actividad económicamente viable, ambientalmente sustentable y socialmente justa, al incrementar los beneficios del productor.

Las principales limitantes del retoño son las condiciones del terreno después de la cosecha principal, es la altura de corte de los tallos, la variedad utilizada, la región de siembra y la disponibilidad de mano de obra (MOQUETE,

2010). Uno de los insumos más importante en la producción de arroz es el agua, la reducción en el uso de este insumo es una de las bondades del sistema de retoño (ADAMES *et al.*, 2013). Hay una reducción significativa de la cantidad de agua en el sistema de retoño, con relación a la doble siembra (QUEZADA, 2002). En condiciones climáticas de temperaturas del aire más altas, la inundación que es iniciada nueve días después de la cosecha de la campaña principal resultó en un mejor desempeño de la soca, con una economía de agua del 14 % en relación con la inundación inmediatamente después de la cosecha (BAETA, 2001).

El genotipo usado representa el factor más importante para el retoño y la habilidad de desarrollo de la soca es una característica varietal porque está influenciada por el medio ambiente y por el manejo de prácticas culturales (ADAMES *et al.*, 2013). Además, las variedades de este cultivo tienen diferentes habilidades para retoñar. El ciclo de la variedad y la altura de corte son factores determinantes para una buena cosecha de retoño, recomienda variedades de 130 días en adelante y altura de corte inferior a 10 cm; adicionalmente, concluye que el rendimiento en retoño varía de 50 a 70 % con relación a la cosecha previa (MOQUETE, 2010). En general, el ciclo de las variedades se reduce entre 29 y 31 % con relación a la cosecha principal (ADAMES *et al.*, 2013).

2.1.3. Botánica de la planta de arroz

El arroz es una planta de suelos húmedos e inundados, cuyo sistema radicular principal es adventicio, tanto el crecimiento como el desarrollo de las raíces son características varietales del arroz; además, son afectadas

por el medio de cultivo y los niveles de fertilización que se aplican. La longitud de las raíces decrece cuando se incrementa el nivel de nitrógeno en el medio de cultivo. El tallo de la planta, es erecto y cilíndrico, formado por alternación de nudos y entrenudos; por lo general hay de cuatro a seis entrenudos alargados con más de 1 cm en la cosecha (MOQUETE, 2010). En cada nudo se forma una yema y una hoja. Los hijos, tallos verdaderos, se desarrollan en orden alterno en el tallo principal (DOTHÉE, 2002).

Las hojas son de lámina larga, compuestas por una lámina y una vaina hendida longitudinalmente que abraza una porción del tallo, rodeando un entrenudo completo; cada hoja, en el punto de unión de la lámina con la vaina, presenta una estructura triangular y transparente conocida como lígula y un par de apéndices verduzcos llamados aurículas; estas últimas estructuras no están presentes en las malezas gramíneas, con las cuales el arroz puede confundirse en las etapas previas a la floración. La altura de la planta viene a ser una función del número y longitud de entrenudos, que, aunque son características varietales definidas, pueden variar por efectos ambientales (MOQUETE, 2010).

Las flores del arroz, poseen color verde, dispuestas en espiguillas y cuyo conjunto constituye una panícula. La flor consta de 6 estambres y un pistilo. Los estambres contienen las anteras y éstas a su vez a los granos de polen. En el pistilo se distinguen el ovario, estilo y estigma. Según la variedad el estigma presenta diferentes colores, como blanco, amarillo, verde o púrpura. La espiguilla es la unidad de la inflorescencia y encierra una sola flor que lleva el lemma y palea. Las inflorescencias o panículas corresponden a prolongaciones de los tallos a partir del último nudo. Las panículas permanecen

erectas durante la floración y a medida que los granos van llenando se doblan sobre sus propios ejes, fruto del peso que éstos van adquiriendo (DOTHÉE, 2002).

El peso de 1000 granos de arroz varía de 23 a 32 g, esta variación es según la variedad y/o otros factores ambientales; el grano de arroz es el ovario fecundado y maduro, mientras que el grano descascarado con el pericarpio pardo se conoce como arroz integral, cuyo pulimento da origen al arroz blanco. Los granos de arroz difieren tanto en forma como en tamaño; hay ovalados, finos, largos y cortos, variando la preferencia de acuerdo con los parámetros étnicos. En general la planta de arroz es autógama en un 95 %, con poca margen para el cruzamiento espontáneo entre las distintas variedades; su reproducción es por semillas, con número de cromosomas $2n = 24$ (MOQUETE, 2010).

2.1.4. Clima

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, la mayor producción a nivel mundial se concentra en climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y climas templados. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2500 m de altitud. Las precipitaciones o las lluvias condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la alta variabilidad de las mismas. El cultivo de arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima de 40 °C no se produce la germinación; el mínimo de temperatura para florecer se considera de 15 °C. El óptimo de 30 °C, por encima de los 50

°C no se produce la floración; en la Selva la radiación solar es menor debido a las lluvias, mientras más altos sean los índices de radiación entre el “encañado” y la cosecha, más altos serán los rendimientos del arroz. La humedad relativa no tiene por si efectos directos en el arroz (MINAG, 2012).

2.1.5. Suelo

El cultivo de arroz tiene lugar a una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. El pH de la mayoría de los suelos tiende a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el cultivo de arroz es 6.6, pues con este valor, la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica y, la disponibilidad de fósforo es alta y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de los nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico. Los suelos de la Selva Alta, son suelos arcillosos, muy pesados y fértiles, de tipo vertisólico, pH neutro a alcalino (6.5 a 8.5), moderados en materia orgánica y nitrógeno, bajos en fósforo y altos en potasio (MINAG, 2012).

2.1.6. Variedad de arroz INIA – 507 La Conquista

El POTRERO (2014), hace mención las siguientes características de la variedad INIA - 507 La Conquista:

Origen: PNA 2394 – F2 – 4 – EP6 – 6 – AM – VC1

Cruce: PNA 2394 X HUALLAGA X UQUIHUA

Periodo vegetativo: 134 días.

Altura de la planta: 100 cm

Rdto potencial: 9.6 t ha-1

Macollaje: Alto

Densidad de panoja: Abierta

Tumbado: Susceptible

Pyricularia: Resistente

Longitud de la panoja: Media 27 cm

Tamaño del grano sin cascara: Largo: 7.83 mm

Ancho: 2.11 mm

Peso de 1000 granos: 28 g.

Translucencia del grano: 90 %

Rdto total de pila: 74 %

Grano entero: 64 %

Grano quebrado: 10 %

Temperatura de gelatización: Intermedia

Periodo de dormancia: 45 días.

Adaptación: Para zonas de Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga
Central.

Calidad culinaria: Regular

2.1.7. Rendimiento del arroz y los componentes del rendimiento

El rendimiento del cultivo de arroz depende de la época de siembra, variedad, fertilización (principalmente la nitrogenada) y del manejo de

cultivo. El productor durante la cosecha puede llegar a estimar el rendimiento, analizando sus componentes, que son los siguientes: Número de panículas/m², número de espiguillas/panícula, porcentaje de granos llenos y peso del grano. Al momento de la floración en siembra por trasplante el cultivo debería tener de 250 a 350 panículas/m², si se tiene menos de 250 es seguro que el rendimiento esperado se verá muy afectado. Las variedades actuales tienen una media de 100 a 120 espiguillas por panícula, y el porcentaje de granos vanos no debe ser mayor de 20 %. El peso del grano depende en gran medida de la variedad y el mismo se determina en la fase de maduración. En general, el peso del grano largo a extralargo fluctúa de 20 a 35 g/1000 granos (MOQUETE, 2010).

2.2. Aspectos fisiológicos de la planta de arroz

El crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que llega a comprender un ciclo completo desde la germinación hasta la madurez del grano. Este crecimiento muestra un patrón común en el tiempo y puede variar ligeramente dependiendo de características genéticas de la planta o la influencia del ambiente. El desarrollo de la planta es un proceso de los cambios fisiológicos y morfológicos que tienen lugar en la misma y modifican su funcionamiento. Tanto los cambios cuantitativos y cualitativos son relacionados con la edad de la planta y dependen, en mayor o menor grado, de la interacción de la planta y el ambiente. Como norma general, la planta de arroz tiene tres fases de crecimiento que están bien diferenciadas en las que ocurren diez etapas de desarrollo. El ciclo de vida del arroz está generalmente comprendido en un rango de 100 a 210 días, con la moda entre 110 y 150 días;

otras variedades con ciclos de 150 a 210 días son usualmente sensibles al fotoperiodo (MOQUETE, 2010).

2.2.1. Fase vegetativa

La fase vegetativa comienza con la germinación de la semilla hasta la diferenciación del primordio floral (DOTHÉE, 2002). Por otro lado, cuando las semillas germinan en terreno encharcado, el coleóptilo que contiene las hojas embrionarias emerge primero que la coleorriza; mientras que, si germinan en un ambiente aireado, como el de los suelos con buen drenaje, primero surge la coleorriza (CIAT, 2005). Esta fase vegetativa es la única etapa cuya duración es variable, pero la misma determina el ciclo de las variedades. Por ejemplo, si una variedad tiene un ciclo de 120 días, esta etapa tendría 55 días de duración; si el ciclo es de 130 días, la duración sería de 65 días. Aquí se llega a determinar el número total de hijos que producirá la planta (MOQUETE, 2010) y estos son las etapas de la fase vegetativa (González y Zamorano, 2009; citado por TELLO, 2012).

a. Etapa 0: Germinación a emergencia

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 aumenta en un 25 a 35 %, 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. Además, la emergencia en siembra directa,

ocurre en un periodo de cinco a diez días, cuando la primera hoja, la cual carece de lámina, rompe el coleóptilo y es visible sobre la superficie del suelo (González y Zamorano, 2009; citado por TELLO, 2012).

b. Etapa 1: Plántula

En esta etapa inicia en la emergencia y llega a finalizar 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 los nutrientes y se llega a independizar de la semilla. La acumulación de materia seca en la planta ocurre rápidamente. Al final de esta etapa, la radícula y raíces seminales desaparecen y se forman raíces secundarias adventicias que serán permanentes y cuando se completa la formación de la quinta hoja, inicia la emergencia del primer hijo en base de la planta (González y Zamorano, 2009; citado por TELLO, 2012).

c. Etapa 2: 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 a 50 días en variedades tempranas (Unne, 2007; citado por TELLO, 2012). El primer hijo, por lo general se desarrolla a partir de la yema ubicada en la segunda hoja del tallo principal. Los macollos presentan un crecimiento activo, a tal punto de ser difíciles de distinguir del tallo principal. Además, representan un componente del rendimiento, ya que determina posible número de panojas de gran importancia en cuanto al manejo agronómico del

cultivo. No obstante, en condiciones como amplio espaciamiento, con alta frecuencia de lluvias y la aplicación nitrogenada, favorecen el ahijamiento, aumentando el número de los hijos, tanto productivos como infértiles (Unne, 2007; citado por TELLO, 2012).

d. Etapa 3: Elongación del tallo

Esta etapa, es la que 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. En variedades tardías, la elongación termina cuando emerge la panícula, sin embargo, en las variedades de porte bajo y de ciclo corto, el cuarto entrenudo solo llega a crecer de 1 a 3 cm antes que la panoja sea visible, pero continúa alargándose hasta que la panícula emerja por completo. Es importante resaltar que, en estas variedades, los demás entrenudos por debajo del cuarto, ya que nunca llegan a elongarse, además, en esta etapa, la planta puede seguir generando macollos (González y Zamorano, 2009; citado por TELLO, 2012).

2.2.2. Fase reproductiva

Esta fase va desde la iniciación de la panícula hasta la floración, es decir que empieza cuando termina la fase vegetativa. Se llega a caracterizar por la aparición de los órganos reproductivos de la planta. La duración de la misma es constante en todas las variedades y en promedio dura 35 días. En esta fase se determina el número de espiguillas/panoja; por tanto, es muy aconsejable que al inicio de la misma el cultivo reciba toda

la fertilización nitrógenada pendiente de aplicar (MOQUETE, 2010), y las etapas en esta fase, son (Unne, 2007; citado por TELLO, 2012):

a. Etapa 4: Inicio de panícula o primordio

Marca el fin de la etapa vegetativa e inicio de la fase reproductiva. Inicia con la diferenciación del meristemo en el punto de crecimiento, donde el primordio no llega a ser visible, sino hasta los 10 a 11 días posteriores, en el extremo del punto de crecimiento, como estructura cónica y plumosa que marca el final de esta etapa. En la transición entre la diferenciación del nudo del 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 afectado por las condiciones de manejo, debido a esto es muy importante identificar con precisión esta etapa, porque llega a depender la ejecución de actividades agronómicas para aumentar los rendimientos (Unne, 2007; citado por TELLO, 2012).

b. Etapa 5: Desarrollo de la panícula o embuchamiento

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; llegando a ocasionar un hinchamiento de la vaina, fenómeno que se le conoce como el embuchamiento. La hoja bandera, mantiene su crecimiento en esta etapa hasta emerger totalmente. El final de esta etapa, es marcado por la exersión o salida parcial de la panícula, a través de la vaina de la hoja bandera (González y Zamorano, 2009; citado por TELLO, 2012).

c. Etapa 6: Floración

Posterior a la emergencia de la panícula, se da la apertura de las espiguillas, proceso que es muy seguido por una serie de mecanismos como la antesis o la salida de las anteras en el tercio superior de la panícula, después ocurre la dehiscencia o apertura de las anteras, y la caída del polen que, al depositarse en el estigma, llega al ovario y lo fertiliza. Las flores en el medio y en el tercio superior, se abren en los días sucesivos (Unne, 2007; citado por TELLO, 2012). Esta etapa tiene un lapso de siete a diez días (MOQUETE, 2010).

2.2.3. Fase de maduración

Se inicia con la floración y termina en el momento de la madurez fisiológica del cultivo, se caracteriza por la formación y el llenado de los granos; la duración de esta fase también es constante, de aproximadamente 30 días. A lo largo de estas tres fases se presentan diez etapas de desarrollo, fácilmente identificables; dentro de ellas, llegan a ocurrir los fenómenos que se relacionan estrechamente con operaciones de campo y que cualquier acontecimiento afecta el rendimiento del cultivo (Zamalloa, 2008; citado por MOQUETE, 2010).

a. Etapa 7: Grano lechoso

Después de la fecundación de las flores, los carbohidratos que fueron almacenados durante el proceso de fotosíntesis en las hojas, y otros órganos de la planta, son translocados rápidamente hacia el grano para llenarlo de un líquido blanco que es de consistencia lechosa. Al quinto día posterior a la antesis, los granos mantienen el color verde, pero debido a su peso la panícula

es sostenida verticalmente y se dobla en arco a 90 grados. Las hojas basales continúan secándose mientras que la hoja bandera y las dos inmediatamente inferiores son verdes. Estas hojas se llegan a encargar de la fotosíntesis y a su vez de llegar a producir el 85 % de los fotosintatos que van al grano con rápida ganancia de su contenido de materia seca (González y Zamorano, 2009; citado por TELLO, 2012). Asimismo, en esta etapa consiste desde la fecundación de las flores hasta que las espiguillas estén llenas (MOQUETE, 2010).

b. Etapa 8: Grano pastoso

Durante esta etapa, la porción lechosa del grano se transforma primero en una masa suave, que posteriormente se torna más dura. También, el color del grano empieza a cambiar de verde a amarillo, al igual que el cultivo, pero en este caso, es debido a la senescencia de los tallos y hojas inferiores (González y Zamorano, 2009; citado por TELLO, 2012). La panoja dobla su punta en un arco de 180° y las ramas de la mitad del raquis, a 90°. Además, las últimas dos hojas (hoja bandera y hoja inferior), comienzan a secarse (González y Zamorano, 2009; citado por TELLO, 2012). En resumen, esta etapa va desde que las espiguillas tienen una consistencia lechosa, hasta cuando es pastosa dura; esta etapa dura un período es de diez a trece días (MOQUETE, 2010).

c. Etapa 9: Grano maduro

En esta etapa, finaliza el ciclo de vida de la planta de arroz; etapa que perdura en un periodo de 35 a 40 días posteriores a la floración y los granos alcanzan el estado de la madurez. Sin embargo, debido al proceso

de la floración (de arriba hacia abajo), la maduración también se da en este sentido, llegándose a encontrar en una misma panícula o panoja, con granos lechosos, pastosos y maduros (Unne, 2007; citado por TELLO, 2012). Asimismo, el contenido de agua en el grano ha disminuido de forma muy considerable (a un 20%), adquiriendo una coloración amarillo pajizo, aunque existe espiguillas que no se llegaron a desarrollar y mantienen un color verde pálido. En la planta se pueden encontrar algunos hijos que no produjeron una panícula, a estos hijos se les llama tallos no efectivos (Unne, 2007; citado por TELLO, 2012). Esta etapa llega a durar un tiempo aproximado de seis a siete días (MOQUETE, 2010).

2.3. Bioestimulantes foliares

Los bioestimulantes foliares son sustancias nutritivas, que son aplicadas por aspersión al follaje y que actúan potencializando determinadas expresiones metabólicas y/o fisiológicas; que al usarse en pequeñas cantidades afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas, pueden incluir fitohormonas, tales como giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico, auxinas, entre otros; además, tienen la cualidad de no alterar la población microbiana del suelo y su actividad biológica (ARTEAGA *et al.*, 2007). Al ser extractos de otros materiales, los bioestimulantes varían en sus propiedades. Por ejemplo, la composición del extracto de algas es influenciada por la especie de alga. Las sustancias húmicas son extractos del suelo, turba, carbón, lignito y que se procesan para llegar a formar ácido húmico. (TURGEON, 2005).

Los bioestimulantes son productos capaces de incrementar el desarrollo, la producción y crecimiento de los cultivos; apuntan a entregar pequeñas dosis de compuestos activos para el metabolismo vegetal, de tal manera que ahorren las plantas el gasto energético innecesario en momentos de estrés. Algunos de estos tienen una composición igual o similar a las fitohormonas o distinta con una bioactividad reguladora, de efectividad consistente sin riesgo de toxicidad e inocuo, permitiendo una mejor relación del costo beneficio (Díaz, 2009; citado por ALARCÓN, 2016). Los bioestimulantes agrícolas actúan sobre la fisiología de la planta de diferentes formas y por diferentes vías, para así mejorar el vigor del cultivo, el rendimiento y calidad de la cosecha; son productos de variados orígenes, sin residuos y seguros, cada vez más utilizados en una gran variedad de cultivos (Carvajal, 2013; citado por ALARCÓN, 2016).

Estas formulaciones contienen distintas hormonas en pequeñas cantidades (menos de 0.1 g/L) junto a otros compuestos químicos incluyendo aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y elementos minerales, tienen concentraciones casi siempre bajas, los tipos de hormonas y la cantidad depende del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, etc.) y su procesamiento. Además, estimulan el desarrollo de la planta en general sin incidir de forma directa en mayor amarre o crecimiento del fruto, catalogándolos como los auxiliares del mantenimiento fisiológico de las plantas, siendo de importancia en condiciones limitantes del cultivo como mal clima, sequía, etc. (Díaz, 2009; citado por ALARCÓN, 2016).

La mayoría de los bioestimulantes se aplican solos, directamente al follaje, pero en ciertos casos se los aplica al suelo por fertirrigación o en drench. Algunos se los puede usar en mezclas con insecticidas, fungicidas u otros fertilizantes solubles, previa comprobación de la compatibilidad con el otro producto. Se los recomienda utilizar en las etapas de crecimiento para un mayor aprovechamiento de sus compuestos; cada vez son más usados en la agricultura convencional ayudando a resolver las ineficiencias que se mantienen hoy en día (Carvajal, 2013; citado por ALARCÓN, 2016). Incrementa la tolerancia al estrés del ambiente y la calidad de los vegetales y mejora las cosechas (TURGEON, 2005).

2.3.1. Efectos biológicos y mecanismos de acción de las sustancias de crecimiento en las plantas

a. Auxinas

Las auxinas desempeñan una función importante en la expansión de células de tallos y coleóptilos, y estimulan la división celular, por ejemplo. Frecuentemente fomentan el desarrollo de los callos, de los que se desprenden crecimientos similares a raíces. Las auxinas son efectivas en iniciar la formación de las raíces en muchas especies vegetales, pueden iniciar la floración e inducir el amarre de frutos y su desarrollo en algunas especies, las auxinas aumentan con frecuencia el amarre de frutos, sobre todo en especie con frutos de semilla (VÁSQUEZ, 2001). Además, estimulan la elongación y multiplicación celular en el cambium, la diferenciación del xilema, floema y el crecimiento de las partes florales; mantienen la

dominancia apical, retrasan la senescencia de las hojas y maduración de los frutos, y promueven la producción de etileno (ALBAN, 2014).

b. Giberelinas

La aplicación de giberelinas incrementa notablemente la longitud del tallo de la planta, que alcanzan un nivel normal de crecimiento (Indagro, 1999; citado por VÁSQUEZ, 2001). Las giberelinas provocan la floración en muchas especies que requieren temperaturas frías. La aplicación a los tallos, produce un aumento pronunciado de la división celular en el meristemo subapical y provoca el crecimiento de plantas arrossetadas; ese veloz crecimiento es resultado tanto del número mayor de células formadas como el aumento en expansión de las células individuales (LIRA, 2004). El efecto más sorprendente de las giberelinas, es la estimulación del crecimiento, los tallos de las plantas asperjadas se vuelven mucho más largo que lo normal (Indagro, 1999; citado por VÁSQUEZ, 2001).

c. Citoquininas

Los efectos de las citoquininas, son de provocar la división celular y regular la diferenciación en los tejidos cortados; además, interactúan con las auxinas para mostrar expresiones diferentes del crecimiento, el modo en que cualquier cambio del equilibrio entre citoquininas y auxinas, pueden afectar las expresiones del crecimiento. Las citoquininas provocan también la elongación de segmentos de tallos etiolados. Estas respuestas se deben a la expansión celular, además tienen una acción de dominancia apical, opuesta a la de las auxinas. Las plantas

tratadas, desarrollan los brotes laterales llegando a quedar anclada la inhibición producida por el brote central; también provocan la germinación de las semillas, eliminando los mecanismos de latencia (VÁSQUEZ, 2001).

d. Ácidos húmicos

El ácido húmico es consumido directa e indirectamente por las plantas. Además, posee un efecto favorable en el aumento de la permeabilidad de las membranas celulares, en el metabolismo energético, con un aumento de los ácidos nucleicos, síntesis proteica; en el suelo llega a mejorar la estabilidad de la estructura dando coloración oscura al suelo, mejorando la capacidad de intercambio catiónico, efecto tampón y acción sobre los patógenos del suelo. Hay investigaciones donde se concluye que el ácido húmico, tiene un efecto benéfico en el crecimiento de un amplio rango de microorganismo del suelo, como, algas, bacterias, hongos, levaduras, etc. (Indagro, 1999; citado por VÁSQUEZ, 2001).

e. Vitaminas

Las vitaminas (tiamina B₁, riboflavina B₂, piridoxina B₆, niacina y el ácido ascórbico vitamina C) obran como los reguladores esenciales en las plantas superiores; además de ello, participan en la nutrición y la asimilación, aumentando la cantidad de protoplasma, pero no afectan a la estructura de la planta. La riboflavina (B₂), es necesaria para el crecimiento de las raíces y reducen la cantidad de auxina del sistema radical y gran cantidad de auxina inhibe el crecimiento de la raíz (Erston, 2005; citado por ALBAN, 2014).

f. Aminoácidos

Se conoce la presencia de 21 aminoácidos, así como dos amidas, glutamina y aspargina. Generalmente, las plantas llegan a contener muchos aminoácidos que contribuyen a la formación de proteínas y que están libres (dihidroxifenilalanina, citrulina, norleucina, ácido pipercolico) aunque no se sabe si éstos últimos integran a las proteínas. Son ingredientes fundamentales en el proceso de la biosíntesis de las proteínas. Los aminoácidos se aplican a través de alimentación foliar, se absorben a través del estoma de la planta o por medio del área de la raíz cuando se incorpora con el suelo (ALBAN, 2014).

2.3.2. Características de los bioestimulantes en estudio

a. Evergreen

Es un bioestimulante nutricional que llega a contener un complejo de siete macroelementos, fitohormonas, siete microelementos y vitaminas, que son obtenidos de extractos de origen vegetal que actúan como promotores de crecimiento y maduración de los cultivos, que son tratados contribuyendo al mejor desarrollo de las plantas desde su inicio hasta el llenado y maduración de la cosecha; la aplicación foliar de Evergreen aumenta la salud y resistencia del cultivo a condiciones adversas en general; proporciona beneficios significativos; desarrollo radicular, maximiza la eficacia de absorción de nutrientes del suelo, obteniendo un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo (Excelag Crop, 2005; AGUIRRE, 2009).

Se recomienda aplicarlo en todas las fases de la fenología del cultivo, en inicio desarrollo floración y fructificación en la dosis de 0.5 L/ha a 1 L/ha;

en la semilla se recomienda 0.5 L por 100 kg de semilla. La composición química de macroelementos es nitrógeno nítrico (7 %), fósforo asimilable (7 %), potasio soluble (7 %), citoquininas (90 ppm), giberelinas (40 ppm), auxinas (40 ppm) y ácido húmico (12 %). La composición de microelementos, es boro (0.024 %), cobre (0.013 %), hierro EDTA (0.050 %), magnesio (0.036 %), magnesio EDTA (0.018 %), molibdeno (0.0003 %), zinc EDTA (0.0009 %). Por otro lado, la composición de vitaminas de este producto, es colina (150 ppb), tiamina (150 ppb), niacina (90 ppb), ácido fólico (1 ppb) y riboflavina (1.5 ppb) (Excelag Crop, 2005; citado por AGUIRRE, 2009).

b. Orgabiol

De acuerdo a TQC (2015), el Orgabiol es un bioestimulante orgánico que está diseñado para recuperar la formación de hormonas internas en las plantas, que son necesarias para optimizar y restablecer los procesos de crecimiento, floración, cuajado de frutos, desarrollo de frutos u otros órganos cosechables, lo que se traduce en el incremento de la productividad de los cultivos; asimismo, se optimiza las rutas metabólicas celulares de la producción hormonal (giberelinas, citoquininas, auxinas, etc.), para así lograr la máxima expresión del potencial genético; siendo esta manera que el cultivo va a contrarrestar al estrés fisiológico ocasionado por las variaciones de los factores climáticos y también, al ataque de las plagas y enfermedades.

Los efectos tóxicos del uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes minerales o sintéticos y, favoreciendo además la metabolización y asimilación máxima de los fertilizantes y se traduce finalmente en el mejor aprovechamiento de éstos, elevando la productividad de los cultivos. La composición química del

Orgabiol, es de aminoácidos totales activos (2.19 %), con carbohidratos totales activos (3.35 %), potasio (2 %), fósforo (1.6 %), nitrógeno total (0.31 %) y materia orgánica total (6.80 %). La composición de microelementos bioquelatados con calcio (3.50 g/L), zinc (0.52 g/L), hierro (0.79 g/L), cobre (0.03 g/L), magnesio (7.60 g/L); y, aminoácidos principales, como leucina (0.30 g/L), metionina (1.80 g/L), ácido glutámico (1.5 g/L), cisteína (0.9 g/L) y lisina (0.50 g/L).

2.4. Investigaciones realizadas

En Venezuela, ensayos realizados por ORTIZ y GARCÍA (2002), en arroz en seco, reportaron que aplicando giberelinas a una concentración de 2 y 3 g/ha, a los 75 días después de emergencia aproximadamente, en una variedad de 125 días, no obtuvieron diferencias significativas en comparación al testigo (donde no se aplicó giberelinas). En Ecuador, PARIS (2015), concluyó que el fitorregulador citoquinina no presentó resultados favorables en el crecimiento de raíces y macollos, aunque sus dosis sean bajas o elevadas; las plantas que no recibieron este fitorregulador alcanzaron una mayor altura, hojas más turgentes y mayor cantidad de macollos que las que recibieron el tratamiento; la citoquinina no logró retardar la senescencia de las plantas de arroz. En Costa Rica, TELLO (2012), reportó que aplicaciones de un fertilizante foliar y cuatro bioestimulantes, no mostraron efecto significativo alguno sobre el comportamiento agronómico, productivo y molinero de la variedad de arroz CR-4477.

En San Martín, CHÁVEZ (2006), reportó el rendimiento más alto alcanzado por el primer rebrote del cultivo con la combinación 180-50-120 (NPK), también determinó que el 50 % de la floración ocurrió de 40 a 50 días después del corte del rastrojo del cultivo principal y logró determinar que alcanzó un mayor número de

macollos fértiles con una dosis alta de N (207) baja de P (50) y media de K (120), para luego realizar la cosecha a 91 días después del corte del rastrojo del cultivo principal. Asimismo, menciona que Jennigs (2002), citado por CHÁVEZ (2006), reportó una producción entre 7 a 10 t/ha de arroz de cáscara bajo el cultivo de soca; 60 a 70 % de los rendimientos de la cosecha del cultivo principal. Por su parte, Cerna (2003), citado por CHÁVEZ (2006), reporta rendimientos de arroz de la variedad Capirona bajo el sistema de soca (7 t/ha) y que la variedad Moro Castro, alcanzó los mayores rendimientos proyectados (8 t/ha).

HUERTO (2014), evaluó la influencia de tres bioestimulantes aplicados en diferentes dosis al cultivo de arroz *Oryza sativa* L en etapa de soca de la variedad IDAL Línea 186 - Fortaleza en secano favorecido en el sistema tradicional; cuyos resultados mostraron que la aplicación del uso de bioestimulantes hormonales genera mayor rendimiento; destacándose el tratamiento T₈ (Evergreen 1 L/ha) con 1,285.13 kg/ha comparándolo con el T₄ (testigo absoluto) que obtuvo 507.87 kg/ha, seguido de T₉ (Fertimar 0.75 kg/ha) y T₁₀ (Fertimar 1 kg/ha), con 1188,25 kg/ha y 1167,63 kg/ha respectivamente. Asimismo, en el análisis económico la rentabilidad del tratamiento T₈ (Evergreen 1 L/ha) llegó a 2,056.21 soles y el tratamiento T₄ (testigo absoluto) presentó un costo negativo de -127.41 soles, seguido por el de T₉ (Fertimar 0.75 kg/ha) y T₁₀ (Fertimar 1 kg/ha) con una rentabilidad de 1,901.20 y 1,868.21 soles respectivamente.

ADAME *et al.* (2013), evaluaron el potencial de retoño de tres variedades de arroz en el noroeste de la República Dominicana; cuyos resultados muestran diferencias estadísticas entre los tratamientos en relación al rendimiento en la cosecha principal (flor), en la cosecha de retoño (soca) y en el rendimiento total

(cosecha principal + cosecha de retoño). La variedad IDIAF 1, con rendimiento de 8,672 kg/ha y Juma 67 con 8,298 kg/ha superaron a la variedad Prosequisa 4 que alcanzó 6,195 kg/ha en la cosecha principal. En la cosecha de retoño, las variedades Prosequisa 4 con 4,695 kg/ha y Juma 67 con 4094 kg/ha superaron estadísticamente a la variedad IDIAF 1 con 3813 kg/ha. Se concluyó que las variedades Prosequisa 4 y Juma 67 mostraron mayor potencial para el sistema de retoño, bajo la modalidad siembra directa al voleo.

CASTRO *et al.* (2014), estudiaron 28 cultivares, a los cuales se les evaluó: número de tallos fértiles, rendimientos del cultivo inicial y del rebrote o soca. Con los resultados se pudo constatar que todos los cultivares probados producen tallos después de la cosecha del cultivo principal, logrando un grupo de ellas más de 250 hijos fértiles por metro cuadrado. Los rendimientos agrícolas del arroz húmedo del retoño fluctuaron entre 2.50 y 4.27 t/ha en 69 a 80 días de cultivo y la producción total de los cultivares IAC-36, INCA LP-2, INCA LP-4, INCA LP-5, INCA LP-7 y J-104, en ambas cosechas, superaron las 10 t/ha, pudiéndose recomendar las mismas para su uso en la producción con este fin.

VELA (2003), estudió el efecto de la época del corte en el manejo de soca del cultivo de arroz variedad Capirona, bajo el sistema de riego por inundación, con el estudio se pudo evidenciar que los mejores rendimientos de arroz se han obtenido realizando el corte de rastrojo al mismo día de cosecha en planta con 4446.67 kg/ha, seguidos del corte de rastrojo a 3 y 6 días después de cosecha en planta con 4000 kg/ha y 3900 kg/ha respectivamente, por su parte sin corte (testigo) alcanzó 3380 kg/ha.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el fundo agrícola, área N° 8 de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, de la localidad de Tingo María, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado y región Huánuco; cuyas coordenadas UTM son las siguientes:

Este : 0390689 m.

Norte : 896778 m.

Altitud : 660 msnm.

De acuerdo al Mapa Ecológico del Perú (HOLDRIDGE, 1987) Tingo María se encuentra en la formación vegetal de bosque muy húmedo-premontano tropical (bmh-PT).

3.2. Descripción e historia del área experimental

El campo experimental fue sometido en los últimos años al siguiente cronograma de explotación agrícola:

Año 2013 : Cultivo de arroz.

Año 2014 : Cultivo de arroz.

Este trabajo de investigación se realizó seguidamente después de la tesis ejecutada por el bachiller Diego Carranza Calisaya, entre los meses de agosto a diciembre del 2015; al cosechar la parcela experimental del tesista, se realizó el corte de las plantas a una altura de 15 cm.

3.3. Datos meteorológicos

De acuerdo al MINAG (2012), la temperatura óptima para la producción de arroz debe oscilar entre 22 y 26 °C; al respecto, durante los meses que se realizó el trabajo de investigación, se registraron que las temperaturas máxima, mínima y media fueron 30.05, 19.58 y 24.81 °C respectivamente (Cuadro 1), es decir, las temperaturas registradas en esos meses estuvieron en los rangos óptimos para la producción de acuerdo a dicho material bibliográfico; asimismo, el mismo autor sostiene que la humedad óptima durante la floración del cultivo de arroz debe oscilar de 70 y 80 %, cuyos rangos coinciden con la humedad relativa registrada en los meses de investigación que es de 70 y 72 %, por lo que no se representó ningún problema de sanidad en el cultivo, coincidiendo con la versión de MOQUETE (2010), quien sostiene que la humedad relativa mayor a 80 % llega a favorecer la incidencia de enfermedades foliares en el cultivo de arroz.

Cuadro 1. Datos meteorológicos registrados en el periodo de agosto a Noviembre del 2015.

Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
Agosto	29.90	18.90	24.40	74.00	108.00
Setiembre	30.30	19.30	24.80	72.00	183.00
Octubre	30.20	19.90	25.05	70.00	284.00
Noviembre	29.80	20.20	25.00	72.00	391.00
Promedio	30.05	19.58	24.81	72.00	241.50

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo María – 2015

3.4. Análisis de suelos del campo experimental

De acuerdo al análisis físico – químico del suelo del campo experimental (Cuadro 2). Se observa que es un suelo franco con un pH de fue 4.96, al respecto RODRÍGUEZ (1999), menciona que los suelos ideales para el cultivo de arroz son aquellos con textura arcillosa, arcillo arenosa o arcillo limosa, asimismo MOQUETE (2010), afirma que el arroz puede desarrollarse bien en suelos ácidos como en los alcalinos, aunque el pH óptimo para el arroz es 6.6, con este pH, la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, son altas. El nivel de fertilidad fue media para los niveles de materia orgánica, nitrógeno y potasio en el suelo, el nivel de fertilidad para la concentración de fósforo es alto.

Cuadro 2. Análisis de las características del suelo experimental.

Elementos	Contenido	Método empleado
Análisis físico:		
Arena (%)	49.68	Hidrómetro
Limo (%)	17.04	Hidrómetro
Arcilla (%)	33.28	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triangulo textural
Análisis químico:		
pH (1:1) en agua	4.96	Potenciométrico
M.O. (%)	2.42	Walkley y Black
N -Total (%)	0.11	% M.O. x 0.05
Fósforo disponible (ppm)	18.77	Olsen Modificado
K ₂ O disponible (kg/ha)	41.30	Absorción atómica
Ca cambiable (cmol ⁽⁺⁾ . kg/ha)	4.61	EAA
Mg cambiable (cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	1.55	EAA
K cambiable (cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	xxx	EAA
Na cambiable (cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	xxx	EAA
Al cambiable (cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	0.25	EAA
H cambiable (cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	0.44	EAA
Bases cambiables (%)	89.93	xxx
Acidez cambiable (%)	10.07	xxx
Saturación de aluminio (%)	3.67	xxx
C.I.C e. (cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	6.84	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.5. Componentes en estudio

3.5.1. Bioestimulantes foliares

- Bioestimulante Evergreen.
- Bioestimulante Orgabiol.

3.5.2. Momentos o etapas de aplicación del bioestimulante

- Etapa macollo.
- Etapa punto algodón.
- Etapa inicio de panojado.
- Etapas macollo y punto algodón.
- Etapas macollo e inicio de panojado.
- Etapas punto de algodón e inicio de panojado.
- Etapas macollo, punto de algodón e inicio de panojado.

3.6. Tratamientos en estudio

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Descripción	Dosis (L/ Cilindro de 200 L)
T ₁	Evergreen en la etapa macollo	0.5
T ₂	Evergreen en la etapa punto algodón	0.5
T ₃	Evergreen en la etapa inicio de panojado	0.5
T ₄	Evergreen en las etapa macollo y punto algodón	1
T ₅	Evergreen en las etapas macollo e inicio de panojado	1
T ₆	Evergreen en las etapas punto de algodón e inicio de panojado	1
T ₇	Evergreen en las etapas macollo, punto algodón e inicio de panojado	1.5
T ₈	Orgabiol en la etapa macollo	0.5
T ₉	Orgabiol en la etapa punto algodón	0.5
T ₁₀	Orgabiol en la etapa inicio de panojado	0.5
T ₁₁	Orgabiol en las etapas macollo y punto algodón	1
T ₁₂	Orgabiol en las etapas macollo e inicio de panojado	1
T ₁₃	Orgabiol en las etapas punto algodón e inicio de panojado	1
T ₁₄	Orgabiol en las etapas macollo, punto de algodón e inicio de panojado	1.5
T ₁₅	Testigo (sin aplicación)	0

Nota: La dosis que se aplicó del bioestimulante fue 0.5 L/Cilindro (200 L) para 1 ha.

3.7. Diseño estadístico

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con quince tratamientos y cuatro bloques. Las variables se sometieron a la prueba de análisis de variancia y para la comparación de medias se usó la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$).

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

(CABRERA, 2000)

Dónde:

Y_{ij} = Es la respuesta obtenida en la i-ésima dosis de bioestimulante y momento de aplicación en el j-ésimo bloque.

μ = Es el efecto de la media general.

α_i = Es el efecto de la i-ésima dosis de bioestimulante y momento de aplicación.

β_j = Es el efecto de la j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Es el efecto aleatorio del error experimental asociada a la i-ésima dosis de bioestimulante y momento de aplicación del j-ésimo bloque.

Para:

i = 1, 2, ..., 15 Tratamientos.

j = 1, 2, ..., 4 Bloques.

Cuadro 4. Modelo del análisis de variancia.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Tab.
Bloques	b-1	SC_{Bloq}	$SC_{bloq}/gl_{bloq}=CM_{bloq}$	CM_{bloq}/CM_{ee}	$F_{\alpha}(gl_{bloq}, gl_{ee})$
Tratamientos	t-1	SC_{trat}	$SC_{trat}/gl_{trat}=CM_{trat}$	CM_{trat}/CM_{ee}	$F_{\alpha}(gl_{trat}, gl_{ee})$
Error experimental	$(t-1)*(b-1)$	SC_{ee}	$SC_{ee}/gl_{ee}=CM_{ee}$		
Total	$(t * b) - 1$	SC_{total}			

3.8. Características del campo experimental

La característica del croquis experimental es graficada en la Figura 13:

3.8.1. Área experimental

Largo	:	53.00 m.
Ancho	:	14.50 m.
Distanciamiento entre bloques	:	0.50 m.
Distanciamiento entre parcelas	:	0.50 m.
Área total del experimento	:	768.5 m ² .

3.8.2. Bloques

Número de bloques	:	4.00
Largo de bloque	:	3.00 m.
Ancho de bloque	:	3.00 m.
Área de bloque	:	159.00 m ² .

3.8.3. Parcelas

Número de parcelas/bloques	:	15.00
Número de parcelas	:	60.00
Largo de la parcela	:	3.00 m.
Ancho de la parcela	:	3.00 m.
Área de la parcela	:	9.00 m ² .
Distanciamiento de los golpes	:	0.25 x 0.25 m.

3.9. Metodología

3.9.1. Limpieza y arreglo de los bordos del campo experimental

Aproximadamente, el 1 de agosto del 2015 se realizó la cosecha del arroz de la tesis anterior, del bachiller Diego Carranza Calisaya; inmediatamente después de la cosecha se procedió a realizar la eliminación de las malezas, rastrojos de la cosecha de las pozas, bordos y canal de riego. Se reforzó los bordos. También se arregló el canal de riego para mejorar la conducción del agua al cultivo en fase soca.

3.9.2. Riego

El riego del cultivo de arroz en fase soca fue constante y sólo se suspendió para la fertilización y un mes antes de la cosecha. El primer riego fue realizado inmediatamente después de realizar el corte del macollo, con una lámina delgada de agua en movimiento a una altura de 3 cm para evitar el empozamiento; además, se hacía para favorecer el desarrollo de los macollos y evitar la pudrición. La segunda aplicación de agua fue a los diez días después del corte, se cerraron los canales de riego en las parcelas con el objetivo de empozar una lámina de agua a una altura de 5 cm para realizar la fertilización y evitar que los nutrientes se pierdan por escorrentía. Los canales de riego se mantuvieron cerrados por una semana; posteriormente se abrieron para que el agua empozada en las parcelas, siguiera su curso e ingrese agua fresca de forma permanentemente hasta la segunda fertilización. A los 15 días después de la primera fertilización, se cerraron los canales de agua y se empozó en las parcelas, una lámina de agua a una altura aproximada de 10 cm para aplicar la

segunda fertilización. Los canales de riego estuvieron cerrados por una semana y luego se abrieron para que ingrese agua fresca durante 40 días, para luego cerrarlos para la tercera fertilización con una lámina de agua a una altura de aproximada de 10 a 15 cm; luego de una semana, se abrieron los canales de riego hasta un mes antes de la cosecha.

3.9.3. Fertilización

Se fertilizó de acuerdo a la fórmula de la tesis anterior; cuya fórmula fue $178 \text{ N} - 94 \text{ P}_2\text{O}_5 - 166 \text{ K}_2\text{O}$. Las fuentes que se usaron fueron: Urea, (46 % N), superfosfato triple de calcio (46 % P_2O_5) y el cloruro de potasio (60 % K_2O). Respecto a la urea se fraccionó en tres partes, el superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio, se aplicó todo en la primera fertilización. La primera fertilización se realizó el domingo 10 de agosto del 2015, diez días después de la cosecha de la anterior tesis; la segunda fertilización se hizo a los quince días después de la primera fertilización y la tercera fertilización, se hizo a los 40 días después de la segunda fertilización. El cálculo de NPK o el cálculo de fertilizante a aplicar al suelo, lo realizó el tesista anterior en base al análisis de suelo de la parcela (Cuadro 2) tal como se muestra en el Anexo; aplicándose de forma igual.

3.9.4. Aplicación de bioestimulantes

Se aplicaron los bioestimulantes (Evergreen y Orgabiol) a los quince días después del primer corte, es decir, el 15 de agosto, en la etapa de macollo, en dosis de 50 ml por mochila de 20 L (FARMAGRO, 1999), las posteriores se hicieron de acuerdo al Cuadro 3. La aplicación de los bioestimulantes en la etapa punto de algodón fue entre los 30 a 40 días después del trasplante; la aplicación en la etapa

inicio del panojado fue entre los 80 a 90 días después del trasplante; cabe indicar que las aplicaciones se realizaron utilizando una mochila de 20 L marca JACTO.

3.9.5. Control de malezas

Se realizó controles manuales y oportunos, utilizando el azadón y machetes durante el periodo vegetativo del cultivo. El primer control se realizó el segundo día después de la cosecha y a los 30 días después (1 de setiembre del 2015). Sin embargo, se observó demasiada agresividad de las malezas en la parcela experimental, por ello se procedió a aplicar Arrozolo a razón de 4 L/ha para controlar *Echinochloa crusgalli*, *Cyperus rotundus* y *Amaranthus hybridus*, esta labor se realizó a los 20 días después del primer corte y a los 40 días después, para el cual se utilizó una mochila de 20 L marca JACTO.

3.9.6. Control de plagas y enfermedades

Para el control de las plagas, se realizaron aplicaciones preventivas, el primer control se realizó a los ocho días después de la cosecha (9 de agosto del 2015) del anterior trabajo de investigación, se aplicó un insecticida (Provado Combi) a razón de 300 ml/cilindro de 200 L/ha de agua, para controlar la mosquilla, gorgojo de agua, entre otras plagas. Para el control de enfermedades como el quemado de arroz (*Pyricularia oryzae*) también se llegó a aplicar de forma preventiva Silvacur + Antracol, a razón de 250 ml/cilindro y 500 g/cilindro. Las aplicaciones se realizaron utilizando una mochila de 20 L marca JACTO.

3.9.7. Cosecha y trillado

La cosecha se realizó el 15 de noviembre del 2015, esta se hizo de cada área neta (1 m²) cuando el 95 % de los granos de las panojas de arroz se

encontraban maduros y la planta en general, presentó una coloración amarilla; esta labor, se efectuó en forma manual, se cortó los tallos con hoz a 10 cm del suelo. Cabe resaltar que antes de la cosecha se cortó el ingreso del agua para facilitar el las evaluaciones y la cosecha posterior. La trilla se realizó después de cortar las plantas, empleando las mantas, luego en un tronco delgado se golpearon para desprender los granos de arroz. Luego se llevaron a la era de cemento para el secado, por un lapso de cuatro horas, luego se ventearon para separar las impurezas de la cosecha.

3.10. Variables registradas

3.10.1. Altura de la planta

La altura de planta se evaluó cuando las plantas completaron su desarrollo (cosecha), con una cinta métrica se midió en centímetros la altura de diez golpes competitivos tomadas al azar de cada parcela neta, desde la base del tallo hasta el ápice de la última hoja.

3.10.2. Componentes de rendimiento

a. Número de panojas por m²

Se determinó en base a la parcela neta (1 m²). De cada parcela neta se contó el número de las panojas por m². El momento del conteo se realizó poco antes de realizar la cosecha (cinco días antes).

b. Número de espiguillas por panoja y espiguillas fértiles por panoja y porcentaje de espiguillas infértiles por panoja

Se llegó a determinar los tres caracteres evaluados en base a cinco panojas por unidad experimental o m² a los 30 días después del 80 % de

las plantas floreadas por m². Se hizo de forma manual el conteo total del número de espiguillas por panoja; luego de las mismas espiguillas seleccionadas se hizo el conteo del número de espiguillas fértiles e infértiles por panoja y así por el cálculo aritmético de regla de tres simple se llegó a determinar el porcentaje de espiguillas fértiles por panoja.

c. Peso de 1000 granos

Después de la cosecha de las parcelas, se cuantificaron 1000 granos de arroz por tratamiento en estudio y por bloque, estos granos fueron secados al 14 % de humedad utilizando el detector de humedad del laboratorio de semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Una vez calibrada la humedad del grano, se pesó los 1000 granos por tratamiento y bloque en una balanza eléctrica.

d. Rendimiento del arroz

En el gabinete se calculó el rendimiento de arroz en cáscara de los tratamientos por hectárea. Las semillas de arroz estaban con una humedad al 14.0 % y bajo esa condición el rendimiento se obtuvo y, se contrastó mediante la siguiente la fórmula (PINEDO, 2013):

$$\text{Rendimiento/m}^2 = \text{NPm}^2 \times \text{NGP} \times \text{PDG} \times 0.0001$$

Donde:

NPm² = Número de panojas por m²

NGP = Número de granos llenos por panoja

PDG = Peso de cada grano

3.10.3. Análisis de beneficio y costo (B/C)

La evaluación de la relación de beneficio y costo (B/C) en soles de los tratamientos en estudio, se hizo por el método análisis comparativo de ingresos y costos de producción, que es determinar el índice de rentabilidad (B/C) por tratamiento en estudio y se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación (B/C)} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

El ingreso bruto de los tratamientos, se determinó de acuerdo al precio de un 1 kg de arroz al mercado local. Los costos de producción se llegó a determinar proyectando a 1.0 ha y obedeciendo a la diferencia al gasto realizado por los bioestimulantes, fertilizantes, mano de obra, entre otros.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. De la altura de planta de arroz en fase soca

En el Cuadro 5, se muestra el análisis de variancia del carácter altura de planta en fase soca a los 120 días después del corte (ddc), observándose que:

No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques en estudio de las características evaluadas realizadas, es decir que nuestros resultados no estuvieron influenciados por los bloques ya que el área del terreno utilizado para el experimento fue homogéneo. Asimismo, existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio en la característica altura de planta a los 120 ddc, es decir con al menos un tratamiento se obtiene resultados diferentes para la altura de planta en fase soca. El coeficiente de variabilidad de la característica altura de planta de arroz a los 120 ddc fue mayor al 10 % y menor al 15 %, es decir, existió una muy buena homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

Cuadro 5. Análisis de variancia de la altura de planta en fase soca a los 120 días después del corte.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Sig.
Bloques	3	8.28	2.76	NS
Tratamientos	14	1194.82	85.34	AS
Error experimental	42	72.28	1.72	
Total	59	1275.37		

C.V. (%) 11.58

C.V. : Coeficiente de variabilidad.

NS : No existen diferencias significativas.

AS : Existe diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

En el Cuadro 6, se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el carácter altura de planta de arroz en fase soca a los 135 ddc, observándose que: Estadísticamente, los tratamientos T₁ (Evergreen en EM) y T₈ (Orgabiol en EM), obtuvieron mayor altura de planta en comparación a lo obtenido por los demás tratamientos en estudio, con una altura de planta media de 90.08 y 89.58 cm respectivamente.

Cuadro 6. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para altura de planta en fase soca.

Clave	Tratamientos Bioestimulante aplicado en etapas del arroz	Altura de planta	
		(cm)	Sig.
T ₈	Orgabiol en EM	90.08	a
T ₁	Evergreen en EM	89.58	a
T ₁₂	Orgabiol en las etapas EM y IP	87.20	b
T ₄	Evergreen en las etapas EM y PA	86.93	b
T ₁₁	Orgabiol en las etapas EM y PA	86.63	b
T ₅	Evergreen en las etapas EM y IP	85.20	b
T ₂	Evergreen en la etapa PA	82.85	c
T ₉	Orgabiol en la etapa PA	82.48	c
T ₃	Evergreen en la etapa IP	82.33	c
T ₁₀	Orgabiol en la etapa IP	81.15	c d
T ₇	Evergreen en las etapas EM, PA y IP	80.03	d e
T ₁₃	Orgabiol en las etapas PA y IP	79.93	d e
T ₆	Evergreen en las etapas PA y IP	79.43	d e
T ₁₄	Orgabiol en las etapas EM, PA y IP	78.80	e
T ₁₅	Testigo (Sin aplicación)	72.93	f

Tratamientos unidos por la misma letra muestra que no existe significación estadística.
Claves: EM: Etapa de macollo.; PA: Punto algodón.; IP: Inicio de panojado.

Estadísticamente, en segunda posición con mayor altura de planta a los 120 ddc, fueron obtenidos por los tratamientos T₁₂ (Orgabiol en las etapas EM y IP), T₄ (Evergreen en las etapas EM y PA), T₁₁ (Orgabiol en las etapas EM y PA) y T₅ (Evergreen en las etapas EM y IP), con una media de 87.20, 86.93, 86.63 y 85.20 cm respectivamente. Estadísticamente, la altura de planta a los 120 días después del corte (ddc) obtenido por el tratamiento T₁₅ (Testigo (sin aplicación)) fue una media de 72.93 cm; una altura media de planta estadísticamente inferior a lo obtenido por los demás tratamientos en estudio.

Estadísticamente, los tratamientos con mejor altura de planta a los 120 días después del corte (ddc) fueron los bioestimulantes aplicado en la etapa macollo de la planta de arroz; asimismo, aquellos tratamientos con Evergreen y Orgabiol aplicados en la etapa macollo y demás etapas del cultivo, ocuparon la segunda posición con plantas de arroz con mayor altura en soca. De acuerdo a todos nuestros resultados, la aplicación de los dos bioestimulantes tuvo un mejor efecto al aplicar en la etapa macollo y esto se corrobora con Daymsa (2015), citado por SAMANIEGO (2015), quién señala que durante los primeros días tras la siembra se debe aplicar los bioestimulantes foliares para ayudar en el crecimiento de la planta, ya que el arroz precisa de un aporte de un corrector de las carencias de quelatado de zinc para así asegurar e incrementar el rendimiento de arroz bajo cualquier condición.

Asimismo se observa que la aplicación de los dos bioestimulantes al retoño, se alcanza significativamente plantas con una mejor altura en comparación a lo obtenido por el testigo (sin aplicación); coincidiendo con

SAMANIEGO (2015), quién encontró resultados favorables para la altura de planta de arroz al aplicar un bioestimulante foliar al inicio del macollamiento. Los bioestimulantes tienen un mejor efecto en el cultivo de arroz y esto según Futureco Bioscience (2013), citado por SAMANIEGO (2015), los bioestimulantes llegan a favorecer y potenciar el metabolismo vegetal, ya que están constituidos en su mayoría por nutrientes ricos en potasio, nitrógeno, fósforo, aminoácidos, polisacáridos, péptidos, ácidos húmicos y hormonas los cuales generan un mejor metabolismo de la planta contribuyendo a un crecimiento y desarrollo óptimo, siendo las auxinas y las giberelinas las que inciden en ello, estas hormonas son moléculas orgánicas que se producen en una región de la planta y se trasladan hasta otra zona donde actúan sobre algún proceso fisiológico vital, a muy baja dosis. Las estimuladoras de crecimiento son básicamente tres: auxinas, giberelinas y citoquininas. (JORQUERA y YURI, 2006).

Algunas investigaciones afirman que los bioestimulantes foliares son fáciles de absorber por la planta y además de mejorar la capacidad fotosintética de la planta de arroz bajo condiciones adversas; SAMANIEGO (2015), agrega que los componentes de los bioestimulantes acceden a los tejidos conductores de la planta de arroz con un consumo mínimo de energía; razón por el cual evita el desgaste energético y que las plantas no caigan en estrés y esto perjudique el rendimiento del cultivo.

Por su parte, AMORES (2004), hace referencia que los bioestimulantes agrícolas incluyen diferentes formulaciones de sustancias que se aplican a las plantas o al suelo para regular y mejorar el proceso fisiológico del cultivo,

haciéndolo más eficiente; y esto es porque los bioestimulantes según Valagro (2014), citado por SAMANIEGO (2015), actúan sobre la fisiología de las plantas a través de canales distintos a los nutrientes, mejorando el vigor, calidad y el rendimiento, y llegan a contribuir a la conservación del suelo después del cultivo.

La altura de planta de arroz de la variedad La Conquista en fase soca de los tratamientos con los bioestimulantes varió de 78.80 a 90.08 cm, estas alturas fueron menores en comparación a la altura media de la planta recomendada en la cosecha principal por EL POTRERO (2014), que la altura media de la variedad La Conquista es de 100 cm. La altura de planta en fase soca es menor respecto a lo obtenido en el cultivo principal (Cuadro 7) por CARRANZA (2015), quién reporto que los tratamientos en base Evergreen y Orgabiol, y testigo, con una altura promedio de 99.41, 100.16 y 96.55 cm respectivamente.

Cuadro 7. Altura de planta media de los bioestimulantes Evergreen, Orgabiol y testigo, en la primera y segunda cosecha (fase soca).

Bioestimulantes	Altura de planta (cm)	
	Primera cosecha	Segunda cosecha
Evergreen	99.41	83.76
Orgabiol	100.16	83.75
Testigo	96.55	72.93

(*) Primera cosecha obtenido en el año 2015.

La altura promedio de planta de arroz en fase soca por efecto de Evergreen y Orgabiol, y del testigo, alcanzó un porcentaje de 84.26, 83.61 y 75.53 % de la altura media de planta de arroz obtenido en la cosecha principal obtenido por CARRANZA (2015) (Figura 1). Es decir, que la altura de planta del arroz como los componentes del rendimiento en fase soca, fueron aritméticamente menores en comparación a lo obtenido en la cosecha principal y esto se puede deber a una reducción del área foliar que en el rebrote y con menor actividad fotosintética en comparación a lo que se obtiene en la cosecha principal, y esta diferencia incide en una reducción de la altura de planta y componentes del rendimiento en comparación a la cosecha principal.

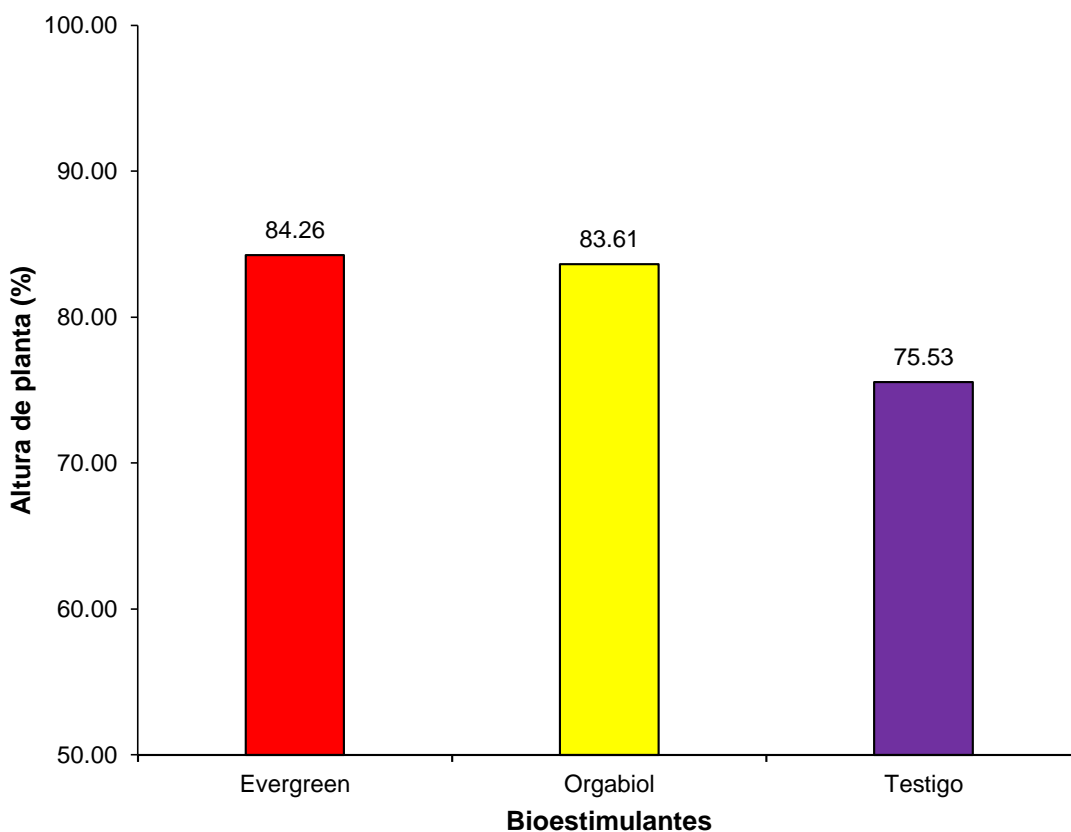


Figura 1. Diagrama de barras del porcentaje de la altura de planta del arroz en la segunda cosecha (fase soca) con respecto a la primera cosecha.

4.2. Componentes de rendimiento

En el Cuadro 8, se muestra el análisis de variancia de las características rendimiento de arroz en cáscara (t/ha) y componentes del rendimiento (número de panojas por m², número de espiguillas por panojas, porcentaje de espiguillas fértiles y peso de 1000 granos (g), observándose:

Que no existe diferencias significativas entre los bloques en estudio de las características evaluadas realizadas, esto significa que nuestros resultados obtenidos no estuvieron influenciados por los bloques; es decir, que el área del terreno utilizado para el experimento fue homogéneo y esto, según GUTIERREZ y DE LA VARA (2012), es que al no obtener diferencias significativas estadísticas entre los bloques en el análisis de variancia, indica que su influencia en la calidad de la respuesta no es significativa y por ello no existirá interacción entre el factor de bloque y el factor de tratamientos.

Se muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio en todas las características evaluadas, es decir con al menos un tratamiento se obtiene resultados diferentes para el rendimiento de arroz en cáscara, número de panojas/m², número de espiguillas por panojas, porcentaje de espiguillas fértiles y peso de 1000 granos, respectivamente.

El coeficiente de variabilidad de todas las características evaluadas fue menor al 10 %, esto significa que existió una excelente homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio para cada característica evaluada (rendimiento de arroz en cáscara y componentes en estudio).

Cuadro 8. Análisis de variancia de los caracteres rendimiento de arroz en cáscara y componentes del rendimiento en fase soca.

Fuente de variación	GL	Rendimiento (t/ha)		Panojas por m ²		Espiguillas por panojas		Espiguillas fértiles (%)		Peso de 1000 granos (g)	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloques	3	0.05	NS	7.40	NS	5.66	NS	3.04	NS	0.22	NS
Tratamientos	14	3.44	AS	629.16	AS	104.51	AS	48.13	AS	14.71	AS
Error experimental	42	0.03		27.82		5.98		1.10		0.20	
Total	59										
C.V. (%)		9.89		8.17		10.03		9.56		4.38	

C.V. : Coeficiente de variabilidad.

NS : No existen diferencias significativas.

AS : Existe diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

4.2.1. Del número de panojas por m² en fase soca

En el Cuadro 9, se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el carácter número de panojas por m² de la variedad la Conquista en fase soca, observándose:

Que los tratamientos T₁ (Evergreen en EM) y T₈ (Orgabiol en EM), estadísticamente obtuvieron mayor número de panojas por m² en comparación a lo obtenido por los demás tratamientos en estudio, con una media de 255.40 y 255.10 de panojas por m², respectivamente.

Estadísticamente, ubicados en la segunda posición con un mayor número de panojas por m², fueron los tratamientos T₁₂ (Orgabiol en las etapas EM y IP), T₄ (Evergreen en las etapas EM y PA), T₅ (Evergreen en las etapas EM y IP) y T₁₁ (Orgabiol en las etapas EM y PA), con un promedio de 251.60, 251.23, 250.83 y 249.40 de panojas por m², respectivamente.

Estadísticamente, el número de panojas por m² del tratamiento T₁₅ (Testigo (sin aplicación)) fue menor en comparación al número de panojas por m² obtenido por los demás tratamientos en estudio, con una media de 203.83 panojas por m². Asimismo, aritméticamente la media del número de panojas por m² por efecto de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol, fueron superiores a lo obtenido por el tratamiento testigo.

Los tratamientos con mejores resultados para este carácter fueron los mismos tratamientos para el carácter rendimiento o sea, los tratamientos T₁ (Evergreen en EM) y T₈ (Orgabiol en EM); es decir los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol aplicados en la etapa macollo significativamente alcanzaron un mayor

número de panojas por m², que al aplicar en una etapa diferente (Cuadro 9); además, resultados que se asemejan con lo obtenido por VÁSQUEZ (2001), quien reportó mayor número de panojas por m² producido por el bioestimulante Actigibb aplicado al inicio de macollaje. Estos resultados en práctica, concluyen que la mejor etapa en la que se puede complementar o corregir la nutrición de la planta, es en la etapa macollo.

Cuadro 9. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de panojas por m² en fase soca.

Clave	Bioestimulante aplicado en etapas del arroz	Panojas por m ²	Sig.
T ₁	Evergreen en EM	255.40	a
T ₈	Orgabiol en EM	255.10	a
T ₁₂	Orgabiol en las etapas EM y IP	251.60	a b
T ₄	Evergreen en las etapas EM y PA	251.23	a b
T ₅	Evergreen en las etapas EM y IP	250.83	a b
T ₁₁	Orgabiol en las etapas EM y PA	249.40	a b
T ₂	Evergreen en la etapa PA	246.70	b c
T ₃	Evergreen en la etapa IP	245.00	b c
T ₁₀	Orgabiol en la etapa IP	244.18	b c
T ₉	Orgabiol en la etapa PA	241.10	b c
T ₆	Evergreen en las etapas PA y IP	240.60	c d
T ₁₃	Orgabiol en las etapas PA y IP	239.50	c d
T ₁₄	Orgabiol en las etapas EM, PA y IP	239.40	c d
T ₇	Evergreen en las etapas EM, PA y IP	234.60	d
T ₁₅	Testigo (Sin aplicación)	203.83	e

Tratamientos unidos por la misma letra muestra que no existe significación estadística.
Claves: EM: Etapa de macollo.; PA: Punto algodón.; IP: Inicio de panojado.

En la fase soca los rebrotes inician el proceso de crecimiento de la planta y en la que esta demanda mayor gasto de energía, además es en esta etapa existe emisión de panojas y se caracteriza por el crecimiento vegetativo

de la planta. Se debe tener en cuenta que la planta de arroz demandó todas sus reservas en la cosecha principal y al realizar un corte mediante la técnica soca, inicia un nuevo ciclo vegetativo del cultivo, por lo que demanda fertilización para tener éxito en su desarrollo. En nuestro experimento se realizó la fertilización con NPK a toda el área experimental, pero el rendimiento y número de panojas por m² de la parcela sin dosis de Evergreen y Orgabiol, fue estadísticamente menor a lo obtenido por los tratamientos en base a estos dos bioestimulantes.

Del párrafo anterior y de acuerdo a nuestros resultados, se entiende la emisión de panojas por m², es significativamente mayor al complementar en su nutrición con Evergreen y Orgabiol, y es aun significativamente mejor sí la aplicación se realiza en la etapa macollo, ya que el uso correcto e idóneo de los bioestimulantes es en esta etapa según Carvajal (2013), citado por ALARCÓN (2016), da un mayor aprovechamiento de los compuestos de los bioestimulantes. Al respecto, nos da la razón por el cual estos tratamientos alcanzaron mejores características resultados; además, estas plantas de arroz fueron más vigorosas, con buen porte, sanos y presentaron hojas con mejor coloración.

Otras investigaciones reportan que aplicaciones de bioestimulantes no causaron un efecto significativo sobre la producción de arroz, como corrobora TELLO (2012), que aplicaciones de diferentes bioestimulantes en el cultivo de arroz no mostraron efecto significativo sobre el comportamiento agronómico del cultivo; otros como ORTIZ y GARCÍA (2002), reportaron que la aplicación de giberelinas a los 75 días después de emergencia, no influyó

significativamente en el desarrollo del cultivo; por su parte, PARIS (2015), llegó a concluir que el fitorregulador citoquinina influye en el crecimiento del cultivo de arroz. Estas referencias no coinciden con nuestros resultados, ya que en estas investigaciones se obtuvieron de la cosecha principal y bajo condiciones normales de manejo.

Existen bibliografías que hacen referencia que existe una reducción de área foliar de la planta de arroz en fase soca en comparación al área foliar del cultivo principal; siendo esto una de las razones del porqué la producción es inferior en casi en un 50 % a la cosecha principal. Además, existe un menor número de panojas por m² respecto a lo obtenido en el cultivo principal (Cuadro 10) por CARRANZA (2015), quien reportó que los tratamientos en base a de Evergreen y Orgabiol, alcanzaron medias de 286.86 y 284.00 panojas por m² respectivamente. La media del número de panojas por m² en fase soca por efecto de Evergreen y Orgabiol fueron 246.34 y 245.75 respectivamente.

Cuadro 10. Número de panojas/m² promedio de los bioestimulantes Evergreen, Orgabiol y testigo, en la primera y segunda cosecha (fase soca).

Bioestimulantes	Número de panojas por m ²		Panojas por m ² en soca (%) de la primera cosecha
	* Primera cosecha	Segunda cosecha	
Evergreen	284.00	246.34	86.74
Orgabiol	286.86	245.75	85.67
Testigo	240.00	203.83	84.93

(*) Primera cosecha obtenido en el año 2015.

Los porcentajes del número panojas por m² en fase soca respecto al número de panojas por m² obtenidos en la primera cosecha por Evergreen y Orgabiol y, el testigo, fueron 86.74, 85.67 y 84.93 % respectivamente (Figura 2); estos porcentajes son mayores a los porcentajes de rendimiento (Figura 5) y esto se asemeja a lo obtenido por ADAMES *et al.* (2013), quienes reportaron que los componentes del rendimiento afectados de forma positiva en la fase soca en relación a la cosecha principal, fueron las panoja por m² y espiguillas por panoja. Sin embargo, ADAMES (2014), reportó que en la fase soca, que la fertilidad de la panoja fue igual a de la cosecha principal, pero en los demás componentes se encontraron diferencias estadísticas en comparación a la cosecha principal.

En Cuba, POLÓN *et al.* (2003), reportaron mayor número de panojas por m² en el retoño que en la cosecha principal; resultados diferentes a nuestra investigación; sin embargo, estos autores reportaron un rendimiento menor en fase soca en comparación a la cosecha principal y esto nos explica PÉREZ *et al.* (1991), que la combinación de un mayor número de panojas y granos por panojas no es factible, debido a correlaciones genéticas y fenotípicas negativas que hay entre ambos componentes del rendimiento. Estas diferencias se puede atribuir principalmente a la diferencia en el potencial genético de cada variedad, tal como afirman CASTRO *et al.* (2014), que los genotipos tienen diferentes potencialidades respecto al rendimiento en soca.

Algunas investigaciones atribuyen a la diferencia del área foliar del cultivo de arroz en fase soca y cosecha principal, como uno de las causas en la obtención de un rendimiento inferior en fase soca en comparación al

rendimiento obtenido en la cosecha principal, ya que área foliar del retoño es inferior al área foliar del cultivo principal y fisiológicamente al reducir su área foliar del cultivo de arroz, se reduce la acumulación fotosintatos debido a una menor fotosíntesis en comparación que se da en el cultivo principal con mayor área foliar. Además, que al reducir los fotosintatos que son traslocados a las panojas, no hay un mejor llenado de los granos por panoja y esto se traduce en un rendimiento menor en comparación a lo obtenido en la cosecha principal.

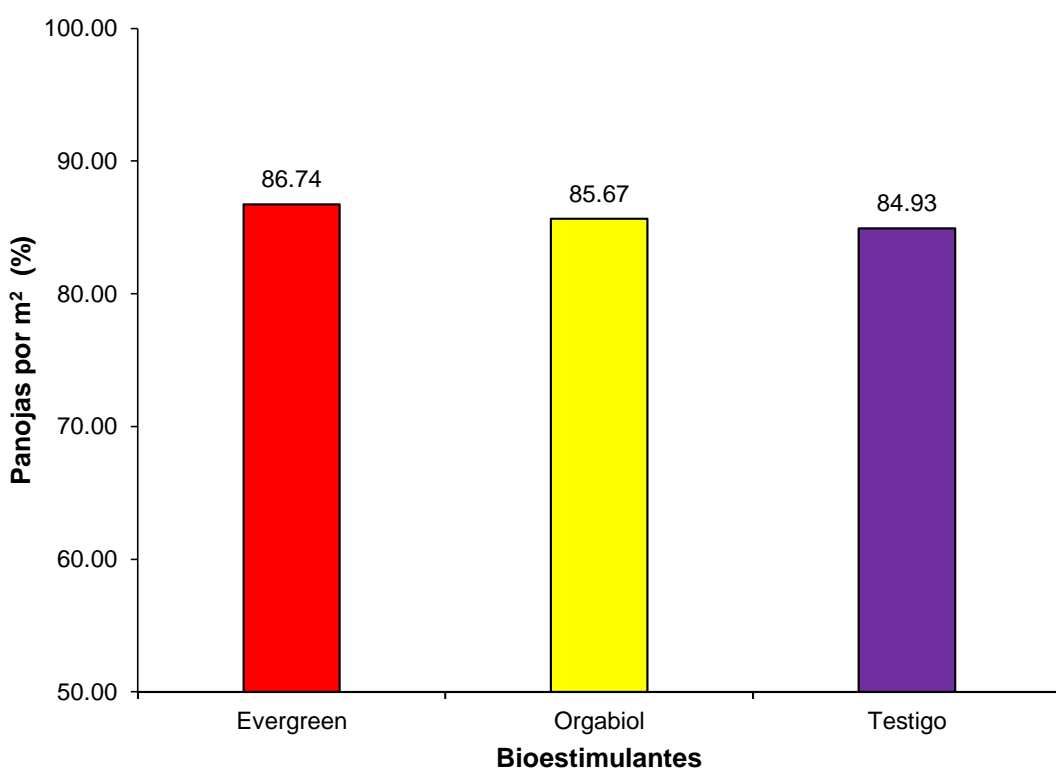


Figura 2. Diagrama de barras del porcentaje del número promedio de panojas de la primera cosecha obtenido en la segunda cosecha (fase soca) de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol.

En base al párrafo anterior, deducimos que en algunas variedades se puede obtener mayor número de panojas por m² en fase soca que lo obtenido en la cosecha principal, sin embargo, se llega a alcanzar un

rendimiento menor comparado a la cosecha principal. Pero en nuestros resultados, las aplicaciones de los bioestimulantes como complemento nutricional en el cultivo en fase soca influyeron significativamente con un mayor número de panojas por m² (Cuadro 9) que el testigo y al alcanzar un mayor número de panojas por m², se alcanzó un mejor llenado de granos (Cuadro 14), coincidiendo con BALLADARES (2013), quién reporta que investigaciones realizadas con urea y bioestimulantes obtuvo incremento de panojas/m², dando mejoras en el rendimiento en comparación con el testigo.

Los mejores tratamientos obtuvieron panojas por m² mayor a 250 en soca y sin embargo, la mayoría de los tratamientos obtuvieron panojas por m² menor a 250 y a la vez, menores a lo obtenido en la cosecha principal; pero gracias a los compuestos de los bioestimulantes, como las fitohormonas que corrigen la nutrición y mejorando el metabolismo de las plantas de arroz en fase soca, se puede alcanzar un mayor número de panojas por m². (Cuadro 9), al respecto, en una investigación CASTRO *et al.* (2014), reportaron que todos los cultivares probados en fase soca dieron macollos después de la cosecha del cultivo principal y que un grupo de ellas dio más de 250 panojas por m².

4.2.2. Del número de espiguillas/panoja

En el Cuadro 11, se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para:

El número de espiguillas por panocha: los tratamientos T₁ (Evergreen en EM) y T₈ (Orgabiol en EM), estadísticamente obtuvieron mayor número de espiguillas por panocha en comparación al número de espiguillas por panocha obtenidos por los demás tratamientos en estudio con una media de 129.53 y

129.09 respectivamente. El tratamiento T₁₅ (Testigo (sin aplicación)), alcanzó 109.83 espiguillas por panoja, estadísticamente fue menor en comparación a los demás tratamientos en estudio.

Para el número de espiguillas fértiles por panoja: Los tratamientos T₁ y T₈, estadísticamente obtuvieron un mayor número de espiguillas fértiles por panoja en comparación a los demás tratamientos en estudio, con una media de 93.16 y 92.21, respectivamente; estadísticamente los tratamientos T₄, T₅, T₁₁ (Orgabiol en las etapas EM y PA) y T₁₂ (Orgabiol etapas EM y IP), ocuparon la segunda posición con mayor número de espiguillas fértiles por panoja, con una media de 89.33, 88.61, 86.47 y 85.91, respectivamente; además, el tratamiento T₁₅ estadísticamente ocupó la última posición en espiguillas fértiles por panoja.

Para el porcentaje de espiguillas fértiles por panoja: Se observa que los tratamientos T₁, T₈, T₅, T₄, T₁₁ y T₁₂, estadísticamente obtuvieron mayor porcentaje de espiguillas fértiles que los demás tratamientos en estudio, con una media de 71.93, 71.43, 71.15, 71.13, 71.08 y 70.98 %, respectivamente; la media del porcentaje de espiguillas fértiles obtenido por el tratamiento T₁₅ fue 60.63 %, estadísticamente menor a lo obtenido por los demás tratamientos en estudio.

Cuadro 11. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del número de espiguillas por panoja, número de espiguillas fértiles por panoja y del porcentaje de espiguillas fértiles en fase soca.

Número de espiguillas por panoja			Número de espiguillas fértiles por panoja			Porcentaje de espiguillas fértiles por panoja		
Clave	Espiguillas	Sig.	Clave	Espiguillas	Sig.	Clave	(%)	Sig.
T ₁	129.53	a	T ₁	93.16	a	T ₁	71.93	a
T ₈	129.09	a	T ₈	92.21	a	T ₈	71.43	a
T ₄	125.62	b	T ₄	89.33	b	T ₅	71.15	a
T ₅	124.54	b c	T ₅	88.61	b	T ₄	71.13	a
T ₁₁	121.65	c d	T ₁₁	86.47	b	T ₁₁	71.08	a
T ₁₂	121.04	c d	T ₁₂	85.91	b	T ₁₂	70.98	a
T ₃	120.30	d	T ₂	78.74	c	T ₉	65.95	b
T ₂	120.25	d	T ₁₀	78.62	c	T ₁₃	65.90	b
T ₁₀	120.00	d	T ₃	78.01	c	T ₇	65.63	b
T ₁₄	118.69	d e	T ₉	77.57	c	T ₁₀	65.53	b
T ₆	118.26	d e	T ₁₄	77.19	c	T ₂	65.48	b
T ₉	117.62	d e	T ₆	77.13	c	T ₆	65.23	b
T ₇	117.17	d e	T ₇	76.91	c	T ₁₄	65.00	b
T ₁₃	115.53	e	T ₁₃	76.14	c	T ₃	64.85	b
T ₁₅	109.83	f	T ₁₅	66.59	d	T ₁₅	60.63	c

Tratamientos unidos por la misma letra muestra que no existe significación estadística.

Claves: EM: Etapa de macollo.; PA: Punto algodón.; IP: Inicio de panojado.

Leyenda:

T₁ = Evergreen en etapa de macollo
T₂ = Evergreen en punto de algodón
T₃ = Evergreen en inicio de panojado
T₄ = Evergreen en etapa de macollo + punto de algodón
T₅ = Evergreen en etapa de macollo + inicio de panojado
T₆ = Evergreen en punto de algodón + inicio de panojado
T₇ = Evergreen en etapa de macollo + punto de algodón + inicio de panojado
T₈ = Orgabiol en etapa de macollo

T₉ = Orgabiol en punto de algodón
T₁₀ = Orgabiol en inicio de panojado
T₁₁ = Orgabiol en etapa de macollo + punto de algodón
T₁₂ = Orgabiol en etapa de macollo + inicio de panojado
T₁₃ = Orgabiol en punto de algodón + inicio de panojado
T₁₄ = Orgabiol en etapa de macollo + punto de algodón + inicio de panojado
T₁₅ = Testigo (sin aplicación)

Se alcanzó un mayor número de espiguillas por panoja, espiguillas fértiles por panoja y porcentaje de espiguillas fértiles, donde se aplicaron los dos bioestimulantes Evergreen y Orgabiol, en la etapa macollo del cultivo de arroz en fase soca, coincidiendo con los resultados obtenidos por VÁSQUEZ (2001), que la aplicación del bioestimulante Actigibb al inicio del macollaje generaron un mayor número de espiguillas por panoja que los demás tratamientos en estudio. Bajo la técnica soca, se inicia el proceso metabólico y/o fisiológico de la planta de arroz, la que define el número de macollos, panojas y llenado de granos, y al estar bajo esas condiciones, esto afectaría el desarrollo y rendimiento del cultivo, por eso al aplicar los bioestimulantes como un complemento en la nutrición de la planta de arroz en la etapa macollo, se evitó un efecto negativo en el cultivo.

Del párrafo anterior, MONTESE (2016), encontró buenos resultados al aplicar Evergreen en el cultivo de arroz bajo condiciones de secano y a su vez recomienda usar este bioestimulante en la etapa de crecimiento del arroz para un mayor aprovechamiento de sus compuestos. La parcela de arroz fertilizada y sin aplicación de los bioestimulantes obtuvo espiguillas por panoja, espiguillas fértiles por panoja y porcentaje de espiguillas fértiles por panoja en fase soca, estadísticamente menores en comparación a los demás tratamientos en estudio (Cuadro 11); es decir, los bioestimulantes incrementaron significativamente el número de espiguillas por panoja y fertilidad de las espiguillas por panoja en esta fase por las funciones específicas de sus componentes.

Nuestros resultados se corroboran con BALLADARES (2013), quién encontró buenos resultados al aplicar bioestimulantes en el cultivo de arroz bajo riego y esto se debe a que los bioestimulantes son una formulación con un alto

contenido de macro y micro elementos, con sustancias húmicas y fitohormonas de crecimiento, que corrige la nutrición de las plantas, las que sintetizan rápido y eficientemente el transporte y acumulación de los azúcares. Además, dentro de los componentes en los dos bioestimulantes, están el potasio y zinc que actúan en funciones del metabolismo y transporte de carbohidratos, lo que incidió en nuestros resultados obtenidos (Cuadro 11).

El número de espiguillas por panoja de la variedad La Conquista en fase soca por efecto de los bioestimulantes fluctuaron de 115.53 a 129.53, número menor porque según CIAT (2005), el número óptimo de espiguillas por panoja del cultivo de arroz, debe variar de 100 a 200. Además, PINEDO (2013), obtuvo de 6 a 8 t/ha en rendimiento de la variedad La Conquista, con una media de 120 espiguillas fértiles por panoja en la primera cosecha; resultados que no coinciden con lo obtenido en nuestros resultados, ya que el número obtenido de espiguillas fértiles fluctuó de 76.14 a 93.16 (Cuadro 11) y en fase soca, además nuestros tratamientos en base a Evergreen y Orgabiol en soca, alcanzaron rendimientos que van de 4.11 a 6.09 t/ha.

Otro factor que incide significativamente en el rendimiento de arroz en fase soca en comparación al cultivo principal, es la fertilidad de las espiguillas, ya que se reduce en comparación al cultivo principal (Cuadro 12); resultados que coincidieron con ADAMES *et al.* (2013), quienes reportaron que el porcentaje de espiguillas fértiles se redujeron en el retoño con relación a la cosecha principal. En conclusión, se puede destacar la importancia de la fertilidad de las espiguillas y su vínculo con el rendimiento, ya que la fertilidad de espiguillas es uno de los componentes del rendimiento y gran influencia sobre la productividad del arroz.

La media de espiguillas por panoja, número de espiguillas fértiles por panoja y del porcentaje de espiguillas fértiles, en fase soca, obtenidas por efecto de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol, y el testigo, fueron inferiores a lo obtenido en el cultivo principal (Cuadro 11) por CARRANZA (2015). Al respecto, nuestros resultados del número de espiguillas por panoja en inferioridad a la cosecha principal, coincidieron con POLÓN *et al.* (2003), quiénes encontraron un número mayor de espiguillas por panoja (126) en la cosecha principal en comparación a soca (99), en la fertilidad de la panícula no encontró diferencias; este último no coincide con nuestros resultados, ya que la fertilidad de espiguillas en fase soca fueron menor en comparación a la fertilidad de espiguillas del cultivo principal (Figura 3) y esto posiblemente se deba a la diferencia genética entre las variedades en respuesta a esta técnica de rebrote.

Las diferencias observadas entre nuestros resultados (Cuadro 10) con otras investigaciones realizadas, pueden atribuirse al potencial genético de cada variedad, además influido por las condiciones edafoclimáticas, tal como nos corroboran CASTRO *et al.* (2014), que el comportamiento de los cultivares ante el cultivo de soca no siempre es igual y este está determinado fundamentalmente por factores genéticos; ADAMES (2014), ha detectado que los genotipos tienen diferente respuesta en relación a la época de siembra; por su parte, RUIZ *et al.* (2009), agregan que las variaciones de temperatura que se presentan en la etapa de llenado del grano, hacen diferenciar el rendimiento de una variedad con otra en fase soca. Por lo tanto, en nuestros estudios se concluye que la variedad de arroz La Conquista, alcanza menor número de espiguillas por panoja y número de espiguillas en fase soca en comparación al cultivo principal.

Cuadro 12. Número de espiguillas por panoja, número de espiguillas fértiles por panoja y del porcentaje de espiguillas fértiles promedio de los bioestimulantes Evergreen, Orgabiol y testigo, en la primera y segunda cosecha (fase soca).

Bioestimulantes	Espiguillas por panoja		Espiguillas fértiles por panoja		Espiguillas fértiles por panoja (%)	
	*Primera cosecha	Segunda cosecha	*Primera cosecha	Segunda cosecha	*Primera cosecha	Segunda cosecha
Evergreen	156.85	122.24	119.55	83.13	76.38	67.91
Orgabiol	154.81	120.52	120.01	82.02	77.54	67.98
Testigo	156.25	109.83	102.44	66.59	65.56	60.63

(*) Primera cosecha obtenido en el año 2015.

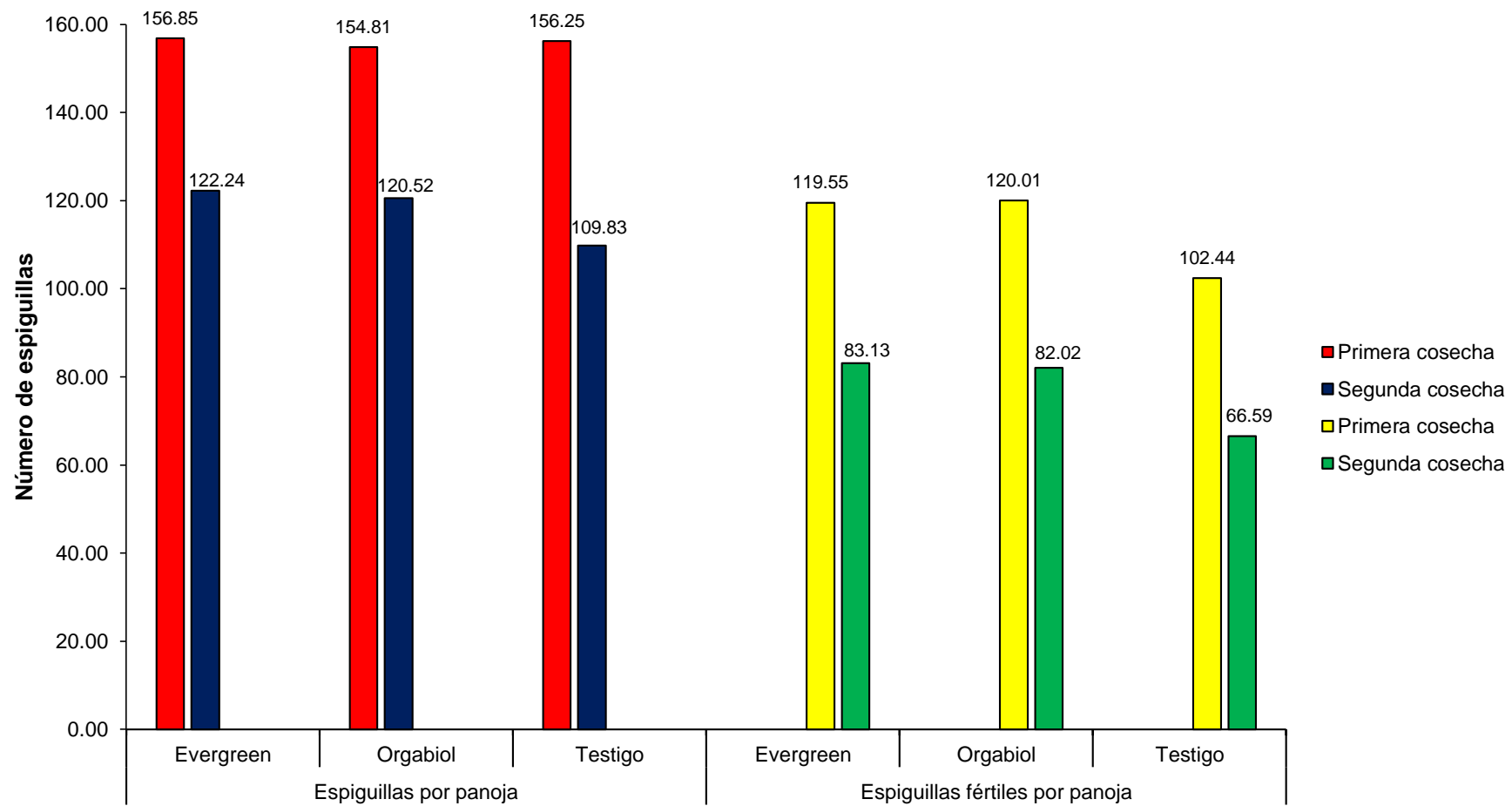


Figura 3. Diagrama de barras del número de espiguillas por panoja y espiguillas fértiles por panoja de los bioestimulantes en la primera y segunda cosecha (fase soca).

4.2.3. Del peso de 1000 granos de arroz en fase soca

En el Cuadro 13, se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el carácter peso de 1000 granos de arroz de la variedad La Conquista en fase soca, observándose:

Que los tratamientos T₁ (Evergreen en EM) y T₈ (Orgabiol en EM), estadísticamente obtuvieron un rendimiento mayor peso de 1000 granos de arroz que lo obtenido por los demás tratamientos en estudio, con una media de peso de 25.60 y 25.59 g, respectivamente.

Estadísticamente, en segunda posición con mayor peso de 1000 granos, fueron obtenidos por los tratamientos T₄ (Evergreen en las etapas EM y PA), T₁₂ (Orgabiol en las etapas EM y IP) y T₅ (Evergreen en las etapas EM y IP), con una media de peso de 24.78, 24.78 y 24.73 g, respectivamente.

Estadísticamente, en la tercera posición con mayor peso de 1000 granos, fueron obtenidos por los tratamientos T₇ (Evergreen en las etapas EM, PA y IP), T₁₁ (Orgabiol en las etapas EM y PA), T₆ (Evergreen en las etapas PA y IP), T₉ (Orgabiol en la etapa PA), T₃ (Evergreen en la etapa IP), T₂ (Evergreen en la etapa PA) y T₁₀ (Orgabiol en la etapa IP), con una media en peso de 24.20, 24.15, 23.95, 23.83, 23.70, 23.53 y 23.20 g, respectivamente.

Estadísticamente, el peso de 1000 granos de arroz obtenido por los tratamientos T₁₄ (Orgabiol en las etapas EM, PA y IP) y T₁₃ (Orgabiol en las etapas PA y IP), ocuparon la penúltima posición en comparación al peso de los demás tratamientos en estudio. Estadísticamente el peso de 1000 granos del tratamiento T₁₅ (Testigo (sin aplicación)) ocupó la última posición.

Cuadro 13. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del peso de 1000 granos en fase soca.

Clave	Tratamientos Bioestimulante aplicado en etapas del arroz	Peso de 1000 granos	
		(g)	Sig.
T ₁	Evergreen en EM	25.60	a
T ₈	Orgabiol en EM	25.58	a
T ₄	Evergreen en las etapas EM y PA	24.78	b
T ₁₂	Orgabiol en las etapas EM y IP	24.78	b
T ₅	Evergreen en las etapas EM y IP	24.73	b
T ₇	Evergreen en las etapas EM, PA y IP	24.20	b c
T ₁₁	Orgabiol en las etapas EM y PA	24.15	b c
T ₆	Evergreen en las etapas PA y IP	23.95	c
T ₉	Orgabiol en la etapa PA	23.83	c
T ₃	Evergreen en la etapa IP	23.70	c
T ₂	Evergreen en la etapa PA	23.53	c
T ₁₀	Orgabiol en la etapa IP	23.20	c
T ₁₄	Orgabiol en las etapas EM, PA y IP	22.55	d
T ₁₃	Orgabiol en las etapas PA y IP	22.53	d
T ₁₅	Testigo (Sin aplicación)	17.58	e

Tratamientos unidos por la misma letra muestra que no existe significación estadística.
Claves: EM: Etapa de macollo.; PA: Punto algodón.; IP: Inicio de panojado.

Como en todas las características evaluadas, estadísticamente los mejores resultados para este carácter lo obtuvieron aquellos tratamientos que se aplicaron en la etapa macollo de la planta; además, seguido por los tratamientos que se aplicaron las dosis de Evergreen y Orgabiol en partes, tanto en la etapa macollo y otra etapa del cultivo. Significativamente se obtuvo mejores resultados en esta etapa porque se aplicaron en el inicio del ciclo vegetativo de la planta en fase soca, alcanzando una mejor desarrollo foliar, mejorando el metabolismo de la planta y a partir de una mayor eficiencia fotosintética, que acabó con un mayor número de panojas por m², mayor número de espiguillas, fertilidad de espiguillas, un mejor llenado de granos y mejor peso de granos.

Nuestros resultados coincidieron en peso de 1000 granos de arroz con VÁSQUEZ (2001), quién encontró que la aplicación a una dosis de 1 L/ha del bioestimulante Actigibb al inicio del macollaje más el embuchamiento, mayor peso de 1000 granos que los demás tratamientos en estudio; sin embargo estos resultados fueron reportados en el cultivo principal. La razón de alcanzar mejores resultados en esta etapa, lo explica FARMAGRO (1999), quién afirma que en la primera etapa de desarrollo de la planta se necesita un grupo de aminoácidos que llega a promover el mejor enraizamiento, brotación, floración, y acumulación de los compuestos en el fruto de la planta. Al respecto, estos aminoácidos están presentes en los dos bioestimulantes en estudio.

La aplicación de Evergreen y Orgabiol a las plantas de arroz en fase soca, significativamente alcanzaron mayor peso de granos que el tratamiento T₁₅ (Testigo); esto es posible a la acumulación y buena distribución de sacarosa en los granos, gracias a los componentes como el zinc y potasio presentes en los bioestimulantes, tal como nos corrobora BALLADARES (2013), quién afirma que el potasio y zinc presentes en los bioestimulantes, actúan como transportadores de carbohidratos en la planta de arroz; VANEGAS (2001), reportó que el potasio presente en los bioestimulantes foliares activa la producción de enzimas, está relacionado con el sistema energético, al transporte y acumulación de azúcares dentro de la planta de arroz lo que permite el llenado y peso de los frutos.

Asimismo, que al aplicar bioestimulantes como complemento en la nutrición de la planta, bajo condiciones adversas como el rebrote y ese esfuerzo de la planta en iniciar un nuevo ciclo vegetativo, aumentará el gasto energético que es compensando por los bioestimulantes; por su parte, VÁSQUEZ (2001),

hace mención que muchos trabajos en investigación referente a bioestimulantes han concluido que las sustancias húmicas aumentan la permeabilidad de las membranas de las plantas por lo que mejoran la absorción de nutrientes a nivel radicular como foliar. Esto y otras razones explican porque el cultivo en fase soca por efecto de Evergreen y Orgabiol en distintas etapas de desarrollo del cultivo, alcanzaron mejores resultados en comparación al testigo.

El peso de 1000 granos de arroz de la variedad La Conquista de los tratamientos con los bioestimulantes varió de 22.53 a 25.60 g, estos pesos son menores al peso de 1000 granos en la cosecha principal de esta variedad como recomienda EL POTRERO (2014), que el peso de debe ser 28.0 g. Además, el peso obtenido en fase soca es menor respecto a lo obtenido en el cultivo principal (Cuadro 14) por CARRANZA (2015), quién reporto que los tratamientos en base a los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol, y testigo, alcanzaron 29.71, 28.39 y 27.50 g respectivamente. La media del peso de 1000 granos en fase soca de los bioestimulantes y testigo fueron 24.35, 23.80 y 17.58 g, respectivamente.

Cuadro 14. Peso de 1000 granos promedio de los bioestimulantes Evergreen, Orgabiol y testigo, en la primera y segunda cosecha (fase soca).

Bioestimulantes	Peso de 1000 granos (g)	
	Primera cosecha	Segunda cosecha
Evergreen	29.71	24.35
Orgabiol	28.39	23.80
Testigo	27.50	17.58

(*) Primera cosecha obtenido en el año 2015.

El peso promedio de 1000 granos de arroz en fase soca por efecto de Evergreen y Orgabiol, y del testigo, alcanzaron 81.96, 83.82 y 63.91 % del peso de 1000 granos obtenido en la cosecha principal obtenido por CARRANZA (2015). Bajo el efecto de los bioestimulantes, se alcanza mayor porcentaje del peso obtenido en la primera cosecha que sin la aplicación de los bioestimulantes y a pesar de la fertilización, se alcanza 63.91 % del peso de la primera cosecha. Nuestros resultados coinciden con CHÁVEZ (2006), quién reportó un peso de 1000 granos de arroz menor obtenido soca en comparación a lo obtenido en la cosecha principal, bajo el efecto de una combinación 180-50-120 (NPK).

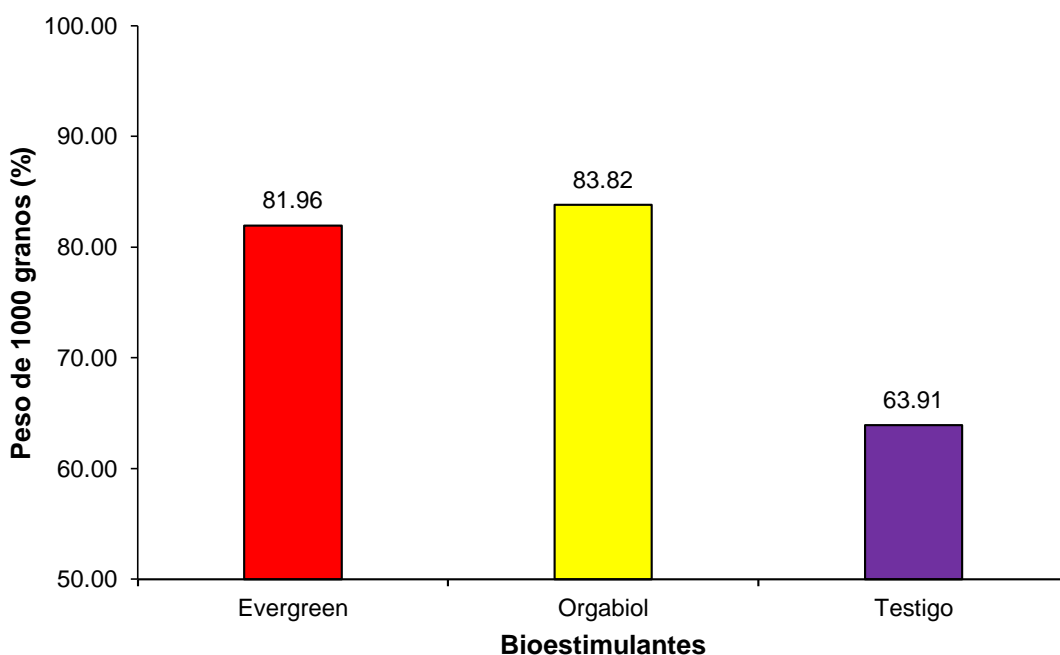


Figura 4. Diagrama de barras del porcentaje del peso de 1000 granos de la primera cosecha obtenido en la segunda cosecha (fase soca) de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol.

Otras investigaciones difieren y coinciden con nuestros resultados respecto a la cosecha principal, tal como corrobora POLÓN *et al.* (2003),

quiénes encontraron un peso de 1000 granos en fase soca estadísticamente igual al peso obtenido en la cosecha principal; sin embargo, ADAMES (2014), encontró que el peso de 1000 granos por varios genotipos de arroz en fase soca, se diferencian estadísticamente del peso de 1000 granos de los mismos genotipos obtenidos en la cosecha principal. Estas diferencias, pueden deberse al potencial genético de cada variedad respecto al cultivo en fase soca, además posiblemente es influida por factores como el clima, suelo y nutrición del cultivo. En nuestra investigación, los componentes del rendimiento de la variedad La Conquista, obtenidos en fase soca, fueron aritméticamente menor a lo obtenido en la cosecha principal.

4.2.4. Del rendimiento de arroz en cáscara en fase soca

En el Cuadro 15, se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el carácter rendimiento de arroz en cáscara de la variedad La Conquista en fase soca, observándose:

Que los tratamientos T₁ (Evergreen en EM) y T₈ (Orgabiol en EM), estadísticamente obtuvieron un rendimiento mayor al rendimiento obtenido por los demás tratamientos en estudio, con una media de rendimiento de 6.09 y 6.02 t/ha, respectivamente.

Estadísticamente, en segunda posición con mayor rendimiento de arroz en cáscara (t/ha), fueron obtenidos por los tratamientos T₄ (Evergreen en las etapas EM y PA), T₅ (Evergreen en las etapas EM y IP), T₁₂ (Orgabiol en las etapas EM y IP) y T₁₁ (Orgabiol en las etapas EM y PA); los rendimientos de los tratamientos, fueron 5.56, 5.50, 5.36 y 5.21 t/ha, respectivamente.

Estadísticamente, en la tercera posición con mayor rendimiento de arroz en cáscara, fueron obtenidos por los tratamientos T₂ (Evergreen en la etapa PA), T₃ (Evergreen en la etapa IP), T₉ (Orgabiol en la etapa PA), T₁₀ (Orgabiol en la etapa IP) y T₆ (Evergreen en las etapas PA y IP); los rendimientos de los tratamientos fueron 4.57, 4.53, 4.46, 4.46 y 4.44 t/ha, respectivamente.

Estadísticamente, en la cuarta posición con mayor rendimiento de arroz en cáscara (t/ha), fueron obtenidos por los tratamientos T₇ (Evergreen en las etapas EM, PA y IP), T₁₄ (Orgabiol en las etapas EM, PA y IP) y T₁₃ (Orgabiol en las etapas PA y IP) con un valor de 4.36, 4.17 y 4.11 t/ha, respectivamente.

Cuadro 15. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) del rendimiento de arroz en fase soca.

Clave	Tratamientos Bioestimulante aplicado en etapas del arroz	Rendimiento de arroz en cáscara	
		(t/ha)	Sig.
T ₁	Evergreen en EM	6.09	a
T ₈	Orgabiol en EM	6.02	a
T ₄	Evergreen en las etapas EM y PA	5.56	b
T ₅	Evergreen en las etapas EM y IP	5.50	b
T ₁₂	Orgabiol en las etapas EM y IP	5.36	b
T ₁₁	Orgabiol en las etapas EM y PA	5.21	b
T ₂	Evergreen en la etapa PA	4.57	c
T ₃	Evergreen en la etapa IP	4.53	c
T ₉	Orgabiol en la etapa PA	4.46	c
T ₁₀	Orgabiol en la etapa IP	4.46	c
T ₆	Evergreen en las etapas PA y IP	4.44	c
T ₇	Evergreen en las etapas EM, PA y IP	4.36	c d
T ₁₄	Orgabiol en las etapas EM, PA y IP	4.17	c d
T ₁₃	Orgabiol en las etapas PA y IP	4.11	d
T ₁₅	Testigo (sin aplicación)	2.39	e

Tratamientos unidos por la misma letra muestra que no existe significación estadística.

Claves: EM: Etapa de macollo.; PA: Punto algodón.; IP: Inicio de panojado.

Estadísticamente, el rendimiento del tratamiento T₁₅ (Testigo (sin aplicación)) fue menor en comparación al rendimiento a los demás tratamientos en estudio, con una media de 2.39 t/ha de arroz en cáscara en fase soca.

En Ecuador, ALARCÓN (2016), evaluó el efecto de tres dosis del bioestimulante Evergreen en la producción del cultivo de arroz en cáscara, sin fertilizar, alcanzando rendimientos que variaron de 4.08 a 5.64 t/ha en la primera cosecha. Estos rendimientos fueron similares a lo obtenido por los tratamientos en base a Evergreen, cuyos rendimientos fluctuaron de 4.36 a 5.56 t/ha, con excepción del tratamiento T₁ (Evergreen en EM), cuyo rendimiento fue 6.09 t/ha de arroz en cáscara en fase soca. Al respecto, los rendimientos fueron similares y esto posiblemente a la falta de fertilización con nutrientes mayores por parte del investigador en mención, ya que nuestros rendimientos (Cuadro 15) en fase soca se podrían justificar a la aplicación del bioestimulante en ciertas etapas y a la fertilización de NPK, ya que la aplicación bioestimulantes foliares es de uso complementario para así repotenciar a cultivo, mejorar la eficiencia en la nutrición y, responder al estrés biótico y abiótico de forma positiva. Respecto al estrés, esta anomalía se presentó al momento del corte y pudo alterar el desarrollo de la planta y la emisión de macollos, sin embargo las aplicaciones de Evergreen y Orgabiol en esta etapa macollo, repotenciaron y mejoraron el metabolismo de las plantas, y facilitar la emisión de macollos para alcanzar rendimientos de arroz en cáscara de 6.09 y 6.02 t/ha respectivamente, cuyos rendimientos fueron estadísticamente mayores a los demás tratamientos en estudio (Cuadro 15). Este efecto positivo de la aplicación de bioestimulantes en la etapa macollo del arroz, coinciden con VÁSQUEZ (2001), quién aplicó el bioestimulante Actigibb al inicio del macollaje de la planta de arroz y obtuvo un rendimiento de 10.89 t/ha; además, este autor, afirma que al aplicar Actigibb al inicio del macollaje, generó mayor número de panojas.

Continuando con el párrafo anterior, los mejores resultados (Cuadro 15) lo obtuvieron el tratamiento T₈ (Evergreen en EM) y T₁ (Orgabiol en EM) esto debido a que en la etapa de macollamiento los bioestimulantes propiciaron la formación muchos hijos por macollo haciendo que se incremente el número de panojas el cual determina el rendimiento del cultivo; fisiológicamente es por componentes de los productos aplicados como las fitohormonas presentes en el Evergreen que actúan optimizando las rutas metabólicas celulares de la producción hormonal (giberelinas, citoquininas, auxinas, etc.), esto lo respaldan CHIARELO *et al.* (2007), quienes sustentan que la aplicación de giberelinas en conjunto con las citoquininas en el macollamiento, produce un mejor número de panojas por m² y se obtiene un resultado positivo en cuanto al peso de 1000 granos y rendimiento de arroz en cáscara; además, coincidimos con la sugerencia de Díaz (2009), citado por ALARCÓN (2016), quien sostiene que los bioestimulantes se deben usar en las etapas de crecimiento del vegetal para un mayor aprovechamiento de sus compuestos y son productos capaces de aumentar el desarrollo, producción y crecimiento del cultivo.

Estadísticamente, el rendimiento del testigo T₁₅ (sin aplicación), fue menor en comparación al rendimiento obtenido por los tratamientos en base a los dos bioestimulantes en estudio (Cuadro 15); un rendimiento (2.39 t/ha) a pesar de que aquella parcela de rebrote fue fertilizada. Es decir, que la aplicación de los bioestimulantes ayudó a mejorar el rendimiento significativamente y esto lo explica VÁSQUEZ (2001), sustentando que los diferentes componentes de los bioestimulantes sirven para mejorar el metabolismo de la planta y cuyo resultado

se traduce en una mayor eficiencia fotosintética y, por ende un aumento tanto en calidad y cantidad del grano.

El rendimiento de arroz en cáscara en fase soca o rebrote, obtenido por los tratamientos en base a los bioestimulantes, fluctuaron entre 4.11 a 6.09 t/ha (Cuadro 15); los rendimientos en fase soca fueron menores en comparación a lo obtenido en la primera cosecha, por CARRANZA (2015), quién reporto que los tratamientos en base a los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol, fluctuaron entre 8.97 a 11.04 t/ha. En el Cuadro 16, se muestra los rendimientos promedios de los bioestimulantes Evergreen, Orgabiol y testigo, en la primera y segunda cosecha (fase soca), cuyos rendimientos en fase soca fueron de 5.01, 4.82 y 2.39 t/ha, respectivamente.

Cuadro 16. Rendimiento promedio de los bioestimulantes Evergreen, Orgabiol y testigo, en la primera y segunda cosecha (fase soca).

Bioestimulantes	Rendimiento (t/ha)		Total
	Primera* cosecha	Segunda cosecha	
tEvergreen	9.73	5.01	14.74
Orgabiol	9.94	4.82	14.78
Testigo	7.02	2.39	9.41

(*) Primera cosecha obtenido en el año 2015.

El rendimiento en fase soca o rebrote, es inferior a lo obtenido en la primera cosecha. Respecto al testigo en fase soca o rebrote, se obtuvo un 33.99 % del rendimiento de la primera cosecha, a pesar de que la parcela de arroz fue fertilizada; mientras el promedio del rendimiento por efecto de lo bioestimulantes

Evergreen y Orgabiol en fase soca, fue en un 51.65 y 48.52 % del rendimiento de la primera cosecha; es decir, bajo las aplicaciones complementarias de los bioestimulantes al rebrote de arroz, en una parcela fertilizada, se puede llegar a alcanzar un rendimiento entre 48 a 52 % de lo obtenido en la primera cosecha.

La media del rendimiento obtenido por los tratamientos en base a los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol, varió de 48.52 a 51.46 % del rendimiento obtenido en la primera cosecha (Cuadro 16), coincidiendo con MOQUETE (2010) y, POLANCO y SANZO (1997), quienes afirman que con la recolecta del rebrote se puede llegar a un 50 % de la producción de la primera cosecha. Nuestros resultados también coincidieron con Irri (1998), citado por POLÓN *et al.* (2006), quienes afirman que en investigaciones desarrolladas en el IRRI, se obtuvieron en el retoño de 50 a 55 % del rendimiento de la primera cosecha; CUEVAS (1999), sustentan que algunas investigaciones reportan que se puede alcanzar un 35 y 55 % del rendimiento de la cosecha anterior. Otras referencias bibliográficas hacen mención que se puede llegar a obtener un porcentaje igual al rendimiento de la primera cosecha, como POLÓN *et al.* (2006), quienes afirman que se logran producciones en fase soca entre un 85 a 95 % de la primera cosecha, pero bajo condiciones experimentales como en condiciones de producción; asimismo, CUEVAS (1999), menciona que el uso del cultivo de rebrote puede llegar a alcanzar un rendimiento entre 70 a 75 % de la cosecha anterior. Es decir, se puede obtener buenos resultados en producción bajo esta técnica, además en corto tiempo (120 días) que la primera cosecha (150 días); tal como afirman MOREJON *et al.* (2004), que se alcanzan excelentes rendimientos con cultivares de ciclo corto, en fase soca.

Trabajos por la selva peruana corroboran nuestros resultados, en el sentido de que el cultivo en fase soca alcanza un porcentaje rendimiento menor a la primera cosecha. En Tarapoto, CHÁVEZ (2006), reportó rendimientos de la tercera soca que oscilaron entre 4.27 a 5.07 t/ha de la variedad Capirona por efecto de diferentes niveles de fertilización con NPK; asimismo, el mismo autor hace referencia que el rendimiento que alcanzó fue equivalente al 65.7 % del rendimiento del promedio de Tarapoto para esa variedad. Trabajos similares bajo esta técnica en Tarapoto como el de LÓPEZ (2005), quién reportó un rendimiento de 5.11 t/ha promedio en soca; mientras, VELA (2002), reportó un rendimiento promedio en fase soca de 3.13 t/ha, y GARCÍA (2003), reportó un rendimiento promedio en fase soca de 4.78 t/ha.

Del párrafo anterior, nuestros resultados y de otras bibliografías que el rendimiento en soca, se puede alcanzar el 50 % del rendimiento de la primera cosecha; tal como mencionan POLÓN *et al.* (2012), que la literatura internacional informa que con la práctica del cultivo del rebrote o la soca en el cultivo del arroz se alcanza un 50 % del rendimiento obtenido en la primera cosecha; por su parte, AMELIN (2010), informa en países como Estados Unidos, Brasil, Colombia y en la selva del Perú se informan valores superiores a este 50 %. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, bajo esta técnica se puede llegar a obtener más de un 50 % del rendimiento principal, tal como afirma POLÓN (2006), que bajo condiciones experimentales y en condiciones de producción, se logran con la práctica del rebrote una producción entre un 85 y 95 % de la primera cosecha.

El rendimiento de arroz en fase soca es variable y llega a depender de la variedad, condiciones climáticas y manejo del cultivo; al respecto, algunos

investigadores concluyen que la producción y desarrollo del arroz en fase soca, depende de la altura del corte del rebrote, ya que estudios hechos por POLÓN *et al.* (2006), afirman que en la medida que los cortes en el retoño fueron más bajos (de 20 cm), se alcanzó un rendimiento inferior respecto al cultivo principal; caso contrario a POLÓN *et al.* (2012), quienes hicieron cortes en el rebrote a una altura de 5 y 10 cm alcanzaron rendimientos mayores a lo obtenido por el testigo (25 cm). En nuestra investigación el corte fue de 20 cm y se alcanzó rendimientos que oscilan de 40 a 52 % del rendimiento principal (Figura 5).

En conclusión, el rendimiento en fase soca es inferior al rendimiento principal y esto posiblemente a la reducción del área foliar respecto al cultivo principal y esto lo corroboran POLÓN *et al.* (2012), quienes reportan que desde el punto de vista fisiológico, la superioridad del rendimiento en el cultivo principal respecto al cultivo de retoño (fase soca) fue al aumento del índice del área foliar, que permitió una mayor fotosíntesis y acumulación de fotosintatos, luego estos traslocados a la panoja, permitiendo un mayor y mejor llenado del grano. Es decir que en la fase soca, el área foliar de los macollos se reduce y esto incide en un menor rendimiento, ya que el número de macollos juega un papel fundamental y es posible que por esa razón los bioestimulantes aplicados en la etapa macollo dieron mejores resultados (Cuadro 15). Además, podemos agregar que en esta etapa la planta después del rebrote es sometido a un sobreesfuerzo y gasto de energía para alcanzar un desarrollo óptimo, dando como resultado un estrés fisiológico que influya de forma negativa en la emisión de panículas y llenado de grano; por eso, al aplicar los bioestimulantes se llega a regular el metabolismo vegetal y por ende, se mejora el rendimiento.

En conclusión, significativamente los bioestimulantes incrementaron la producción del cultivo en soca y esto se da como corrobora Díaz (2009), citado por ALARCÓN, (2016), quién apunta que pequeñas dosis de compuestos activos presentes en los bioestimulantes, que al aplicar ayudan a ahorrar en las plantas el gasto energético innecesario en momentos de estrés. Estrés que se produce al momento del rebrote, ya sea por las condiciones del clima, suelo u otra condiciona que limite el normal desarrollo del cultivo, los bioestimulantes actúan de forma auxiliar, equilibrando el metabolismo fisiológico, tal como afirma TURGEON (2005), que los bioestimulantes se usan para activar y fomentar el crecimiento y desarrollo de las plantas, incrementando la tolerancia al estrés del ambiente, la calidad de los vegetales y mejorar las cosechas.

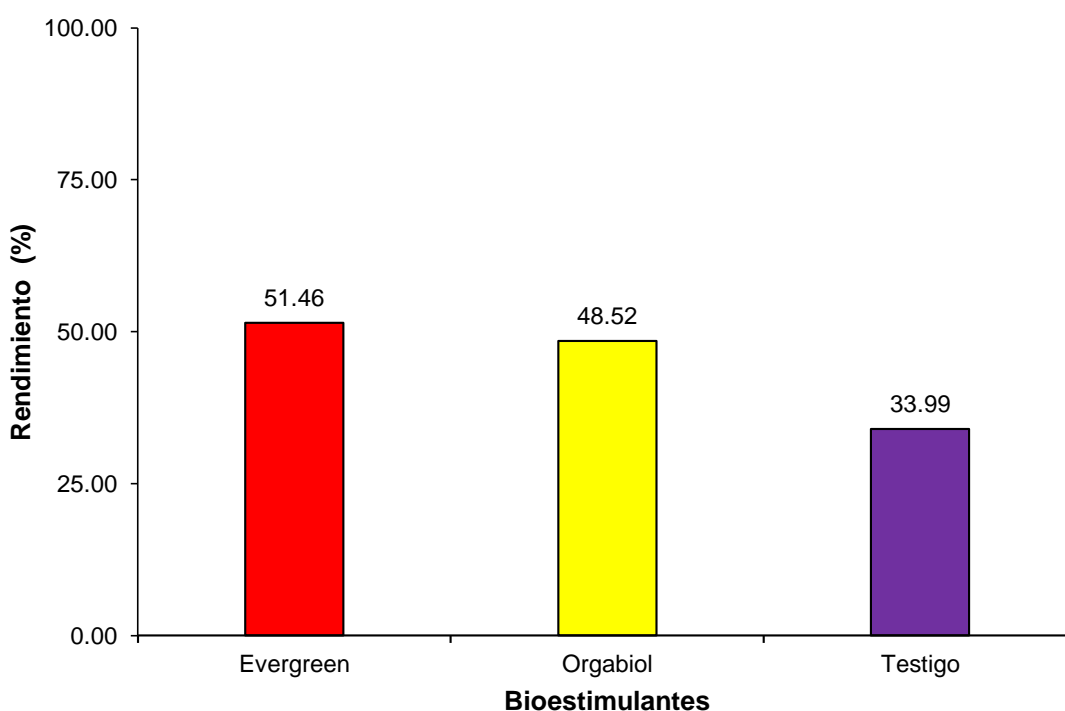


Figura 5. Diagrama de barras del porcentaje del rendimiento promedio de la primera cosecha obtenido en la segunda cosecha (fase soca) de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol.

4.3. Del análisis de la relación beneficio y costo (B/C)

En el Cuadro 17, se muestra el análisis de beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio, para la producción de 1 ha de arroz en cáscara de la variedad La Conquista en fase soca bajo condiciones de riego en Tingo María. El análisis se realizó en base al costo de producción, costo de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol, costo del manejo del cultivo durante 120 días después del corte y venta de 1 kg de arroz en el mercado local. En el análisis rentabilidad se usó la relación beneficio/costo, el cual se expresó en soles, observándose:

El índice de beneficio y costo de los tratamientos T₁ (Evergreen en EM), T₂ (Evergreen en la etapa PA), T₃ (Evergreen en la etapa IP), T₄ (Evergreen en las etapas EM y PA), T₅ (Evergreen en las etapas EM y IP), T₆ (Evergreen en las etapas PA y IP), T₇ (Evergreen en las etapas EM, PA y IP), T₈ (Orgabiol en EM), T₉ (Orgabiol en la etapa PA), T₁₀ (Orgabiol en la etapa IP), T₁₁ (Orgabiol en las etapas EM y PA), T₁₂ (Orgabiol en las etapas EM y IP), T₁₃ (Orgabiol en las etapas PA y IP), T₁₄ (Orgabiol en las etapas EM, PA y IP) y T₁₅ (Testigo (Sin aplicación)) fue, 2.70, 2.02, 2.01, 2.46, 2.43, 1.97, 1.93, 2.66, 1.97, 1.97, 2.30, 2.37, 1.82, 1.84 y 1.09 soles, respectivamente.

El índice de B/C de todos los tratamientos en estudio, fue mayor a 1, por lo tanto el valor de los beneficios es mayor a los costos del proyecto, por lo que llega a aceptar este proyecto y se recomienda las inversiones debido a que existen beneficios; por lo tanto la producción de arroz bajo esta técnica o en fase soca se llega a ser económicamente rentable, que además, la producción de arroz en fase soca se realizó a los 120 días después del corte, en comparación al cultivo principal (180 días después del trasplante).

Cuadro 17. Análisis de beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio.

Clave	Costo de producción para 1 ha (S/)												
	A					B			C	D	E	F	G
	CR	AM	CA	MC	PB	Fe	CoyPo	Costo total	Rdto (kg/ha)	IB	U	IR	B/C
T ₁	120.00	500.00	500.00	800.00	140.00	758.00	1700.00	4518.00	6090.00	12180.00	7662.00	1.70	2.70
T ₂	120.00	500.00	500.00	800.00	140.00	758.00	1700.00	4518.00	4570.00	9140.00	4622.00	1.02	2.02
T ₃	120.00	500.00	500.00	800.00	140.00	758.00	1700.00	4518.00	4530.00	9060.00	4542.00	1.01	2.01
T ₄	120.00	500.00	500.00	800.00	140.00	758.00	1700.00	4518.00	5560.00	11120.00	6602.00	1.46	2.46
T ₅	120.00	500.00	500.00	800.00	140.00	758.00	1700.00	4518.00	5500.00	11000.00	6482.00	1.43	2.43
T ₆	120.00	500.00	500.00	800.00	140.00	758.00	1700.00	4518.00	4440.00	8880.00	4362.00	0.97	1.97
T ₇	120.00	500.00	500.00	800.00	140.00	758.00	1700.00	4518.00	4360.00	8720.00	4202.00	0.93	1.93
T ₈	120.00	500.00	500.00	800.00	150.00	758.00	1700.00	4528.00	6020.00	12040.00	7512.00	1.66	2.66
T ₉	120.00	500.00	500.00	800.00	150.00	758.00	1700.00	4528.00	4460.00	8920.00	4392.00	0.97	1.97
T ₁₀	120.00	500.00	500.00	800.00	150.00	758.00	1700.00	4528.00	4460.00	8920.00	4392.00	0.97	1.97
T ₁₁	120.00	500.00	500.00	800.00	150.00	758.00	1700.00	4528.00	5210.00	10420.00	5892.00	1.30	2.30
T ₁₂	120.00	500.00	500.00	800.00	150.00	758.00	1700.00	4528.00	5360.00	10720.00	6192.00	1.37	2.37
T ₁₃	120.00	500.00	500.00	800.00	150.00	758.00	1700.00	4528.00	4110.00	8220.00	3692.00	0.82	1.82
T ₁₄	120.00	500.00	500.00	800.00	150.00	758.00	1700.00	4528.00	4170.00	8340.00	3812.00	0.84	1.84
T ₁₅	120.00	500.00	500.00	800.00	0.00	758.00	1700.00	4378.00	2390.00	4780.00	402.00	0.09	1.09

CR = Corte del rebrote. AM = Alquiler de maquinaria. CA = Consumo de agua. MC = Manejo del cultivo. PB = Precio del bioestimulante., Fe = Fertilización., CoyPo. = Cosecha y poscosecha. Rdto = Rendimiento. EM = Etapa de macollo. PA = Punto algodón. IP = Inicio de panojado.

CT = Cámara térmica.

IB = Ingreso bruto

U = Utilidad

IR = Índice de rentabilidad

B/C= Beneficio/Costo

B = Suma de A

D = C x 2.00 soles

E = D - B

F = E/B

G = D/B

Tratamientos:

T₁ = Evergreen en etapa de macollo

T₂ = Evergreen en punto de algodón

T₃ = Evergreen en inicio de panojado

T₄ = Evergreen en etapa de macollo + punto de algodón

T₅ = Evergreen en etapa de macollo + inicio de panojado

T₆ = Evergreen en punto de algodón + inicio de panojado

T₇ = Evergreen en etapa de macollo + punto de algodón + inicio de panojado

T₈ = Orgabiol en etapa de macollo

T₉ = Orgabiol en punto de algodón

T₁₀ = Orgabiol en inicio de panojado

T₁₁ = Orgabiol en etapa de macollo + punto de algodón

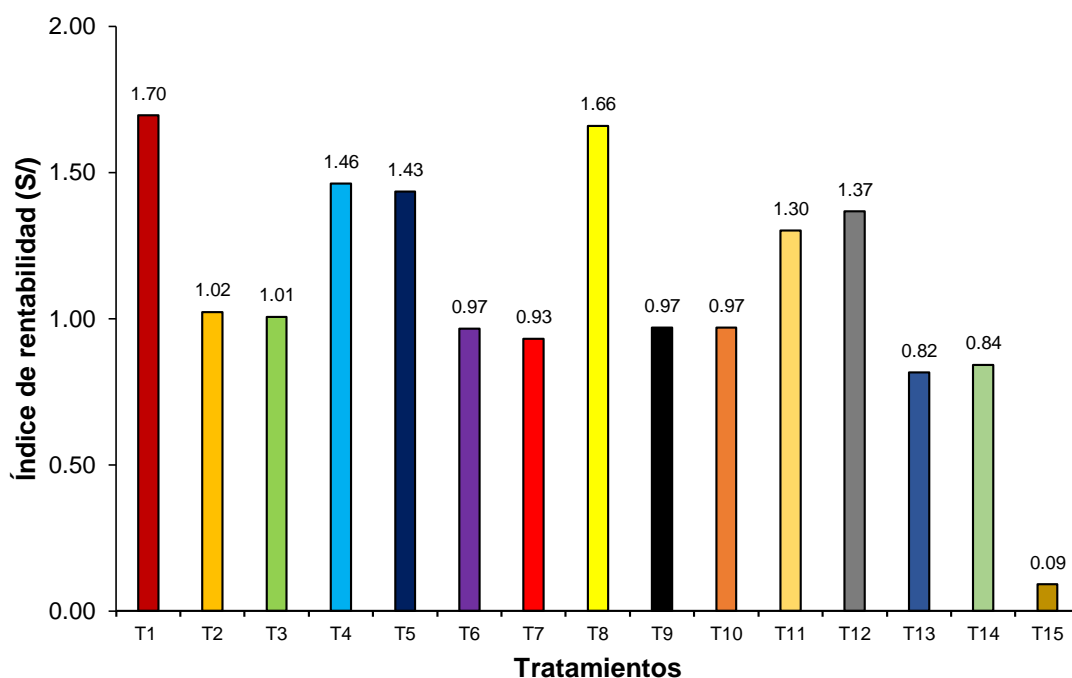
T₁₂ = Orgabiol en etapa de macollo + inicio de panojado

T₁₃ = Orgabiol en punto de algodón + inicio de panojado

T₁₄ = Orgabiol en etapa de macollo + punto de algodón + inicio de panojado

T₁₅ = Testigo (sin aplicación).

El mayor índice de rentabilidad en la producción de arroz en fase soca, fueron de los tratamientos T₁ (Evergreen en EM) y T₈ (Orgabiol en EM) con 1.70 y 1.66 soles, respectivamente (Figura 6); por lo que se afirma que, por cada sol invertido en la producción en fase soca, se obtendrá un retorno del capital invertido y una ganancia de 1.70 y 1.66 soles, respectivamente; se alcanzó un mayor índice de rentabilidad, debido a la alta producción y a los bajos costo de producción. El tratamiento T₁₅ (Testigo (sin aplicación)) alcanzó un menor índice de rentabilidad en comparación a los demás tratamientos en estudio, con 0.09 soles; es decir, que por cada sol invertido en la producción en fase soca, se obtendrá un retorno del capital invertido y una ganancia 0.09 soles.



- | | |
|--|--|
| T ₁ = Evergreen en EM | T ₉ = Orgabiol en la etapa PA |
| T ₂ = Evergreen en la etapa PA | T ₁₀ = Orgabiol en la etapa IP |
| T ₃ = Evergreen en la etapa IP | T ₁₁ = Orgabiol en las etapas EM y PA |
| T ₄ = Evergreen en las etapas EM y PA | T ₁₂ = Orgabiol en las etapas EM y IP |
| T ₅ = Evergreen en las etapas EM y IP | T ₁₃ = Orgabiol en las etapas PA y IP |
| T ₆ = Evergreen en las etapas PA y IP | T ₁₄ = Orgabiol en las etapas EM, PA y IP |
| T ₇ = Evergreen en las etapas EM, PA y IP | T ₁₅ = Testigo (Sin aplicación) |
| T ₈ = Orgabiol en EM | |

Figura 6. Índice de rentabilidad (%) de los tratamientos en estudio.

En la Figura 7, se muestra la relación aritmética del rendimiento de arroz en cáscara en fase soca con la relación de B/C, expresado en una ecuación lineal y con un valor del coeficiente de determinación R^2 igual a 0.999; lo que nos indica, que el valor de la relación B/C sigue una tendencia lineal respecto a la producción arroz; además, GUTIÉRREZ y DE LA VARRA (2012), afirman si los valores de R^2 son cercanos a 1, se tiene una relación lineal positiva muy fuerte, es decir que existe dependencia entre las dos variables. En conclusión, sí la producción de arroz en fase soca aumenta o disminuye, también aumentará y disminuirá el valor del índice de beneficio y costo (B/C) respectivamente.

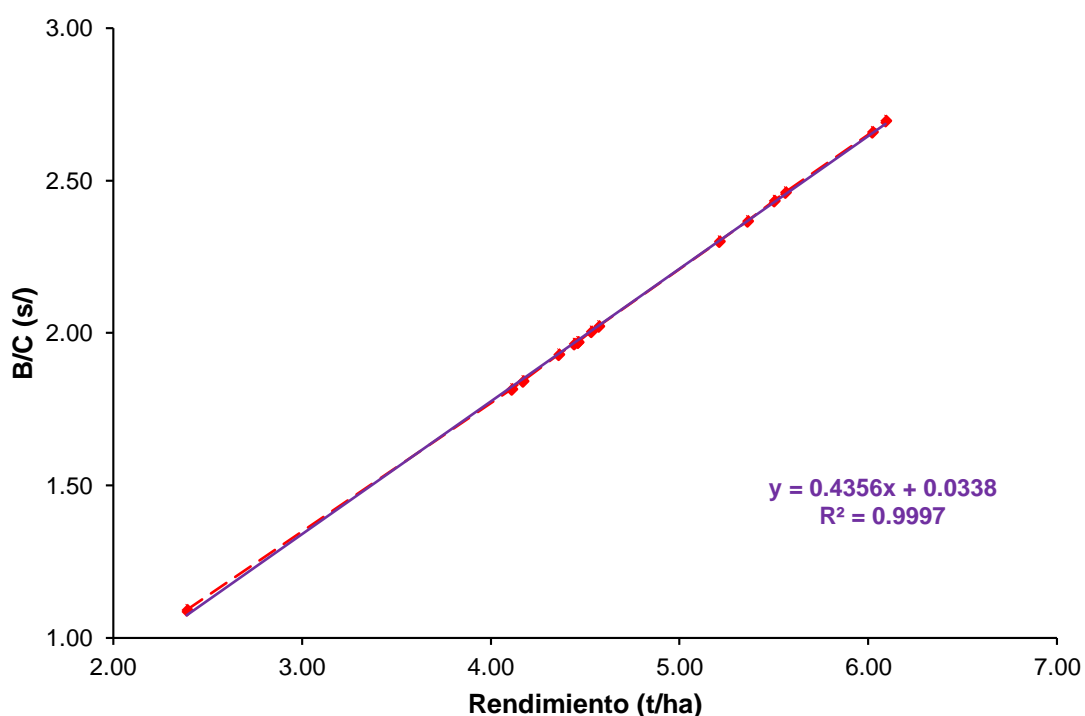


Figura 7. Relación del rendimiento de arroz en cáscara fase soca con el índice de la relación de B/C (s/).

V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol en tres etapas de desarrollo del cultivo de arroz de la variedad La Conquista – INIA 507, bajo riego en fase soca, alcanzó rendimientos que varían de 4.11 a 6.09 t/ha de arroz en cáscara, es decir de 40 a 52 % del rendimiento principal; asimismo, estos rendimientos fueron significativamente mayores al rendimiento obtenido por el tratamiento T₁₅ (Testigo (Sin aplicación)) que alcanzó un promedio de 2.39 t/ha.
2. Significativamente, el momento óptimo de aplicación de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol, es en la etapa macollo del cultivo de arroz en fase soca; ya que los mejores resultados en el rendimiento de arroz en cáscara y caracteres biométricas del cultivo fueron obtenidos por los tratamientos T₁ (Evergreen en etapa de macollo) y T₈ (Orgabiol en etapa de macollo), que además se diferenciaron de los demás tratamientos en estudio.
3. El índice de la relación beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio, fueron mayor a 1; por lo tanto, que el valor de los beneficios es mayor a los costos de producción, por lo que se acepta este proyecto ya que existen beneficios. El mayor índice de la relación de B/C en la producción de arroz en fase soca, fueron los tratamientos T₁ (Evergreen en etapa macollo) y T₈ (Orgabiol en etapa macollo) con 2.70 y 2.66 soles.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la aplicación de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol como complemento en la nutrición del cultivo de arroz en fase soca, ya que ayuda alcanzar rendimientos deseados bajo esta técnica y en menos días en comparación al cultivo principal; además es económicamente rentable, ya que se ahorra costos de producción y los beneficios son altos.
2. Se recomienda la aplicación de los bioestimulantes en la etapa macollo del cultivo de arroz en fase soca, ya que se alcanza un mejor crecimiento de la planta de arroz, se proviene y corrige carencias de nutrientes que pueden asegurar e incrementar el rendimiento del cultivo.

VII. RESUMEN

De agosto a diciembre, 2015, se evaluó el efecto de dos bioestimulantes y momentos de aplicación en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad La Conquista INIA 507, bajo riego en fase soca en Tingo María. Los resultados que se obtuvieron respecto a las características evaluadas, evidenció que existió un efecto significativo de los tres momentos de aplicación de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol en el cultivo de arroz variedad La Conquista en fase soca en comparación al testigo (parcela de arroz sin aplicación de bioestimulante). El rendimiento alcanzado por los tratamientos en base a los bioestimulantes varió de 4.11 a 6.09 t/ha de arroz en cáscara, mientras el rendimiento del tratamiento testigo fue 2.39 t/ha. Significativamente se evidenció que los tratamientos T₁ (Evergreen en etapa de macollo) y T₈ (Orgabiol en etapa de macollo), alcanzaron los mejores rendimientos con 6.09 y 6.02 t/ha respectivamente y con mejores características biométricas de la planta. El porcentaje del rendimiento de arroz en cáscara en relación al rendimiento de la cosecha principal por efecto de los bioestimulantes Evergreen y Orgabiol, fue en 51.65 y 48.52 % respectivamente. Los valores del índice de la relación beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio fueron mayores a 1 sol, por lo que se recomienda la aplicación de los bioestimulantes Orgabiol y Evergreen como complemento nutricional del cultivo de arroz en fase soca; sin embargo, los tratamientos con un mayor índice de la relación B/C fueron T₁ (Evergreen en etapa de macollo) y T₈ (Orgabiol en etapa de macollo), con 3.46 y 3.41 soles respectivamente.

ABSTRACT

From august to december, 2015, the effect of two biostimulants and application times on the yield of rice (*Oryza sativa* L.) variety La Conquista INIA 507, under irrigation in soca phase in Tingo María was evaluated. The results obtained regarding the characteristics assessed, showed that there was a significant effect of the three application times of Evergreen and Orgabiol biostimulants in the rice variety Conquest phase ratoon compared to the control (rice field without application of biostimulant). The yield reached by the treatments based on biostimulants varied from 4.11 to 6.09 t / ha of paddy rice, while the yield of the control treatment was 2.39 t / ha. Significantly evidenced treatments T₁ (Evergreen stage of tillering) and T₈ (Orgabiol stage of tillering) reached higher yields with 6.09 and 6.02 t/ha respectively and best biometric characteristics of the plant. The percentage of the yield of paddy rice in relation to the yield of the main crop due to the effect of biostimulants Evergreen and Orgabiol, was 51.65 and 48.52 % respectively. The values of the index of the benefit and cost (B/C) of study treatments were greater than one sun, so that the application of Orgabiol and Evergreen bioestimulantes as nutritional supplement rice cultivation phase ratoon is recommended; However, the treatments with the highest index of the B/C index were T₁ (Evergreen in the tiller stage) and T₈ (Orgabiol in the tiller stage), with 3.46 and 3.41 soles respectively.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ADAMES, A. 2014. Evaluación de genotipos de arroz por época de siembra en la zona noroeste de la República Dominicana. Revista Agropecuaria y Forestal APF, 3(1): 9-16.
2. ADAMES, A.; FLORES, D.; SANTANA, J.; ARIAS, L.; MOQUETE, C., y LEE, A. 2013. Potencial de retoño de tres variedades de arroz en el noroeste de la República Dominicana. Revista Agropecuaria y Forestal APF, 2(1): 9-14.
3. AGUIRRE, R. 2009. Evaluación de 8 variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) con la aplicación de los bioestimulantes Evergreen y Biosil en condiciones de secano en la zona de San Carlos. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 81 p.
4. ALARCÓN, A. 2016. Respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de tres dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. 83 p.
5. ALBAN, E. 2014. Evaluación de la eficacia de citoquinina (Cytokin) y un inductor carbónico (Carboroot) en tres dosis y en dos épocas en el rendimiento de banano de exportación, en una plantación en producción variedad gran enana, Cantón Quinde de la provincia de Esmeraldas. Tesis para optar título de ingeniero agrónomo.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
Pp. 5 – 10.

6. AMELIN, A. 2010. El tiempo de inicio del corte al cultivo de rebrote después de la primera cosecha y su influencia en el rendimiento agrícola en la Región del Cuban. Krasnodar. Rusia. Obras Hidráulicas, 4 (4): 8-10.
7. AMORES, D. 2004. Efectos de los biofertilizantes orgánicos en el cultivo de arroz. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. 86 p.
8. ARTEAGA, M.; GARCÉS, N.; NOVO, R.; GURIDI, F.; PINO, J.; ACOSTA, M., y PASOS, M. 2007. Influencia de la aplicación foliar del bioestimulante Liplant sobre algunos indicadores biológicos del suelo. Revista Protección Vegetal, 22 (2): 110-117.
9. BAETA, A. 2001. Cultivo da soca de arroz irrigado. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Governo Federal de Brasil. Circular técnica N° 40. Brasília, Brasil. Pp. 5 - 6.
10. BALLADARES, J. 2013. Efectos de bioestimulantes en la fertilización edáfica y foliar en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Palestina, provincia del Guayas. Tesis para obtener título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 92 p.
11. CABRERA, L. 2000. La estadística del agropecuario. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, La Habana, Cuba. 25 p.

12. CARRANZA, D. 2015. Efecto de dos bioestimulantes y momentos de aplicación en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad La Conquista - INIA 507. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 115 p.
13. CASTRO, R.; DÍAZ, S.; ÁLVAREZ, G.; MOREJÓN, R., y POLÓN, R. 2014. Evaluación de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) para la práctica de cultivo de rebrote en las condiciones de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 35 (4): 85-91.
14. CHÁVEZ, O. 2006. Rendimiento de la tercera soca de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad Capirona con diferentes niveles de fertilización en el valle del Bajo Mayo – San Martín. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. Perú. 77 p.
15. CHIARELO, C.; GOMEZ, A.; PEREIRA, D.; WINKLER, S., y SANTOS, O. 2007. Efeitos do uso de Stimulate® no desempenho da cultura do arroz irrigado. [En línea]: Efectos del Stimulate en el cultivo de arroz, (http://www2.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/CA/CA_01173.pdf, consultado el 10 de noviembre, 2016).
16. CIAT. 2005. Morfología de la planta de arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Guía para el Trabajo de campo en el manejo Integrado de plagas del arroz. 2001. Cuarta edición. IIA, FLAR, CIAT. Cali, Colombia. 76 p.

17. CUEVAS, A. 1999. Manejo de la soca de arroz. Santa Fé de Bogotá, Colombia. Arroz, 48 (422): 16-18.
18. DA SILVA, O.; LANNA, A.; WANDER, A.; FREITAS, J., y DOS SANTOS, A. 2008. Impacto socioeconômico e ambiental da soca de arroz produzida na microrregião do Rio Formoso, Estado do Tocantins. REDES, 13 (1): 28-48.
19. DOTHÉE, N. 2002. Diagnóstico nutricional del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad Fedearroz-50 en un suelo del municipio Anzoátegui, Cojedes. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central de Venezuela. Venezuela. 63 p.
20. EL POTRERO. 2014. Recomendaciones técnicas para el cultivo de arroz variedad La Conquista. [En Línea]: La Conquista, (http://semillaselpotrero.com/web/secciones/prod_conquista.php, pdf, revisado 11 de enero, 2017).
21. FARMAGRO. S.A. 1999. Biogen: Bioestimulante foliar. Boletín informativo N° 1. Lima, Perú. 2 p.
22. GARCÍA, E. 2003. Fertilización con NPK en el manejo de soca en arroz en el valle del Bajo Mayo – San Martín. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. San Martín, Perú. 80 p.
23. GUTIERREZ, H., y DE LA VARA, R. 2012. Análisis y diseño de experimentos. Tercera edición Editorial MC Graw Hill. 489 p.

24. HOLDRIDGE, L. 1980. Ecología basada en la zona de vida. IICA. San José, Costa Rica. 216 p.
25. HUERTO, V. 2014. Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento de arroz soca (*Oryza sativa* L.) en seco favorecido en el fundo agrícola de la unas – Tingo María. Tesis para obtener el grado de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 120 p.
26. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 2001. Annual report. International Rice Research Institute (IRRI). Los Baños, Lagunas, Filipinas. Pp. 136-138.
27. JOQUERA, Y., y YURI, J. 2006. POMACEAS: Boletín Técnico. Universidad de Talca y Centro de pomáceas de Talca, Chile. Vol 6. [En línea]: (http://pomaceas.otalca.cl/html/Docs/pdf/2006_06_06.pdf).
Revisado el 10 de abril 2018.
28. LIRA, E. 2004. Evaluación del sistema de intensificación de arroz (*Oryza sativa* L.) en comparación a dos sistemas de siembra tradicionales bajo condiciones de riego en Darío, Matagalpa, Postrera 2003. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 67 p.
29. LÓPEZ, T. 2005. Efecto de la altura de corte en el rendimiento de arroz de soca variedad Capirona en el distrito de Cacatachi – Bajo Mayo. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. San Martín, Perú. 80 p.

30. MINAG. 2012. El Arroz: Principales aspectos de la cadena agroproductiva. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura (MINAG); Dirección General de Competitividad Agraria. Primera edición. Pp. 27 – 29.
31. MONTESE, R. 2016. Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en respuesta a la fertilización con bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 92 p.
32. MOQUETE, C. 2010. El cultivo de arroz. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF). Editora Centenario S.A. Guía técnica N° 37. Santo Domingo, República Dominicana. Pp. 9 – 31.
33. MOREJÓN, R.; POLÓN, R., y DIAZ, S. 2004. La soca: Una vía para el incremento del rendimiento y la calidad del grano en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 25 (4): 61- 74.
34. ORTIZ, A., y GARCÍA, O. 2002. Efecto del ácido giberélico sobre el rendimiento de la variedad de arroz Araure 4. Venezuela. *Agronomía tropical*. 52(4): 485-495.
35. PARIS, M. 2015. Efecto de la aplicación foliar de citoquininas sobre el macollamiento y enraizamiento de plantas de arroz. Tesis para optar el título de Ingeniera Agrícola y Biológica. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 50 p.

36. PÉREZ, J.; FUCHS, A.; LIMA, H.; TELLHEM, E.; RODRÍGUEZ, A.; CORNIDE, T.; ESPINOSA, E., y GÁLVEZ, A. 1991. Genética y mejoramiento de plantas tropicales. Enspes. Cuba. 193 p.
37. PINEDO, O. 2013. Rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) variedad La Conquista en tres edades de siembra y diferente número de plantas por golpe, en el sistema de cultivo intensivo (Sir) en Tingo María. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 80 p.
38. POLANCO, R., y SANZO, R. 1997 Cuba ensaya la cosecha de retoños. Arroz en las Américas, 17 (2): 6 – 12.
39. POLÓN, R. 2006. Influencia de la altura de la soca en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo medio. Cultivos Tropicales, 27 (2): 53-55.
40. POLÓN, R.; CASTRO, R.; PÉREZ, N.; MOREJÓN, R.; RAMÍREZ, M.; MIRANDA, A., y RODRÍGUEZ, A. 2006. Influencia de la altura de la soca en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo medio (J-104). Cultivos Tropicales, 27 (2): 53-55.
41. POLÓN, R.; CASTRO, R.; PREZ, N.; MOREJÓN, R.; RAMÍREZ, A.; MIRANDA, A., y RODRÍGUEZ, A. 2003. Influencia de la altura de la soca en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo corto. Cultivos Tropicales 24 (1): 55-57.
42. POLÓN, R.; CASTRO, R.; RUIZ, M., y MAQUEIRA, L. 2012. Práctica de diferentes alturas de corte en el rebrote y su influencia en el

rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo medio. *Cultivos Tropicales*, 33 (4): 59-62.

43. QUEZADA, P. 2002. Evaluación de láminas e intervalos de riego en líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.). In Memoria Anual Programa de Cereales. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). 12 p.
44. RODRIGUEZ, J., H. 1999. Fertilización del cultivo del arroz (*Oryza sativa*)
In: XI Congreso Nacional Agronómico (14., 1990, Costa Rica). 1990. Costa Rica. p. 123-136.
45. RUIZ, M.; DÍAZ, S.; PÉREZ, Y.; RODRÍGUEZ, E., y DOMÍNGUEZ, D. 2009. Comportamiento de la variedad de arroz (*Oryza sativa* L.) INCA LP-4 sembrada en diferentes épocas del año. *Cultivos Tropicales*, 30 (1): 57-60.
46. SAMANIEGO, L. 2015. Evaluación de un biofortificador fisiológico vegetal (Nordlys) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis para obtener título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 49 p.
47. TELLO, E. 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*) CR-4477 en la finca La Vega, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Pp. 34 – 45.

48. TQC. 2015 Orgabiol. Tecnología Química y Comercio (TQC) S.A. [En línea]:
(http://www.plmlatina.com.pe/deaq/src/productos/6021_33.htm, documento, revisado, 28 de noviembre 2015).
49. TURGEON, A. 2005. Turfgrass management. Person Prentice Hall. New Jersey, United States. 415 p.
50. VANEGAS, X. 2001. Efecto del Bioestimulante ACA plus en el establecimiento y desarrollo del cultivo del arroz. Tesis para optar título Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador. Milagro, Ecuador. Pp. 48-49.
51. VARGAS, M. 2009. Informe de ensayos comerciales de soca o retoño del arroz en el segundo ciclo en la Región Pacífico Central. Actualidad arrocera. Revista Arrocera No 02. Órgano oficial de la Corporación Arrocera Nacional. Conarroz, 1 (3): 5-6.
52. VÁSQUEZ, N. 2001. Dosis y momentos de aplicación de tres bioestimulantes en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad Capirona, bajo riego en Tingo María. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 93 p.
53. VELA, J. 2002. Efecto de la época de corte en el manejo de soca de arroz variedad Capirona, bajo el sistema de trasplante en el Bajo Mayo. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. San Martín, Perú. 80 p.

54. VELA, S. 2003. Efecto de la época del corte en el manejo de soca del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad Capirona, bajo el sistema de riego por inundación en el valle del Bajo Mayo - San Martín. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú. 70 p.

IX. ANEXO

Cuadro 18. Resultados del rendimiento (t/ha.) de los tratamientos en estudio.

Trat/Bloque	I	II	III	IV
T ₁	5.87	6.18	6.24	6.06
T ₂	4.62	4.38	4.73	4.54
T ₃	4.57	4.50	4.57	4.48
T ₄	5.50	5.46	5.53	5.76
T ₅	5.55	5.33	5.81	5.29
T ₆	4.36	4.50	4.43	4.48
T ₇	4.45	4.33	4.26	4.40
T ₈	6.00	6.15	6.17	5.74
T ₉	4.30	4.25	4.51	4.77
T ₁₀	4.63	4.62	4.39	4.19
T ₁₁	5.14	5.52	5.28	4.90
T ₁₂	5.39	5.69	5.18	5.17
T ₁₃	3.99	4.15	4.31	3.98
T ₁₄	4.53	4.20	4.12	3.82
T ₁₅	2.36	2.59	2.27	2.33

Cuadro 19. Resultados de panojas por m² de los tratamientos en estudio.

Trat/Bloque	I	II	III	IV
T ₁	251.30	257.40	254.40	258.50
T ₂	247.60	247.20	248.50	243.50
T ₃	241.60	244.40	248.80	245.20
T ₄	251.30	246.80	255.50	251.30
T ₅	255.20	251.40	247.20	249.50
T ₆	238.00	251.20	232.00	241.20
T ₇	229.60	224.00	245.20	239.60
T ₈	257.30	251.80	255.90	255.40
T ₉	239.60	235.60	244.80	244.40
T ₁₀	252.00	246.70	237.60	240.40
T ₁₁	248.60	250.00	250.50	248.50
T ₁₂	248.60	255.60	249.80	252.40
T ₁₃	232.40	235.20	254.40	236.00
T ₁₄	240.40	243.60	237.60	236.00
T ₁₅	205.40	205.20	201.30	203.40

Cuadro 20. Resultados de espiguillas por panoja de los tratamientos.

Trat/Bloque	I	II	III	IV
T ₁	128.92	129.40	128.59	131.20
T ₂	121.23	118.67	118.43	122.67
T ₃	122.67	119.20	121.98	117.33
T ₄	123.55	124.50	125.78	128.63
T ₅	124.50	122.67	127.67	123.33
T ₆	118.56	118.67	117.33	118.49
T ₇	117.33	122.67	112.00	116.67
T ₈	130.23	131.45	127.87	126.80
T ₉	118.45	115.40	117.33	119.30
T ₁₀	118.33	121.65	122.67	117.33
T ₁₁	121.30	123.56	123.80	117.93
T ₁₂	121.20	123.40	121.23	118.32
T ₁₃	115.67	117.33	114.55	114.55
T ₁₄	123.55	117.33	118.22	115.67
T ₁₅	110.20	112.30	105.42	111.40

Cuadro 21. Resultados de espiguillas fértiles por panoja de los tratamientos.

Trat/Bloque	I	II	III	IV
T ₁	91.66	94.59	92.97	93.41
T ₂	80.50	75.36	78.99	80.10
T ₃	80.22	77.96	78.43	75.45
T ₄	88.96	88.77	89.05	90.56
T ₅	87.65	88.69	91.16	86.95
T ₆	77.54	76.30	78.26	76.43
T ₇	79.08	80.22	72.13	76.19
T ₈	92.59	95.04	92.32	88.89
T ₉	76.40	75.82	77.79	80.29
T ₁₀	79.52	80.65	78.87	75.45
T ₁₁	85.15	89.33	88.27	83.14
T ₁₂	85.32	88.72	85.35	84.24
T ₁₃	76.92	79.08	74.69	73.88
T ₁₄	83.03	76.62	75.78	73.33
T ₁₅	66.67	69.29	63.46	66.95

Cuadro 22. Resultados del porcentaje de espiguillas fértiles por panoja.

Trat/Bloque	I	II	III	IV
T ₁	71.10	73.10	72.30	71.20
T ₂	66.40	63.50	66.70	65.30
T ₃	65.40	65.40	64.30	64.30
T ₄	72.00	71.30	70.80	70.40
T ₅	70.40	72.30	71.40	70.50
T ₆	65.40	64.30	66.70	64.50
T ₇	67.40	65.40	64.40	65.30
T ₈	71.10	72.30	72.20	70.10
T ₉	64.50	65.70	66.30	67.30
T ₁₀	67.20	66.30	64.30	64.30
T ₁₁	70.20	72.30	71.30	70.50
T ₁₂	70.40	71.90	70.40	71.20
T ₁₃	66.50	67.40	65.20	64.50
T ₁₄	67.20	65.30	64.10	63.40
T ₁₅	60.50	61.70	60.20	60.10

Cuadro 23. Resultados del peso (g) de 1000 granos de los tratamientos en estudio.

Trat/Bloque	I	II	III	IV
T ₁	25.50	25.40	26.40	25.10
T ₂	23.20	23.50	24.10	23.30
T ₃	23.60	23.60	23.40	24.20
T ₄	24.60	24.90	24.30	25.30
T ₅	24.80	23.90	25.80	24.40
T ₆	23.60	23.50	24.40	24.30
T ₇	24.50	24.10	24.10	24.10
T ₈	25.20	25.70	26.10	25.30
T ₉	23.50	23.80	23.70	24.30
T ₁₀	23.10	23.20	23.40	23.10
T ₁₁	24.30	24.70	23.90	23.70
T ₁₂	25.40	25.10	24.30	24.30
T ₁₃	22.30	22.30	22.70	22.80
T ₁₄	22.70	22.50	22.90	22.10
T ₁₅	17.20	18.20	17.80	17.10

Cuadro 24. Resultados de la altura (cm) de la planta de los tratamientos en estudio.

Trat/Bloque	I	II	III	IV
T ₁	90.20	87.30	88.50	92.30
T ₂	82.30	82.50	83.50	83.10
T ₃	82.50	84.30	81.20	81.30
T ₄	87.30	87.40	86.50	86.50
T ₅	86.50	85.60	84.50	84.20
T ₆	80.30	80.10	78.20	79.10
T ₇	79.30	79.40	81.20	80.20
T ₈	90.10	91.40	88.60	90.20
T ₉	81.30	84.20	83.20	81.20
T ₁₀	82.10	81.20	81.20	80.10
T ₁₁	87.40	88.30	86.30	84.50
T ₁₂	88.50	86.40	85.60	88.30
T ₁₃	78.30	79.70	81.20	80.50
T ₁₄	80.30	79.40	77.40	78.10
T ₁₅	75.30	73.20	73.10	70.10



Figura 8. Apertura de canales de riego a los 30 días después del corte.



Figura 9. Mezclando NPK para la fertilización del cultivo en fase soca.



Figura 10. Preparando el Orgabiol para la aplicación en las parcelas.



Figura 11. Aplicación del Evergreen en la etapa de inicio panojado.



Figura 12. Fertilización con NPK al cultivo de arroz en fase soca.

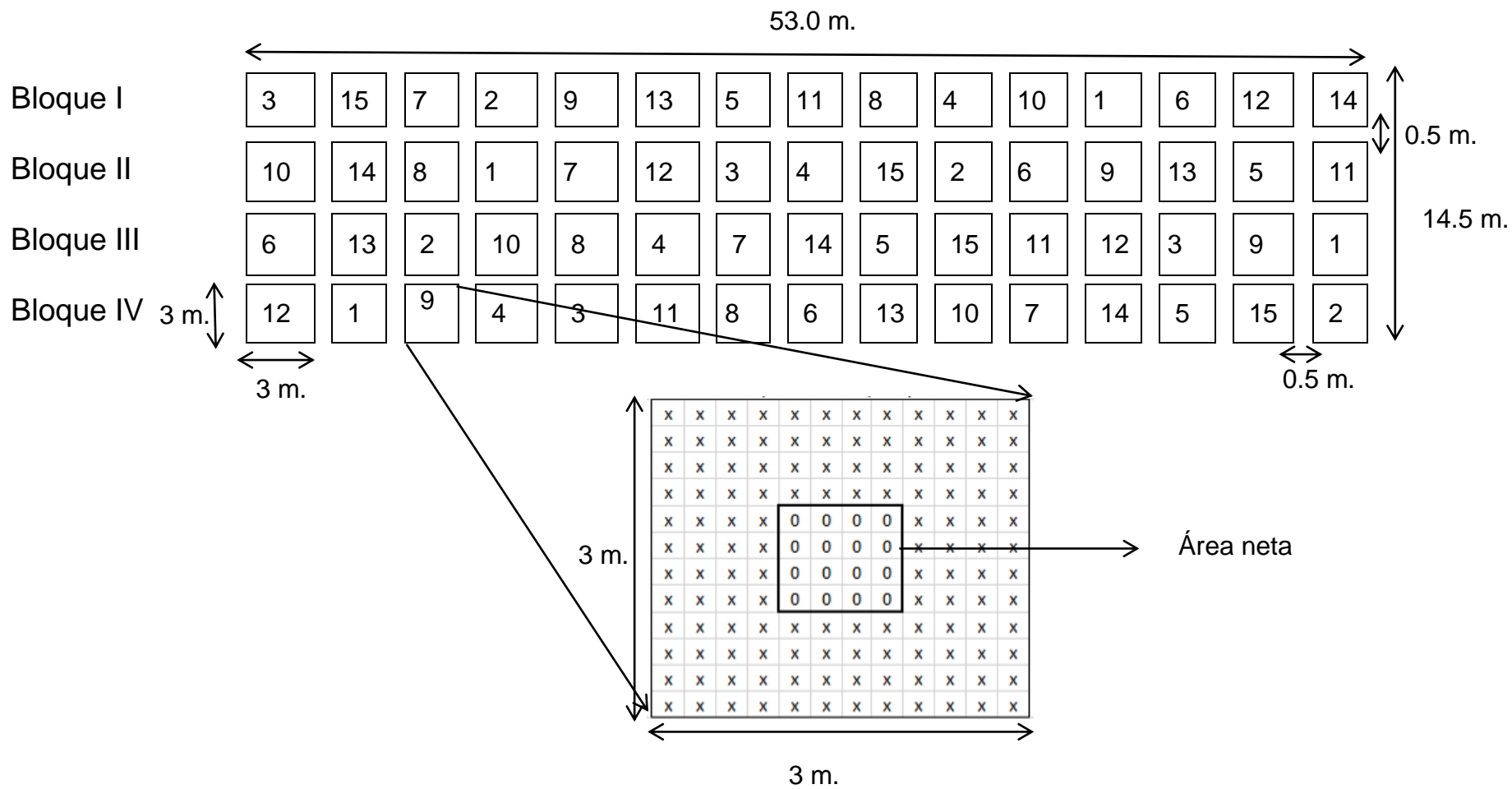


Figura 13. Croquis del área experimental.

9.1. Formula de fertilización con NPK a la parcela de arroz

La fórmula de abonamiento siguiente se realizó en base a la formulación que aplican los arroceros de la zona de Tingo María:

<u>N</u>		<u>P₂O₅</u>		<u>K₂O</u>
178	-	94	-	166

- Gasto de urea:

100 Kg de urea	----	46 Kg nitrógeno.
X	----	178 Kg nitrógeno.
X	=	386 Kg de urea/ha.

Cantidad de urea para 540 m² por regla de tres simple:

386 Kg de urea	----	10000 m ² .
X	----	540 m ² .
X	=	20.84 Kg de urea.

De esos 20.84 Kg de urea, se fraccionó en tres partes, la primera fue 14.00 Kg, la segunda y tercera fue 3.50 Kg respectivamente.

- Gasto de sulfato triple de calcio (SFTC):

100 Kg de SFTC	----	46 Kg P ₂ O ₅ .
X	----	94 Kg P ₂ O ₅
X	=	204.3 Kg de SFTC/ha.

Cantidad de SFTC para 540 m² por regla de tres simple:

204.3 Kg de SFTC	----	10000 m ² .
X	----	540 m ² .
X	=	11.03 Kg de SFTC.

- Gasto de cloruro de potasio (KCL):

100 Kg de KCL	----	60 Kg K ₂ O.
X	----	100 Kg K ₂ O.
X	=	166.6 Kg de KCL/ha.

Cantidad de KCL para 540 m² por regla de tres simple:

166.6 Kg de KCL	----	10000 m ² .
X	----	540 m ² .
X	=	9.00 Kg de KCL.