



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**Trabajo Experimental presentado al H. Consejo Directivo, como  
requisito previo a la obtención de título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Influencia de bioestimulantes foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo riego”.

**AUTOR:**

Jair Jazmany Banchon Aguirre

**TUTOR:**

Ing. Agr. Guillermo García Vásquez, M.Sc.

**BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR**

2017



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

**Trabajo Experimental presentado al H. Consejo Directivo, como  
requisito previo a la obtención de título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Influencia de bioestimulantes foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo riego”.

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

**Ing. Agr. Cristina Maldonado Camposano, MBA**

**PRESIDENTE**

**Ing. Agr. David Mayorga Arias, MBA.**

**VOCAL PRINCIPAL**

**Ing. Agr. Fernando Cobos, Mora, MBA.**

**VOCAL PRINCIPAL**

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

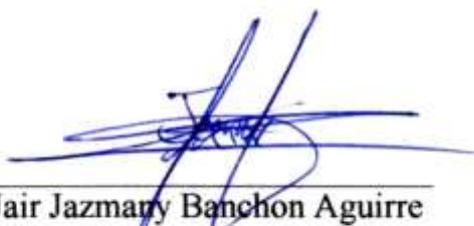
Jair Jazmany Banchon Aguirre

### **Declaro que:**

El trabajo experimental “Influencia de bioestimulantes foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo riego”; ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de esta investigación.

Babahoyo, 3 de Marzo del 2018



Jair Jazmany Banchon Aguirre  
120710012-2

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación está dedicado a mi padre Dios, por las bendiciones que ha puesto en cada paso de mi vida, y a mi familia por su comprensión y aprecio en todo momento.

A mi señora madre, Elba Pola Aguirre Borja, por ser el apoyo fundamental en toda mi carrera universitaria y por todo el esfuerzo mostrado en cada actividad de estudios, ya que con sus sabios consejos me pudo enseñar el camino correcto.

A mis hermanas por su cariño y amor que me difundieron, sus palabras de aliento estuvieron en cada momento de mi vida.

A mis familiares, que siempre estuvieron pendientes de mi formación académica, ayudándome en momentos difíciles con su templanza y con el aprecio demostrado en cada etapa de mi vida.

Mi amor y agradecimiento siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi padre celestial, por haberme permitido la finalización de mi etapa universitaria, alcanzando el título de tercer nivel.

A mi querida institución, la Universidad Técnica de Babahoyo, y en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por la formación profesional brindada. Además, a mis queridos profesores por la información y conocimientos otorgados en todo momento.

Al Ing. Guillermo García Vásquez, M.Sc., director de mi trabajo experimental, por el aporte inigualable de sus conocimientos técnicos, y por el direccionamiento ofrecido a lo largo del trabajo de titulación.

A mis amigos y compañeros de aulas, por fomentar el valor del compañerismo en el periodo de formación profesional.

# INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1 Objetivo General</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b>	<b>3</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>4</b>
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Ubicación y descripción del campo experimental</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Métodos</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Variable en estudio</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Material de siembra</b>	<b>13</b>
<b>3.5 Tratamientos</b>	<b>14</b>
<b>3.6 Diseño Experimental</b>	<b>15</b>
<b>3.6.1 Andeva</b>	<b>15</b>
<b>3.7 Manejo del ensayo</b>	<b>15</b>
<b>3.7.1 Preparación de terreno</b>	<b>15</b>
<b>3.7.2 Siembra</b>	<b>15</b>
<b>3.7.3 Control de malezas</b>	<b>16</b>
<b>3.7.4 Control Fitosanitario</b>	<b>16</b>
<b>3.7.5 Fertilización</b>	<b>16</b>
<b>3.7.6 Riego</b>	<b>17</b>
<b>3.7.7 Cosecha</b>	<b>17</b>
<b>3.8 Datos evaluados</b>	<b>17</b>
<b>3.8.1 Altura de planta a cosecha</b>	<b>17</b>
<b>3.8.2 Número de macollos por metro cuadrado</b>	<b>17</b>
<b>3.8.3 Número de panículas por metro cuadrado</b>	<b>18</b>
<b>3.8.4 Longitud de panícula</b>	<b>18</b>
<b>3.8.5 Número de granos por panícula</b>	<b>18</b>
<b>3.8.6 Peso de mil granos</b>	<b>18</b>
<b>3.8.7 Días a la floración</b>	<b>18</b>
<b>3.8.8 Análisis foliar</b>	<b>18</b>
<b>3.8.9 Días a maduración fisiológica de grano</b>	<b>19</b>
<b>3.8.10 Rendimiento por Hectárea</b>	<b>19</b>
<b>3.8.11 Análisis Económico</b>	<b>19</b>
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>20</b>

<b>4.1. Altura de planta a cosecha</b>	20
<b>4.2 Número de macollos por metro cuadrado</b>	21
<b>4.3 Número de panículas por metro cuadrado</b>	22
<b>4.4 Longitud de panícula</b>	23
<b>4.5 Número de granos por panícula</b>	24
<b>4.6 Peso de mil granos</b>	25
<b>4.7 Días a la floración</b>	26
<b>4.8 Análisis foliar</b>	27
<b>4.9 Días a maduración fisiológica de grano</b>	28
<b>4.10 Rendimiento por Hectárea</b>	29
<b>4.11 Análisis Económico</b>	30
<b>V. DISCUSION</b>	32
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	35
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	36
<b>VIII. RESUMEN</b>	37
<b>IX. SUMMARY</b>	38
<b>X. LITERATURA CITADA</b>	39
<b>XI. APÉNDICE</b>	43

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Material de siembra	14
<b>Tabla 2</b> Tratamientos	14
<b>Tabla 3</b> Analisis de la varianza	15
<b>Tabla 4</b> Altura de planta	20
<b>Tabla 5</b> Macollos/m <sup>2</sup>	21
<b>Tabla 6</b> Panículas/m <sup>2</sup>	22
<b>Tabla 7</b> Longitud de panículas	23
<b>Tabla 8</b> Número de granos/panícula.	24
<b>Tabla 9</b> Peso de 1000 granos.	25
<b>Tabla 10</b> Días a la floración	26
<b>Tabla 11</b> Análisis foliar del ensayo.	27
<b>Tabla 12</b> Días a la maduración fisiológica del grano.	28
<b>Tabla 13</b> Rendimiento kg/ha.	29
<b>Tabla 14</b> Análisis económico	30
<b>Tabla 15</b> Costos de producción	31

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.-</b> Trasplante en el área experimental	52
<b>Figura 2.-</b> Primera fertilización edáfica	52
<b>Figura 3.-</b> Preparación y dosificación de los tratamientos	52
<b>Figura 4.-</b> Área experimental del ensayo	53
<b>Figura 5.-</b> Muestras de hojas para análisis foliar	53
<b>Figura 6.-</b> Visita del Coordinador de Unidad de Titulación	53
<b>Figura 7.-</b> Visita del Asesor de Tesis.	54
<b>Figura 8.-</b> Selección de plantas para evaluación de variables	54
<b>Figura 9.-</b> Determinación de variable "longitud de panículas"	54
<b>Figura 10.-</b> Cosecha del área experimental	55
<b>Figura 11.-</b> Determinación del peso de mil granos	55

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), es el segundo cereal más consumido a nivel mundial después del trigo; siendo uno de los alimentos esenciales para millones de personas, ya que el 75 % de la población mundial lo consume. Además, es considerado uno de los cultivos más importantes debido a su gran valor nutricional y calórico.

En el Ecuador, la estimación de superficie sembrada de arroz durante el año 2016 fue de 364 112 ha. De este total, en el primer cuatrimestre en la zona de estudio, se registró 138 083 ha; de las cuales, el 59% aporta la provincia de Guayas, 36% Los Ríos, 2% Manabí, mientras que las provincias de Loja y El Oro aportan con el 1% cada una. Las provincias de Guayas y Los Ríos son las más representativas y juntas aportan en promedio el 96% de la superficie sembrada a nivel nacional en el cultivo de arroz <sup>1</sup>

El cultivo de arroz necesita para su normal desarrollo una cantidad óptima y oportuna de nutrientes, los cuales normalmente son aportados a través de la fertilización edáfica y foliar. Cada nutriente cumple un rol específico en el metabolismo de la planta, por lo que, si sólo uno se encuentra en cantidad deficiente, el desarrollo y rendimiento del cultivo no es el adecuado.

El propósito del uso de productos bioestimulantes es mejorar el rendimiento del cultivo, pues éstos intervienen en la activación de varios procesos fisiológicos de los vegetales: desarrollo radicular, aprovechamiento y disponibilidad de nutrientes, desarrollo vegetativo, fotosíntesis, floración, llenado y maduración de frutos, etc.

1/ MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca) - SINAGAP. 2016. Estimación de superficie sembrada de arroz (*Oryza sativa* L.).

Dentro de los productos con acción bioestimulante encontramos a aquellos que son elaborados a base de extractos de algas marinas, los que en la actualidad están ganando un espacio importante dentro del manejo nutricional de cultivos, debido a que actúan potenciando determinadas actividades fisiológicas en las plantas, pues poseen ciertas moléculas biológicas que les permiten cumplir con este objetivo. Una de estas moléculas son las llamadas hormonas vegetales o fitohormonas, las que controlan el crecimiento y el desarrollo de las plantas, pues intervienen en muchas reacciones fisiológicas y su integración con el metabolismo general.

Los bioestimulantes a base de algas marinas poseen auxinas y citoquininas, las cuales son reguladoras del crecimiento de las plantas e intervienen en la movilización de nutrientes dentro de los vegetales. El efecto de estos productos es el de incrementar el desarrollo de los cultivos, acelerar la germinación de semillas, retrasar la senescencia, incrementar la resistencia a enfermedades bacterianas y fungosas, minimizar el daño por nemátodos, etc.

Las algas marinas y sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas, incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas, por lo que en la medida que esta práctica se extienda irá sustituyendo el uso de los insumos químicos por orgánicos, favoreciendo así una agricultura sustentable. Las algas tienen mejores propiedades que los fertilizantes porque liberan más lentamente el nitrógeno y son ricas en microelementos. <sup>2</sup>

Por todo lo expuesto, se justifica la realización del presente trabajo investigativo, en el cual se evaluará el efecto de tres bioestimulantes a base de diferentes algas marinas, en busca de solucionar la baja producción del cultivo de arroz.

2/ Cáceres, C. 2003. Algas marinas son el fertilizante del futuro. Disponible en [www.autraltemuco.cl](http://www.autraltemuco.cl)

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General**

Evaluar la influencia de bioestimulantes foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo riego.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el comportamiento del cultivo de arroz a la aplicación de los bioestimulantes a base de algas marinas.
- Identificar el bioestimulante que más influya en el rendimiento del cultivo de arroz bajo riego.
- Analizar económicamente los tratamientos en función de los rendimientos alcanzados.

## II. MARCO TEÓRICO

El arroz (*Oryza sativa* L) es una monocotiledónea de la familia de las poaceas. Sus raíces son fibrosas, fasciculadas y delgadas. Su tallo es erguido, cilíndrico, nudoso y glabro, suele alcanzar de 30 a 120 cm, variando de las condiciones de cultivo y de la especie. Sus hojas son alternas con limbo lineal, agudo, largo y plano. En cuanto a sus flores, son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha, y colgante después de la floración, dando lugar posteriormente, a frutos en cariósipide (Rosello, 2002).

Las principales zonas productoras de arroz están localizadas por debajo de los 10 msnm. El arroz se adapta a diversas condiciones del suelo. Las condiciones ideales para obtener una buena cosecha son: pH 6,0 – 7,0, buen contenido de materia orgánica (mayor del 5 %), y capa arable profunda (mayor de 25 cm). Las temperaturas críticas para la planta de arroz, están generalmente por debajo de 20 °C y superiores a 30 °C, y varían de acuerdo al estado de desarrollo de la planta. El promedio de requerimiento de agua varía entre 800 a 1240 mm durante el ciclo (Andrade y Hurtado, 2007).

En el Ecuador la estimación de superficie sembrada de arroz durante el año 2015 fue de 358 582,8 hectáreas. De este total, en el primer cuatrimestre se registró 153 450,1 hectáreas, de las cuales, el 57,3 % corresponde a la provincia de Guayas, el 36,8 % a Los Ríos, 3,6 % a Manabí, 1,3 % a El Oro y 1,0 % a Loja; en el segundo cuatrimestre existe 180 385,9 hectáreas de arroz sembrado, distribuido de la siguiente manera: 73,1 % en Guayas, 23,7 % en Los Ríos y 3,2 % en Manabí, en el tercer cuatrimestre la superficie corresponde a 24 746,4 hectáreas, de las cuales el 80,4 % se concentra en la provincia de Guayas, el 19,1 % en Los Ríos y el 0,5 % en Manabí (Aguilar *et al.* , 2015).

El rendimiento nacional del cultivo de arroz en cáscara (20 % de humedad y 5 % de impureza) para el primer cuatrimestre del 2017 fue de 3,92 t/ha. Comparado con el mismo ciclo del 2016, existe una reducción de 6 %, debido principalmente a problemas fitosanitarios. La provincia que más influyó en esta tendencia del rendimiento nacional fue Los Ríos, con una reducción del 12 %. Los cantones que registraron los mejores rendimientos, considerando la representatividad en la provincia y los rendimientos superiores al promedio nacional, fueron: Daule y Santa Lucía en la provincia del Guayas, Pueblo Viejo en Los Ríos, Rocafuerte en Manabí y Zapotillo en Loja. La mayoría de estos cantones utilizaron la variedad SFL-11 y propagaron el cultivo por medio de plántulas (Sinagap, 2017).

Antiguamente el arroz se cultivaba en el continente asiático, específicamente en las zonas tropicales, pero con el paso del tiempo, se adaptó a diferentes regiones y a todos los continentes. En la actualidad se cultiva en más de 113 países con un nivel de producción de aproximadamente 481,5 millones de toneladas en el periodo 2016/2017. En el año 2017 se produjo un incremento del 1,91 % en la producción mundial, lo que equivale a 9,2 millones de toneladas. El continente americano es el segundo continente en importancia en relación con la producción mundial de arroz, con el 6 % del total mundial, donde el principal productor es Brasil con un 33 %, el segundo país relevante es Estados Unidos con el 26 %, seguido de Perú y Colombia que producen cerca del 8 %, y finalmente se encuentran en menor proporción Ecuador, Argentina, Venezuela y Uruguay con el 3,5 % cada uno (Bernardi, 2017)

El aumento sostenido del rendimiento en el cultivo del arroz se puede explicar principalmente por la incorporación de una mayor y mejor tecnología, entre las que se pueden mencionar: a) la disponibilidad de variedades de alto potencial de rendimiento y

calidad, b) mayor uso de semilla certificada, c) un mejor manejo agronómico (época de siembra, sistematización de los suelos, fertilización, control de malezas y del agua, y mayor mecanización en diferentes etapas del cultivo), y d) un entorno técnico-económico relativamente favorable (Paredes y Becerra, 2015)

Los bioestimulantes son productos naturales o sintéticos, que solos o mezclados con fertilizantes, contribuyen a mejorar el crecimiento de las plantas al desencadenar procesos fisiológicos específicos. Los bioestimulantes pueden ser sintéticos también, pero son más conocidos los naturales, en especial aquellos derivados de algas marinas. También se incluyen productos que contienen aminoácidos de distintos orígenes, vitaminas, enzimas, ácidos húmicos muy heterogéneos. No se incluyen aquí a los fitoreguladores u hormonas o aquellos rotulados específicos para el control de patógenos (IPNI, 2011).

Un bioestimulante se prepara a base de vegetales, que poseen sustancias que ayudan y promueven el desarrollo de las distintas partes de las plantas, fundamentalmente, en sus primeros estadios. Actúan aportando un suplemento alimenticio; facilitando la absorción y el traslado de nutrientes; y estimulando una mayor y rápida formación de raíces. Se utilizan también en la reproducción de plantas por esquejes y estacas (FAO, 2010).

Los bioestimulantes se aplican en baja cantidad y pueden favorecer al crecimiento del cultivo, logrando un efecto mayor al que se obtendría con la misma cantidad de macro o micronutrientes aplicados en forma inorgánica. Existen extractos de origen vegetal, a base de algas o plantas superiores, siendo común encontrar productos con extractos alcalinos de algas pardas, especialmente el “cochayuyo” de Atlántico Norte (*Ascophyllum nodosum*). Dicho extracto tiene una composición de citoquininas 70 ppm, auxinas 60 ppm, 62 % de carbohidratos y una pequeña cantidad de aminoácidos. Además contiene 1 % de

nitrógeno, 0,05 % P, 10 % K, 1,2 % Ca, 0,8 % Mg, 3.7 % S, 0,001 % Fe, y cantidades traza de Cu, Mn, Zn y B (Oyanedel, 2013).

Las algas marinas son vegetales acuáticos primitivos, compuesto por un grupo grande y variado de especies que incluye desde plantas unicelulares hasta plantas de gran tamaño (50 metros). Las algas marinas pueden ser encontradas en diversos hábitats de agua salada o salobre y se diferencian de las plantas superiores porque carecen de tallos, hojas, raíces y sistemas vasculares, en lugar de esto, se anclan a objetos sólidos y absorben los nutrientes directamente del agua, fabricando su alimento a través de la fotosíntesis. Las algas marinas se pueden dividir en dos grandes grupos, las macro algas y micro algas, ambos grupos son la base de todas las cadenas alimenticias allí existentes; ambas con un gran potencial de desarrollo económico (Moya, 2011).

Las algas marinas se han utilizado para la elaboración de fertilizantes. Las primeras referencias de su uso como enmienda agrícola datan de China en el año 2700 a. c. y ya en Europa, se extiende su uso agrícola desde el siglo XII. Las algas que se manufacturan habitualmente para los extractos son las denominadas como algas pardas. En ellas se encuentran *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria sp.*, *Fucus sp.*, *Macrocystis pyrifera*, *Ecklonia maxima* y *Durvillea sp.* (Feliu, 2017).

El uso de algas como fertilizantes se remonta, al menos, al siglo XIX. Lo iniciaron los habitantes de las costas, que recogían las algas arrancadas por la resaca, normalmente algas pardas grandes, y las echaban en sus terrenos. Gracias a su elevado contenido de fibra, las algas actúan como acondicionador del suelo y contribuyen a la retención de la humedad, mientras que, por su contenido en minerales, son un fertilizante útil y fuente de oligoelementos. En la utilización de algas como fertilizantes un sector de crecimiento es el de los extractos líquidos de algas, que pueden producirse en forma concentrada para ser

diluidos. Varios de ellos pueden aplicarse directamente a las plantas o pueden regarse en la zona de las raíces o cerca de ellas (FAO, 2004).

Para Paredes (2011) en una investigación cuyo objetivo fue evaluar la respuesta agronómica y rendimiento de grano de las variedades de arroz ‘S – FL - 09’ y ‘F – 21’, en presencia del promotor de crecimiento a base de algas marinas Fartum, determinó que la dosis de 6,0 L/ha fraccionado en 3 y 2 partes iguales, obtuvieron los mayores rendimientos de grano con 9,48 y 9,43 t/ha respectivamente; difiriendo del testigo sin Fartum que logró el menor rendimiento con 8,42 t/ha. Las interacciones que contenían a la variedad ‘S – FL – 09’ en presencia del promotor de crecimiento Fartum en dosis de 6 L/ha, fraccionado en 3 y 2 partes iguales, lograron de la misma forma los mayores rendimientos de grano de 9,80 y 9,68 t/ha respectivamente; difiriendo con las restantes interacciones. Las variedades ‘F – 21’ y ‘S – FL – 09’ sin el Fartum, obtuvieron los menores rendimientos de 8,31 y 8,54 t/ha en su orden, siendo diferentes estadísticamente.

Al incinerar las algas, dejan un residuo de cenizas cinco o seis veces mayor que el que dejan las plantas; consecuentemente, tienen más metabolitos y, por lo tanto, más enzimas. Esta es la razón por la cual usar algas marinas y/o sus derivados en la agricultura, aporta un complejo enzimático extra diverso y cuantioso que efectúa cambios en las plantas y en el suelo (Canales, 2000).

El extracto de algas es un reservorio natural de más de 60 compuestos que contienen macro y micronutrientes, carbohidratos, aminoácidos y sustancias naturales. Estos ingredientes activos incluyen minerales traza como boro, molibdeno, cobre, hierro, zinc, manganeso, sílice y cobalto así como agentes quelatados o complejos tales como el ácido algínico y el manitol. Contienen además bajas concentraciones de sustancias naturales promotoras del crecimiento (fitohormonas) que contribuyen al desarrollo de las

plantas así como a mejorar su color y vigor. Por otra parte se ha comprobado que el extracto de algas incrementa la actividad microbiana del suelo contribuyendo a aumentar la disponibilidad de los nutrientes para las plantas (Suquilanda, 2017).

Según Villafuerte (2015) en un trabajo que tuvo como objetivo estudiar el efecto de las algas marinas en el cultivo del arroz con la finalidad de mejorar la eficiencia de su nutrición con la fertilización convencional, encontró que no se obtuvieron diferencias estadísticas en el rendimiento de grano por efecto de fertilización y niveles de Algasoil. La interacción de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O (160-40-60 kg/ha), sin la adición de Algasoil presentó un rendimiento de 6865 kg/ha de rendimiento de grano paddy, el más bajo promedio se obtuvo con la interacción de 160 kg N/ha también sin la adición de Algasoil.

Los extractos de algas marinas usados como bioactivadores aumentan el rendimiento y la calidad de los cultivos. Por un lado, incentivan la síntesis de hormonas e influyen en la absorción y translocación de nutrientes, y por otro, gracias a su alto contenido en fibra, cumplen una función acondicionadora en los suelos, al mejorar su capacidad de retención de humedad y estimular la actividad de microorganismos beneficiosos. *Ascophyllum nodosum*, a diferencia de otras especies de algas pardas, soporta en su hábitat natural períodos de inmersión marina y períodos de exposición a la intemperie (Ecoforce, 2017).

El *Ascophyllum nodosum* es ampliamente reconocida como la especie de alga más utilizada e investigada en la agricultura. Esta alga de color marrón, comúnmente conocida como *Norwegian kelp*, crece dentro de la zona intermareal, a lo largo de la costa del Atlántico Norte. Los efectos que promueven el crecimiento de las plantas dentro de los extractos se atribuyen a su amplia gama de componentes naturales. Históricamente, los extractos han sido reconocidos por su capacidad de imitar respuestas dentro de la planta

que asemejan a las actividades hormonales. Dentro de los extractos mismos, se encuentran compuestos activos que también se encuentran dentro de la biología compleja del *Ascophyllum nodosum* tal como betaínas, compuestos similares a auxinas y giberelinas, manitol, ácido algínico y laminarina (Norrie, 2015).

Los extractos de *Ascophyllum nodosum* son empleados como bioestimulantes, principalmente porque estimulan a la planta a producir sus propias hormonas y favorecen la absorción y translocación de nutrientes que se encuentran en el suelo. Todo esto genera muchos beneficios como: incremento del crecimiento de la planta, germinación más rápida de semillas, mayor resistencia a enfermedades fungosas y bacterianas, adaptación a condiciones de estrés, retraso de la senescencia.

Los extractos de esta alga también favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, beneficiando el crecimiento de los cultivos. Además, favorecen la actividad de microorganismos benéficos del suelo y mejoran la capacidad de retención de humedad por su alto contenido en fibra (Intagri, 2016).

Para Castilla (2012) en un trabajo que tuvo como objetivo evaluar la aplicación del extracto de algas marinas Acadian (*Ascophyllum nodosum*) en el cultivo de arroz en la variedad de arroz F-60, en las zonas arroceras del Tolima, Ibagué, Saldaña y Ambalema en Colombia, encontró que el tratamiento que favoreció el macollamiento fue la dosis de 1 L/ha, de la misma forma reportó que se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, además determinó que donde se aplicó el Acadian al embuchamiento y al inicio de floración, resultaron las épocas de mayor efectividad en este experimento.

La *Ecklonia maxima* es un alga marina, también conocida como alga gigante o alga bambú, de la se extraen importantes principios activos para la fabricación de fertilizantes especiales de alto rendimiento. La *Ecklonia maxima* es una especie de alga nativa de los

océanos del sur, en concreto de la costa sur atlántica de África, desde el extremo sur de Sudáfrica hacia el norte de Namibia. Esta especie crece en un medio de fuertes mareas y oleajes, una luminosidad alta sobre lechos rocosos agitados, aspectos que la hacen un alga única en el mundo, conteniendo altas concentraciones de fitohormonas naturales (auxinas, citoquininas, etc.), carbohidratos, proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales (Condelmed, 2012)

El alga *Durvillaea antarctica* más conocida como Cochayuyo, corresponde al alga de mayor consumo en Chile, y puede localizarse en toda la costa chilena. Estas algas pueden alcanzar a medir hasta 15 metros de longitud, su coloración es parda verdosa o parda amarillenta. Este tipo de alga crece adherida a rocas, mediante el rizoide, que es como un tipo de raíz que se aferra al suelo, en zonas de alto nivel de oleaje intenso y a cierta profundidad, el Cochayuyo como vulgarmente se conoce, presenta un contenido nutricional con una cantidad equilibrada de yodo, aproximadamente, 150 µg/100 g. Además es rico en minerales, fibra y proteínas, y posee todos los aminoácidos esenciales.

Basfoliar algae es un fertilizante foliar basado en extracto de algas más minerales esenciales, que promueve plantas más grandes y más vigorosas, ayuda al cultivo en la recuperación de situaciones de stress y aumenta el rendimiento. Otros de sus beneficios es estimular el metabolismo de la planta y equilibrar sus funciones fisiológicas a nivel de la célula. De esta manera, bioestimula a la planta aumentando el desarrollo vegetal, logrando frutas y verduras de alta calidad. Su ingrediente activo es *Durvillea antartica*, con macro y micronutrientes. Su dosis de aplicación es de 0,5 L/ha (PROTECSA, 2017).

Stimplex es un fertilizante foliar derivado de extracto de *Ascophyllum nodosum* para ser aplicado al cultivo en un programa nutritivo balanceado diseñado para maximizar la producción de frutas de calidad, hortalizas, cultivos no alimenticios y ornamentales.

Stimplex permite una mayor formación de ramas laterales, incrementa la capacidad fotosintética, estimulando las yemas florales y un mayor cuajado de frutos. Su formulación es líquida. Su dosis de aplicación varía de 0,5 L a 1,0 L/ha (Anasac, 2017).

Kelpak es un fertilizante orgánico-mineral a base del alga marina *Ecklonia máxima* con una relación ideal de precursores auxínicos y citoquinéticos, que estimulan mayor volumen de raíces activas, lo que incrementa la biomasa, fotosíntesis, productividad y calidad de los cultivos. Su ingrediente activo es Nitrógeno, Fósforo, Potasio, micronutrientes, auxinas, citoquininas y *Ecklonia máxima*. Este producto estimula la germinación y rápido enraizamiento, además estimula una mayor absorción de agua y nutrientes desde el suelo, que junto a una mayor producción endógena de citoquininas, produce plantas con mejor follaje, determinando incrementos en la producción y calidad de las cosechas (Cosmoagro, 2016).

Cytokin es una hormona natural reguladora del crecimiento vegetal que facilita la nutrición de las plantas, promueve el brote y desarrollo de las yemas, espigas y flores, mejora el amarre de las flores y el desarrollo de los frutos, crecimiento de la raíz y sobre todo el vigor de la productividad de la planta. Su composición es Citoquinina, en forma de kinetin, basado en actividad biológica 0.01 %. Su dosis de aplicación es de 0,5 L/ha (Ecuaquímica, 2015)

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Ubicación y descripción del campo experimental**

La presente investigación se efectuó en los terrenos de la Granja Experimental “Palmar”, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en Km. 11,5 de la vía Babahoyo-Montalvo, con coordenadas UTM 684732 – 9672431.

Esta zona experimental posee un clima tropical húmedo, con temperatura promedio anual de 25 °C, precipitación anual de 1845 mm, humedad relativa de 74 % y altura de 8 m.s.n.m.<sup>3</sup>

#### **3.2 Métodos**

En la ejecución del trabajo se utilizó los métodos: Deductivo, inductivo, empírico y experimental.

#### **3.3 Variable en estudio**

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de arroz.

Variable independiente: Dosis de bioestimulantes a base de algas marinas.

#### **3.4 Material de siembra**

El material de siembra utilizado fue la variedad de arroz SFL-09, la misma que presenta las siguientes características<sup>4</sup>:

---

3/ Datos tomados de la estación experimental meteorológica UTB-FACIAG-INAHMI. 2016.

4/Pronaca. 2015. Semillas de arroz. Disponible: [www.pronaca.com](http://www.pronaca.com)

**Tabla 1.- Material de siembra**

Descripción	Características
Rendimiento (t/ha)	6 a 8
Ciclo vegetativo (días)	115 a 125
Altura de planta (cm)	125
Longitud de grano (mm)	7.2
Índice de pilado (%)	62
Desgrane	I.
Latencia en semanas	4-6
<i>Pyricularia grisea</i>	T.
Manchado de grano	MR.
Hoja blanca	T.
<i>Sarocladium oryzae</i>	MR.
<i>Rhizoctonia solani</i>	-
<i>Tagosodes orizicolus</i>	-
Acame de plantas	T.

**I** = Intermedio **R** = Resistente **MR** = Moderadamente resistente **T** = Tolerante.

### 3.5 Tratamientos

El presente trabajo experimental contó con 8 tratamientos y 3 repeticiones.

**Tabla 2.- Tratamientos**

TRATAMIENTOS	Bioestimulantes (algas marinas)	Dosis L/ha.	Época de aplicación (d.d.t.)
T1	Stimplex ( <i>Ascophyllum nodosum</i> )	0,75 L.	20 - 40
T2		1,0 L.	20 - 40
T3	Kelpak ( <i>Ecklonia máxima</i> )	0,75 L.	20 - 40
T4		1,0L.	20 - 40
T5	Basfoliar Algae ( <i>Durvillea antarctica</i> )	0,75 L.	20 - 40
T6		1,0 L.	20 - 40
T7	Testigo químico (Cytokin)	1,0 L.	20 - 40
T8	Testigo sin aplicación	-	-

d.d.t.: Días después del trasplante.

### 3.6 Diseño Experimental

En el presente trabajo se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones.

Para realizar la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades.

#### 3.6.1 Andeva

**Tabla 3.-Análisis de la varianza**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	7
Repeticiones	2
Error experimental	14
Total	23

### 3.7 Manejo del ensayo

Para un óptimo desarrollo del cultivo, se ejecutaron todas las prácticas y labores agrícolas que el cultivo requería para su normal desarrollo.

#### 3.7.1 Preparación de terreno

La preparación del terreno, consistió en la realización de un pase de romplow, luego se inundó el terreno, y se procedió al respectivo fanguero, para propiciar las condiciones óptimas al suelo, que permitieron un trasplante adecuado.

#### 3.7.2 Siembra

La siembra se realizó con el método de trasplante, para lo cual se estableció el semillero, y luego de 23 días de sembrado, se procedió a realizar el trasplante a una distancia de 0,25 m entre hilera por 0,25 m entre plantas.

### **3.7.3 Control de malezas**

A los 2 días después del trasplante, se realizó la aplicación de Buthaclor en dosis de 2 L/ha y Pendimetalina en dosis de 2 L/ha, con la finalidad de prevenir la emergencia de malezas. La aplicación se realizó con un atomizador de mochila CP-3 a presión de 40 a 60 lb con boquilla para cobertura de 2.0 m. No se realizó control post-emergente, pues las malezas fueron controladas mediante lámina de agua.

### **3.7.4 Control Fitosanitario**

Para el control del caracol (*Pomacea canaliculata*), a los 2 días después del trasplante se realizó la aplicación de metaldehído en dosis de 1 kg/ha (solo se aplicó en los sitios donde quedaron charcos de agua).

I en el control de insectos plaga se efectuó la aplicación de Cipermetrina en dosis de 250 cc/ha, con el objetivo de controlar la población de langosta (*Spodoptera frugiperda*) a los 12 días después del trasplante, mientras que a los 60 días después del trasplante fue necesario la aplicación de Permetrina en dosis de 250 cc/ha, debido a la presencia del falso medidor (*Mocis latipes*).

I para la prevención y control de enfermedades a los 25 días después del trasplante se aplicó el fungicida protectante Clorotalonil en dosis de 500 g/ha y a los 60 días después del trasplante se aplicó Carbendazim en dosis de 500 cc/ha.

### **3.7.5 Fertilización**

La fertilización se realizó en base a las recomendaciones del INIAP y al cuadro de tratamientos. Se aplicó 160 kg/ha de nitrógeno (UREA 46 % N) fraccionado en partes iguales a los 15 y 30 días después del trasplante, el fósforo (DAP 18 % N y 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potasio (Muriato de potasio 60 % K<sub>2</sub>O) y azufre (Sulfato de amonio 21% N y 24 % S)

fueron aplicados en dosis de 30 kg/ha, 45 kg/ha y 20 kg/ha respectivamente, a los 15 días después del trasplante<sup>5</sup>.

La aplicación de los productos bioestimulantes se realizó con las dosis y épocas señaladas en el cuadro de tratamientos.

### **3.7.6 Riego**

Se realizó riego por gravedad con la ayuda de una bomba, y se mantuvo con una lámina de agua permanente. Esta lámina de agua, se evacuó al momento de realizar las labores culturales.

### **3.7.7 Cosecha**

La cosecha del cultivo en cada parcela experimental se efectuó cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica, la misma que fue realizada de forma manual.

## **3.8 Datos evaluados**

### **3.8.1 Altura de planta a cosecha**

La variable altura de planta se evaluó al momento de la cosecha, para lo cual se tomó al azar 10 plantas en un metro cuadrado, en cada unidad experimental y su lectura se registró en centímetros. La altura comprendió desde el nivel del suelo hasta el ápice la panícula más sobresaliente.

### **3.8.2 Número de macollos por metro cuadrado**

Se procedió a contabilizar el número de macollos en un metro cuadrado al azar, dentro del área útil de cada unidad experimental, esta variable se evaluó al momento de la cosecha.

---

5/ INIAP. 2013. Guía del promotor agrícola campesino para el manejo del arroz de riego.

### **3.8.3 Número de panículas por metro cuadrado**

Dentro del mismo metro cuadrado que se utilizó para evaluar el número macollos, se contabilizó las panículas al momento de la cosecha.

### **3.8.4 Longitud de panícula**

Se tomó al azar en 10 panículas de cada parcela experimental y su longitud se registró en centímetros. Estuvo determinada por la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula

### **3.8.5 Número de granos por panícula**

El número de granos por panículas se tomó al azar en 10 panículas de cada parcela experimental, para luego realizar el respectivo conteo del número de granos llenos presentes en la misma.

### **3.8.6 Peso de mil granos**

En cada parcela experimental se seleccionó 1000 granos, sin presencia de defectos, para luego pasar a determinar su peso en una balanza de precisión y su promedio se expresó en gramos.

### **3.8.7 Días a la floración**

Se contabilizaron los días desde el trasplante, hasta cuando las plantas presentaron más del 50 % de panículas emergidas.

### **3.8.8 Análisis foliar**

Con el objetivo de determinar la cantidad de nutrientes presentes en las hojas, se procedió a tomar muestras de área foliar en cada tratamiento, a los 50 días después del trasplante.

### **3.8.9 Días a maduración fisiológica de grano**

Los días a la maduración se registraron de forma semanal partir de los 90 días después del trasplante, hasta que los granos alcanzaron la madurez fisiológica (cosecha).

### **3.8.10 Rendimiento por Hectárea**

El rendimiento se obtuvo por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, uniformizando al 14 % de humedad y transformado en kg. /ha.

Para uniformizar los pesos se utilizó la siguiente fórmula<sup>6</sup>:

$$Pu = Pa (100 - ha) / (100 - hd)$$

Dónde:

Pu = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

ha = Humedad actual

hd = Humedad deseada

### **3.8.11 Análisis Económico**

El análisis económico, se realizó en función del nivel de rendimiento de grano en kg/ha., respecto del costo económico de los tratamientos en relación al beneficio/costo.<sup>7</sup>

---

6/ Azcon-Bieto, J., Talon, M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

7/ Martínez, L. (2002). Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador. Abya Yala, Quito.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta a cosecha

En la tabla 4 se registran los valores promedios de la altura de planta, los cuales mediante el análisis de varianza mostraron alta significancia estadística. El coeficiente de variación fue 3,10 %.

La mayor altura de planta de planta se obtuvo en el tratamiento con la aplicación de Basfoliar Algae en dosis de 1 L/ha (125,63 cm), siendo estadísticamente igual al tratamiento testigo químico Cytokin en dosis de 1 L/ha (116,77 cm) y Kelpak en dosis de 1 L/ha (115,7 cm), y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, donde la menor altura se obtuvo en el testigo (110,87 cm).

**Tabla 4.-**Altura de planta con la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de arroz en Babahoyo, 2017.

Tratamientos	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Altura (cm)
T 1	Stimplex	0,75	20 - 40	114,63 b
T 2	Stimplex	1,0	20 - 40	113,53 b
T 3	Kelpak	0,75	20 - 40	112,17 b
T 4	Kelpak	1,0	20 - 40	115,70 ab
T 5	Basfoliar Algae	0,75	20 - 40	111,47 b
T 6	Basfoliar Algae	1,0	20 - 40	125,63 a
T 7	Testigo químico (Cytokin)	1,0	20 - 40	116,77 ab
T 8	Testigo			110,87 b
Promedio				115,09
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación C.V.				3,10 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.  
\*\*= altamente significativo

## 4.2 Número de macollos por metro cuadrado

En la tabla 5 se registran los valores promedios del número de macollos/m<sup>2</sup>, los cuales mediante el análisis de varianza reportaron alta significancia estadística. El coeficiente de variación fue 2,43 %.

El tratamiento Stimplex en dosis de 1 L/ha permitió obtener el mayor promedio (485 macollos/m<sup>2</sup>), siendo estadísticamente igual a los tratamientos Kelpak en dosis de 1 L/ha (465 macollos/m<sup>2</sup>) y testigo químico Cytoquin en dosis de 1 L/ha (463 macollos/m<sup>2</sup>), y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, donde el menor promedio se obtuvo en el Testigo (423 macollos/m<sup>2</sup>).

**Tabla 5.-**Macollos/m<sup>2</sup> con la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de arroz en Babahoyo,2017.

Tratamientos	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Macollos/m <sup>2</sup>
T 1	Stimplex	0,75	20 - 40	443 bc
T 2	Stimplex	1,0	20 - 40	485 a
T 3	Kelpak	0,75	20 - 40	448 bc
T 4	Kelpak	1,0	20 - 40	465 ab
T 5	Basfoliar Algae	0,75	20 - 40	424 c
T 6	Basfoliar Algae	1,0	20 - 40	436 bc
T 7	Testigo químico (Cytokin)	1,0	20 - 40	463 ab
T 8	Testigo			423 c
Promedio				448
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación C. V.				2,43 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

\*\*= altamente significativo

### 4.3 Número de panículas por metro cuadrado

En la tabla 6 se registran los valores promedios del número de panículas/m<sup>2</sup>, el análisis de varianza reportó alta significancia estadística. El coeficiente de variación fue 2,94 %.

El mayor promedio de panículas/m<sup>2</sup> se registró en el tratamiento Stimplex en dosis de 1 L/ha (382 panículas/m<sup>2</sup>), y se comportó estadísticamente igual a los tratamientos Stimplex en dosis de 0,75 L/ha (377 panículas/m<sup>2</sup>), Kelpak en dosis de 1 L/ha (372 panículas/m<sup>2</sup>), Testigo químico Cytokin en dosis de 1 L/ha (371 panículas/m<sup>2</sup>), Kelpak en dosis de 0,75 L/ha (366 panículas/m<sup>2</sup>) y Basfoliar algae en dosis de 1 L/ha (364 panículas/m<sup>2</sup>), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, donde el menor valor se obtuvo en el Testigo (342 panículas/m<sup>2</sup>).

**Tabla 6 .-***Panículas/m<sup>2</sup> con la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de arroz en Babahoyo,2017.*

Tratamientos	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Panículas/m <sup>2</sup>
T 1	Stimplex	0,75	20 - 40	377 a
T 2	Stimplex	1,0	20 - 40	382 a
T 3	Kelpak	0,75	20 - 40	366 ab
T 4	Kelpak	1,0	20 - 40	372 ab
T 5	Basfoliar Algae	0,75	20 - 40	343 b
T 6	Basfoliar Algae	1,0	20 - 40	364 ab
T 7	Testigo químico (Cytokin)	1,0	20 - 40	371 ab
T 8	Testigo			342 b
Promedio				364,95
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación C.V.				2,94 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

\*\*= altamente significativo

#### 4.4 Longitud de panícula

En la tabla 7 se registran los valores promedios correspondientes de la longitud de panícula, el análisis de varianza reportó significancia estadística. El coeficiente de variación fue 2,51 %.

La aplicación del tratamiento Stimplex en dosis de 1 L/ha obtuvo la mayor longitud de panícula (29 cm), siendo estadísticamente igual a todos los tratamientos, con excepción del Testigo, el cual obtuvo el menor valor (26,60 cm).

**Tabla 7 .-**Longitud de panículas con la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de arroz en Babahoyo,2017.

Tratamientos	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Longitud de panícula (cm)
T 1	Stimplex	0,75	20 - 40	28,47 ab
T 2	Stimplex	1,0	20 - 40	29,00 a
T 3	Kelpak	0,75	20 - 40	27,90 ab
T 4	Kelpak	1,0	20 - 40	28,50 ab
T 5	Basfoliar Algae	0,75	20 - 40	28,30 ab
T 6	Basfoliar Algae	1,0	20 - 40	28,33 ab
T 7	Testigo químico (Cytokin)	1,0	20 - 40	27,80 ab
T 8	Testigo			26,60 b
Promedio				28,16
Significancia estadística				*
Coeficiente de variación C.V.				2,51 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

\*= significativo

#### 4.5 Número de granos por panícula

En la tabla 8 se registran los valores promedios correspondientes al número de granos/panícula, el análisis de varianza no reportó significancia estadística. El coeficiente de variación fue 6,10 %.

Un mayor número de granos por panícula se obtuvo con la aplicación de Stimplex en dosis de 1 L/ha (155 granos/panícula), mientras que un menor valor se evidenció en el Testigo (138 granos/panícula).

**Tabla 8.-***Número de granos/panícula con la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de arroz en Babahoyo, 2017.*

Tratamientos	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Numero de granos/panículas
T 1	Stimplex	0,75	20 - 40	153
T 2	Stimplex	1,0	20 - 40	155
T 3	Kelpak	0,75	20 - 40	147
T 4	Kelpak	1,0	20 - 40	147
T 5	Basfoliar Algae	0,75	20 - 40	140
T 6	Basfoliar Algae	1,0	20 - 40	141
T 7	Testigo químico (Cytokin)	1,0	20 - 40	148
T 8	Testigo			138
Promedio				146
Significancia estadística				ns
Coeficiente de variación C.V.				6,10 %

ns= no significativo

#### 4.6 Peso de mil granos

En la tabla 9 se registran los valores promedios del peso de 1000 granos, el análisis de varianza reportó alta significancia estadística. El coeficiente de variación fue 2,56 %.

El mayor peso de 1000 granos se registró en el tratamiento Stimplex en dosis de 1 L/ha (27,30 g), siendo estadísticamente igual a los tratamientos Basfoliar algae en dosis de 1 L/ha (26,30 g), Basfoliar algae en dosis de 0,75 L/ha (26,07 g), Kelpak en dosis de 1 L/ha (25,80 g), Kelpak en dosis de 0,75 L/ha (25,87 g) y al testigo químico Cytokin en dosis de 1 L/ha (25,43 g), y superiores estadísticamente al tratamiento Stimplex en dosis de 0,75 L/ha (25,37 g) y al Testigo (24,87 g).

**Tabla 9.-** *Peso de 1000 granos con la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de arroz en Babahoyo, 2017.*

Tratamientos	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Peso de 1000 granos (g)
T 1	Stimplex	0,75	20 - 40	25,37 b
T 2	Stimplex	1,0	20 - 40	27,30 a
T 3	Kelpak	0,75	20 - 40	25,87 ab
T 4	Kelpak	1,0	20 - 40	25,80 ab
T 5	Basfoliar Algae	0,75	20 - 40	26,07 ab
T 6	Basfoliar Algae	1,0	20 - 40	26,30 ab
T 7	Testigo químico (Cytokin)	1,0	20 - 40	25,43 ab
T 8	Testigo			24,87 b
Promedio				25,88
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación C.V.				2,56 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

\*\*= altamente significativo

#### 4.7 Días a la floración

En la tabla 10 se registran los valores promedios correspondientes a los días de la floración, el análisis de varianza reportó alta significancia estadística. El coeficiente de variación fue 0,91 %.

La aplicación del tratamiento Basfoliar algae en dosis de 0,75 L/ha (74 días), permitió obtener una floración más tardía, siendo estadísticamente igual al Testigo químico Cytokin en dosis de 1 L/ha (73 días), y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, donde el menor valor se obtuvo en el Testigo (68 días).

**Tabla 10.-Días a la floración con la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de arroz en Babahoyo,2017.**

Tratamientos	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Días a la floración
T 1	Stimplex	0,75	20 - 40	70 b
T 2	Stimplex	1,0	20 - 40	69 b
T 3	Kelpak	0,75	20 - 40	69 b
T 4	Kelpak	1,0	20 - 40	70 b
T 5	Basfoliar Algae	0,75	20 - 40	74 a
T 6	Basfoliar Algae	1,0	20 - 40	69 b
T 7	Testigo químico (Cytokin)	1,0	20 - 40	73 a
T 8	Testigo			68 b
Promedio				70
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación C.V.				0,91 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.  
\*\*= altamente significativo

#### 4.8 Análisis foliar

Los valores correspondientes al análisis foliar efectuado en cada uno de los tratamientos se observan en la tabla 11.

Los resultados obtenidos por medio del análisis foliar, presentaron niveles adecuados de la mayoría de nutrientes con las aplicaciones de diferentes tipos de algas marinas, a excepción de los nutrientes Mg, Zn y Cu, que evidenciaron niveles deficientes en la gran mayoría de los tratamientos. Además, el P y Fe se mostraron de forma excesiva en varios tratamientos.

**Tabla 11.-Análisis foliar del ensayo con la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de arroz en Babahoyo,2017.**

Trat.	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
T1	Stimplex	0,75	15 - 30	A	E	A	A	D	D	D	A	A
T2	Stimplex	1,0	15 - 30	A	E	A	A	D	D	D	A	A
T3	Kelpak	0,75	15 - 30	A	E	A	A	D	D	D	A	A
T4	Kelpak	1,0	15 - 30	A	E	A	A	D	D	D	E	A
T5	Basfoliar Algae	0,75	15 - 30	A	E	A	A	D	D	D	E	A
T6	Basfoliar Algae	1,0	15 - 30	A	E	A	A	D	D	D	A	A
T7	Testigo químico (Cytokin)	1,0	15 - 30	A	E	A	A	D	A	D	E	A
T8	Testigo		15 - 30	D	E	A	A	D	D	D	A	A

**A:** Nivel alto

**E:** Nivel excesivo

**D:** Nivel deficiente

#### 4.9 Días a maduración fisiológica de grano

En la tabla 12 se registran los valores promedios correspondientes a los días a maduración fisiológica de grano, el análisis de varianza no reportó significancia estadística. El coeficiente de variación fue 0,54 %.

La aplicación de los tratamiento Stimplex en dosis de 1 L/ha, Kelpak en dosis 0,75 L/ha, Kelpak en dosis de 1 L/ha, Basfoliar algae en dosis de 1 L/ha y Testigo, permitieron que el cultivo alcance una maduración en menor tiempo (124 días), mientras que los tratamientos restantes alcanzaron una madurez más tardía (125 días).

**Tabla 12.-Días a la maduración fisiológica del grano con la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de arroz en Babahoyo,2017.**

Tratamientos	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Días a la maduración
T 1	Stimplex	0,75	20 - 40	125
T 2	Stimplex	1,0	20 - 40	124
T 3	Kelpak	0,75	20 - 40	124
T 4	Kelpak	1,0	20 - 40	124
T 5	Basfoliar Algae	0,75	20 - 40	125
T 6	Basfoliar Algae	1,0	20 - 40	124
T 7	Testigo químico (Cytokin)	1,0	20 - 40	125
T 8	Testigo			124
Promedio				124
Significancia estadística				ns
Coeficiente de variación C.V.				0,54 %

ns= no significativo

#### 4.10 Rendimiento por Hectárea

En la tabla 13 se registran los valores promedios correspondientes al rendimiento en kg/ha, el análisis de la varianza reportó alta significancia estadística. El coeficiente de variación fue 2,06 %.

En la evaluación de esta variable, el mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación del tratamiento Stimplex en dosis de 1 L/ha (7392,28 kg/ha), estadísticamente superior a los demás tratamientos, donde el menor rendimiento se registró en el Testigo (6382,73 kg/ha).

**Tabla 13.-Rendimiento kg/ha con la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de arroz en Babahoyo,2017.**

Tratamientos	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Rendimiento kg/ha
T 1	Stimplex	0,75	20 - 40	6526,80 bc
T 2	Stimplex	1,0	20 - 40	7392,28 a
T 3	Kelpak	0,75	20 - 40	6851,32 b
T 4	Kelpak	1,0	20 - 40	6743,24 bc
T 5	Basfoliar Algae	0,75	20 - 40	6616,96 bc
T 6	Basfoliar Algae	1,0	20 - 40	6707,12 bc
T 7	Testigo químico (Cytokin)	1,0	20 - 40	6526,80 bc
T 8	Testigo			6382,73 c
Promedio				6718,41
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación C.V.				2,06 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

\*\*= altamente significativo

#### 4.11 Análisis Económico

En la tabla 14, se registra el análisis económico, el cual se efectuó con la respectiva comparación de costos e ingresos, para obtener el beneficio neto.

El mayor beneficio neto, se registró en el tratamiento Stimplex en dosis de 1 L/ha (\$993,60), encontrándose el menor beneficio en el tratamiento Testigo químico (Cytokin) en dosis de 1 L/ha (\$716,11).

**Tabla 14.-Análisis económico**

Nº	Producto	Dosis L/ha	Rendimiento kg/ha	Sacas/ha	Producción (\$)	Costos Fijos (\$)	Costo tratamiento (\$)	Jorn. Trat.(\$)	Cosecha + transporte (\$)	Total	Beneficio neto
T 1	Stimplex	0,75	6526,80	68,38	2256,52	1197,08	34,50	48,00	239,33	1518,91	737,61
T 2	Stimplex	1	7392,28	77,45	2555,74	1197,08	46,00	48,00	271,06	1562,14	<b>993,60</b>
T 3	Kelpak	0,75	6851,32	71,78	2368,71	1197,08	22,50	48,00	251,23	1518,81	849,90
T 4	Kelpak	1	6743,24	70,65	2331,35	1197,08	30,00	48,00	247,26	1522,34	809,00
T 5	Basfoliar Algae	0,75	6616,96	69,32	2287,69	1197,08	22,50	48,00	242,63	1510,21	777,47
T 6	Basfoliar Algae	1	6707,12	70,27	2318,86	1197,08	30,00	48,00	245,94	1521,02	797,84
T7	Testigo (Cytokin)	1	6526,80	68,38	2256,52	1197,08	56,00	48,00	239,33	1540,41	<b>716,11</b>
T 8	Testigo	1	6382,73	66,87	2206,70	1197,08	0,00	0,00	234,04	1431,12	775,58

Jornal:\$12,00

Stimplex  
litro \$ 23,00

Cytokin\$28.00

Costo de saca 210 lb:  
\$ 33,00

Basfoliar algae  
\$15.00

Kelpak \$15.00

Cosecha + transporte: \$3,50

**Tabla 15.-Costos de producción**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>Terreno</b>				
Alquiler de terreno	ha	1	200	200
Análisis foliar	u	8	14,56	116,48
<b>Siembra</b>				
Semilla	Sacos	1	75	75
Trasplante	Jornales	4	12	48
<b>Preparación del suelo</b>				
Romplow y fanguero	u	3	25	75
Riego	u	13	15	195
<b>Control de malezas</b>				
Butachlor	Litro	2	5	10
Pendimentalina	Litro	2	8	16
Aplicación	Jornales	2	12	24
<b>Control de plagas y enfermedades</b>				
Cipernet (Cipermetrina)	0,25 lt	1	6,5	6,5
Clorotex (Clorotalonil)	Sobre	1	8	8
Matababosa (Metaldehído)	Sobre	2	3,5	7
Botrizzin (Carbendazim)	0,5 lt	1	7,5	7,5
Permitt (Permetrina)	0,25 lt	1	7	7
Aplicación	Jornales	8	12	96
<b>Fertilización</b>				
Urea (50 kg)	Sacos	5,7	18	102,6
DAP (50 kg)	Sacos	1,3	25	32,5
Muriato de potasio (50Kg)	Sacos	1,6	25	40
Sulfato de amonio (50 kg)	Sacos	1,7	15	25,5
Aplicación	Jornales	4	12	48
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1140,08</b>
<b>ADMINISTRACION (5%)</b>				<b>57,00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>1197,08</b>

## V. DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se logró determinar que las aplicaciones de los bioestimulantes a base de algas marinas, ejercen una influencia directa para obtener una alta producción del cultivo de arroz.

La aplicación de algas marinas en el cultivo, permitió un crecimiento optimo, promoviendo un incremento en la altura de la planta, como efecto de la bioestimulación causada por el contenido de nutrientes presentes en los extractos de algas marinas, esto concuerda a lo mencionado por Oyanedel (2013), quien menciona que los bioestimulantes se aplican en baja cantidad y pueden favorecer al crecimiento del cultivo, logrando un efecto mayor al que se obtendría con la misma cantidad de macro o micronutrientes aplicados en forma inorgánica.

La aplicación del producto Stimplex (*Ascophyllum nodosum*) proporcionó un incremento significativo en las características agronómicas del cultivo de arroz (macollos por m<sup>2</sup>, panícula por m<sup>2</sup>, longitud de panícula, número de granos por panícula, peso de 1000 gramos), debido principalmente a la acción bioestimulante que ejerce este tipo de alga, lo que concuerda con lo mencionado por Intagri (2016), quien señala q los extractos de *Ascophyllum nodosum* son empleados como bioestimulantes, principalmente porque estimulan a la planta a producir sus propias hormonas y favorecen la absorción y translocación de nutrientes que se encuentran en el suelo.

I todo esto genera muchos beneficios como: incremento del crecimiento de la planta, germinación más rápida de semillas, mayor resistencia a enfermedades fungosas y bacterianas, adaptación a condiciones de estrés, retraso de la senescencia. Los extractos de esta alga también favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, beneficiando el crecimiento de los cultivos.

Con la aplicación de extractos de algas marinas, los niveles de la mayoría de nutrientes en el cultivo de arroz se presentaron en una cantidad adecuada, debido al efecto regulador que ejercieron estos productos sobre la disponibilidad de macro y micronutrientes, esto coincide a lo indicado por Suquilanda (2017), quien indica que el extracto de algas es un reservorio natural de más de 60 compuestos que contienen macro y micronutrientes, carbohidratos, aminoácidos y sustancias naturales.

Estos ingredientes activos incluyen minerales traza como boro, molibdeno, cobre, hierro, zinc, manganeso, sílice y cobalto así como agentes quelatados o complejos tales como el ácido algínico y el manitol. Contienen además bajas concentraciones de sustancias naturales promotoras del crecimiento (fitohormonas) que contribuyen al desarrollo de las plantas así como a mejorar su color y vigor. Por otra parte, se ha comprobado que el extracto de algas incrementa la actividad microbiana del suelo contribuyendo a aumentar la disponibilidad de los nutrimentos para las plantas.

Las algas marinas, ayudan a la obtención de incrementos en la producción, debido a las características benefactoras de sus propiedades, que influyen en el mejoramiento de las características agronómicas del cultivo, lo que concuerda con Paredes (2011), quien en una investigación determinó que la dosis de 6,0 L/ha de Fartum fraccionado en 3 y 2 partes iguales, obtuvieron los mayores rendimientos de grano con 9,48 y 9,43 t/ha respectivamente; difiriendo del testigo sin Fartum que logró el menor rendimiento con 8,42 t/ha.

La máxima producción del cultivo de arroz se alcanzó con la aplicación del bioestimulante Stimplex en dosis de 1 L/ha con 7392,28 kg/ha, efecto originado por la función de las algas marinas en el cultivo, esto coincide a lo manifestado por Anasac (2017), quien menciona que Stimplex es un fertilizante foliar derivado de extracto de

*Ascophyllum nodosum* para ser aplicado al cultivo en un programa nutritivo balanceado diseñado para maximizar la producción de frutas de calidad, hortalizas, cultivos no alimenticios y ornamentales.

I Stimplex permite una mayor formación de ramas laterales, incrementa la capacidad fotosintética, estimulando las yemas florales y permitiendo un mayor cuajado de frutos. Su formulación es líquida. Su dosis de aplicación varía de 0,5 L a 1,0 L/ha.

I en las variables número de granos por panícula y días a maduración fisiológica, no se presentaron diferencias estadísticas significativas, lo que indica que no existió una influencia directa de los extractos de algas sobre estas características, sin embargo ayudaron al aumento del nivel de producción pues favorecieron otras características agronómicas de la planta.

## VI. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. La aplicación de los bioestimulantes a base de algas marinas, incidieron en la obtención de niveles adecuados de la mayoría de nutrientes en las plantas.
2. La incorporación de Basfoliar algae (*Durvillea antarctica*) en dosis de 1,0 L/ha, incentivó al crecimiento de la planta, especialmente en su altura.
3. No se encontró diferencias significativas en las variables agronómicas número de granos por panícula y días a maduración fisiológica.
4. Las variables macollos por metro cuadrado, panículas por metro cuadrado, longitud de panícula, número de granos por panícula y peso de mil granos, registraron los mayores promedios con la aplicación de Stimplex en dosis de 1,0 L/ha.
5. La mayor producción y el beneficio neto más alto se obtuvo con la aplicación del bioestimulante Stimplex en dosis de 1,0 L/ha con 7392,28 kg/ha y \$993,60.

## **VII. RECOMENDACIONES**

En base a las conclusiones se recomienda:

1. Realizar la aplicación del bioestimulante Stimplex en el cultivo de arroz, en dosis de 1,0 L/ha, por haber obtenido el mayor rendimiento y beneficio neto.
2. Evaluar diferentes interacciones entre los biostimulantes Stimplex, Basfoliar algae, y Kelpak con distintos métodos de siembra, con otro tipo de variedades y bajo condiciones de secano.
3. Implementar trabajos similares en otros cultivos de ciclo corto.

## VIII. RESUMEN

La presente investigación se efectuó en los terrenos de la Granja Experimental “Palmar”, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en Km. 11,5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Su objetivo fue evaluar la influencia de bioestimulantes foliares a base de algas marinas, en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego.

El material de siembra utilizado fue la variedad de arroz SFL-09, se evaluaron tres bioestimulantes a base de algas marinas: Stimplex (*Ascophyllum nodosum*), Kelpak (*Ecklonia máxima*), Basfoliar Algae (*Durvillea antarctica*), un testigo químico (Cytokin) y un testigo absoluto, aplicados en dosis diferentes y distribuidos en 8 tratamientos con 3 repeticiones, utilizando el diseño experimental bloques completos al azar. Las comparaciones de las medias se realizaron con la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Los tratamientos fueron aplicados a los 20 y 40 días después del trasplante.

Para el desarrollo normal del cultivo, se efectuaron todas las labores culturales como control de malezas, fertilización, riego, control fitosanitario y cosecha. Las variables evaluadas fueron altura de planta a cosecha, número de macollos y panículas por metro cuadrado, longitud de panícula, número de granos por panícula, peso de mil granos, días a la floración, análisis foliar, días a la maduración fisiología del grano, rendimiento por hectárea y análisis económico.

Los resultados obtenidos determinaron que las aplicaciones de los bioestimulantes a base de algas marinas, incidieron en la obtención de niveles adecuados de nutrientes en las plantas. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en las variables agronómicas número de granos por panícula y días a la maduración. Las variables macollos por metro cuadrado, panículas por metro cuadrado, longitud de panícula, número de granos por panícula y peso de mil granos, registraron los mayores promedios con la aplicación de Stimplex en dosis de 1 L/ha. La mayor producción y el beneficio neto más alto se obtuvo con la aplicación de bioestimulante Stimplex en dosis de 1 L/ha con 7392,28 kg/ha y \$993,60.

## IX. SUMMARY

The present investigation was carried out in the lands of the Experimental Farm "Palmar", belonging to the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at Km. 11,5 of the Babahoyo-Montalvo highway. Its objective was to evaluate the influence of foliar biostimulants based on marine algae on the growth and yield of rice (*Oryza sativa L.*) under irrigation.

The sowing material used was the rice variety SFL-09, three biostimulants based on marine algae were evaluated: Stimplex (*Ascophyllum nodosum*), Kelpak (*Ecklonia maximum*), Basfoliar Algae (*Durvillea antarctica*), a chemical control (Cytokin) and an absolute control, applied in different doses and distributed in 8 treatments with 3 repetitions, using the experimental design complete randomized blocks. The mean comparisons were made with the Tukey test at 95% probability. The treatments were applied at 20 and 40 days after the transplant.

For the normal development of the crop, all the cultural tasks were carried out, such as weed control, fertilization, irrigation, phytosanitary control and harvesting. The variables evaluated were height from plant to harvest, number of tillers and panicles per square meter, panicle length, number of grains per panicles, weight of a thousand grains, days to flowering, leaf analysis, days to maturation, grain physiology, yield per hectare and economic analysis.

The results obtained determined that the applications of biostimulants based on marine algae, influenced the obtaining of adequate levels of nutrients in the plants. No significant statistical differences were found in the agronomic variables number of grains per panicle and days to maturity. The variables tillers per square meter, panicles per square meter, panicle length, number of grains per panicle and weight of one thousand grains, recorded the highest averages with the application of Stimplex in a dose of 1 L / ha. The highest production and the highest net benefit was obtained with the application of Stimplex biostimulant at a dose of 1 L / ha with 7392,28 kg / ha and \$ 993,60.

## X. LITERATURA CITADA

Aguilar, D., *et al.* (2015.) Estimación de superficie sembrada de arroz (*Oryza sativa* L.) y maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en las épocas de invierno y verano año 2015, en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, Santa Elena, Loja y El Oro. MAGAP. Quito, Ecuador. 13 p.

Andrade, F.; y Hurtado, J. (2007.) Factores ambientales para el desarrollo del cultivo de arroz. Manual del cultivo de arroz. Manual No. 66. INIAP. 2da Ed. Guayas, Ecuador. 158 p.

Bernardi, L. (2017). Perfil del mercado mundial de arroz (*Oryza sativa* L.). Consultado: 14-12-2017. Disponible en: <https://www.agroindustria.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/Perfil%20de%20Mercado%20de%20Arroz%202017.pdf>

Anasac. (2017). Bioestimulante Stimplex. Consultado: 24-10-2017. Disponible en: <http://www.anasac.cl/agropecuario/wp-content/uploads/Etiqueta-Stimplex.pdf>

Canales, B. (2000.) Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. Volumen 17. Chapingo, México. 276 p.

Castilla, L. (2011.) Evaluación del extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) Acadian en el cultivo de arroz. Revista SIATOL. Ed. N° 33. Tolima, Colombia. 40 p.

Cosmoagro. (2016.) Kelpak, Mayor volumen de raíces activas. Consultado: 24-10-2017.

Disponible en: <http://www.cosmoagro.com/web/producto/kelpak/>

Condemed. (2012.) Ecklonia máxima. Consultad: 05-01-2018. Disponible en:

<https://www.floresyplantas.net/ecklonia-maxima/>

Ecoforce. (2017.) Ascophyllum nodosum, propiedades y usos en la agricultura.

Consultado: 15-12-2018. Disponible en:

<http://fertilizantesecoforce.es/blog/ascophyllum-nodosum-propiedades-y-usos-en-la-agricultura/>

Ecuaquímica. (2015.) Cytokin. Consultado: 24-10-2017. Disponible en:

[http://www.ecuaquimica.com.ec/pdf\\_semillas/pdf\\_agricola/CYTOKIN.pdf](http://www.ecuaquimica.com.ec/pdf_semillas/pdf_agricola/CYTOKIN.pdf)

FAO. (2010.) Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. 1ra Ed. IPES. 94 p.

FAO. (2004.) Alcance de la industria de las algas marinas. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. No. C1001. Roma, Italia. 40 p.

Feliu, F. (2017.) Extractos de algas en la agricultura. Asociación española de fabricantes de agronutrientes. Valencia, España. 15 p.

Intagri. (2016.) Uso de Extractos de Ascophyllum nodosum como bioestimulante en

Agricultura Consultado: 23-12-1028 Disponible: en:

<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-ascophyllum-nodosum>

- IPNI. (2011.) Los productos bioestimulantes. ¿Qué hay detrás? Fertilizar. Revista N° 19. Rosario, Argentina. 36 p.
- Moya, J. (2011.) Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas. Santiago, Chile. 87 p.
- Norrie, J. (2015.) Extractos de *Ascophyllum nodosum* en la producción agrícola. Consultado: 24-10-2017. Disponible en: <http://www.horticultivos.com/1322/extractos-de-ascophyllum-nodosum-en-la-produccion-agricola/>
- Oyanedel, E. (2013.) Bioestimulantes y su utilidad en la nutrición de los cultivos. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. 4 p.
- Ortiz, J. (2011.) Composición Nutricional y Funcional de Algas Pardas Chilenas: *Macrocystis pyrifira* y *Durvillaea antártica*. Universidad de Chile. 35 p.
- Paredes, A. (2011.) Respuesta agronómica de las variedades de arroz ‘S – FL - 09’ y ‘F – 21’ a diferentes dosis y épocas de aplicación del promotor de crecimiento a base de extracto de algas marinas “Fartum”. (Tesis de Ingeniería Agronómica). Universidad Técnica de Babahoyo. Guayas, Ecuador. 77 p.
- Paredes, M.; Becerra, V. (2015.) Manual de producción de Arroz: Buenas prácticas Agrícolas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 306. Santiago, Chile. 100 p.

PROTECSA. (2017.) Bioestimulante Basfoliar algae. Consultado: 24-10-2017. Disponible en: <http://protecsa.com.ec/producto/16/basfoliar-algae>

Rosello, J. (2002.) El arroz en cultivo ecológico. Consejería de Agricultura y Pesca. Andalucía, España. 36 p.

SAG. (2003.) Manual técnico para el cultivo de arroz. (*Oryza sativa*). Dirección de ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Comayagua, Honduras. 59 p.

Sinagap. (2017.) Rendimiento de arroz en cáscara, primer Cuatrimestre 2017 Consultado: 23/10/2017. Disponible en: [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_arroz\\_primer\\_quatrimestre2017.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_primer_quatrimestre2017.pdf)

Suquilanda, M. (2017.) Manejo agroecológico de suelos. Ministerio de Agricultura, Acuicultura, Ganadería y Pesca. 1ra Ed. Quito, Ecuador. 289 p.

Villafuerte, G. (2015.)G Efecto de las algas marinas en la fertilización del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). (Tesis de Ingeniería Agronómica). Universidad de Guayaquil. Guayas, Ecuador. 83

## XI. APÉNDICE

Anexo 1. ANDEVA Altura de planta. UTB, FACIAG. 2017.

Trat.	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Altura de planta			X
				I	II	III	
<b>T1</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	0,75	20 - 40	115,80	114	114,1	114,63
<b>T2</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	1	21 - 40	113,80	113,4	113,4	113,53
<b>T3</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	0,75	22 - 40	113,60	117,6	105,3	112,17
<b>T4</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	1	23 - 40	114,90	115	117,2	115,70
<b>T5</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	0,75	24 - 40	107,80	116,6	110	111,47
<b>T6</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	1	25 - 40	124,80	131,8	120,3	125,63
<b>T7</b>	Testigo químico (Cytokin)	1	26 - 40	120,10	115,1	115,1	116,77
<b>T8</b>	Testigo sin aplicación		27 - 40	114,50	108,8	109,3	110,87

	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p- valor</b>
<b>Modelo</b>		520,93	9	57,88	4,54	0,0059
<b>Tratamiento</b>		469,46	7	67,07	5,26	0,0041
<b>Repetición</b>		51,46	2	25,73	2,02	0,1698
<b>Error</b>		178,50	14	12,75		
<b>Total</b>		699,43	23			

Anexo 2. ANDEVA Macollos/m<sup>2</sup>. UTB, FACIAG. 2017.

Trat.	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Macollos/m <sup>2</sup>			X
				I	II	III	
<b>T1</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	0,75	20 - 40	480	495	481	485,33
<b>T2</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	1	21 - 40	452	434	442	442,67
<b>T3</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	0,75	22 - 40	440	450	454	448,00
<b>T4</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	1	23 - 40	480	465	451	465,33
<b>T5</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	0,75	24 - 40	425	420	428	424,33
<b>T6</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	1	25 - 40	430	434	445	436,33
<b>T7</b>	Testigo químico (Cytokin)	1	26 - 40	443	480	466	463,00
<b>T8</b>	Testigo sin aplicación		27 - 40	425	420	425	423,33

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	9785,54	9	1087,28	9,17	0,0002
<b>Tratamiento</b>	9749,96	7	1392,85	11,74	0,0001
<b>Repetición</b>	35,58	2	17,79	0,15	0,8621
<b>Error</b>	1660,42	14	118,60		
<b>Total</b>	11445,96	23			

Anexo 3. ANDEVA Panículas/m<sup>2</sup>. UTB, FACIAG. 2017.

Trat.	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Panículas/m <sup>2</sup>			X
				I	II	III	
<b>T1</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	0,75	20 - 40	393	376	363	377,33
<b>T2</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	1	21 - 40	380	384	382	382,00
<b>T3</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	0,75	22 - 40	364	380	354	366,00
<b>T4</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	1	23 - 40	377	356	385	372,67
<b>T5</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	0,75	24 - 40	349	340	340	343,00
<b>T6</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	1	25 - 40	368	376	350	364,67
<b>T7</b>	Testigo químico (Cytokin)	1	26 - 40	375	381	358	371,33
<b>T8</b>	Testigo sin aplicación		27 - 40	340	343	345	342,67

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	4919,21	9	546,58	4,75	0,0049
<b>Tratamiento</b>	4571,63	7	653,09	5,67	0,0029
<b>Repetición</b>	347,58	2	173,79	1,51	0,2549
<b>Error</b>	1611,75	14	115,13		
<b>Total</b>	6530,96	23			

Anexo 4. ANDEVA Longitud de panícula. UTB, FACIAG. 2017.

Trat.	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Longitud de panícula			X
				I	II	III	
<b>T1</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	0,75	20 - 40	28,60	28,4	28,4	28,47
<b>T2</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	1	21 - 40	28,80	29,4	28,8	29,00
<b>T3</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	0,75	22 - 40	27,80	28,5	27,4	27,90
<b>T4</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	1	23 - 40	28,00	29,3	28,2	28,50
<b>T5</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	0,75	24 - 40	27,00	29,1	28,8	28,30
<b>T6</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	1	25 - 40	27,10	28,3	29,6	28,33
<b>T7</b>	Testigo químico (Cytokin)	1	26 - 40	28,20	28,1	27,1	27,80
<b>T8</b>	Testigo sin aplicación		27 - 40	27,00	26,8	26	26,60

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	13,83	9	1,54	2,98	0,0329
<b>Tratamiento</b>	11,87	7	1,70	3,29	0,0276
<b>Repetición</b>	1,96	2	0,98	1,90	0,1857
<b>Error</b>	7,21	14	0,52		
<b>Total</b>	21,04	23			

Anexo 5. ANDEVA Número de granos por panícula. UTB, FACIAG. 2017.

Trat.	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Número de granos			X
				I	II	III	
<b>T1</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	0,75	20 - 40	147,10	153	159,1	153,07
<b>T2</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	1	21 - 40	154,10	155,8	155,5	155,13
<b>T3</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	0,75	22 - 40	137,90	161,6	142,3	147,27
<b>T4</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	1	23 - 40	137,80	163,9	140,7	147,47
<b>T5</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	0,75	24 - 40	132,80	141,3	144,4	139,50
<b>T6</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	1	25 - 40	129,10	142,7	152,5	141,43
<b>T7</b>	Testigo químico (Cytokin)	1	26 - 40	148,80	150,2	144	147,67
<b>T8</b>	Testigo sin aplicación		27 - 40	134,10	126,6	153	137,90

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	1233,06	9	137,01	1,72	0,1740
<b>Tratamiento</b>	805,04	7	115,01	1,45	0,2629
<b>Repetición</b>	428,02	2	214,01	2,69	0,1024
<b>Error</b>	1112,38	14	79,46		
<b>Total</b>	2345,44	23			

Anexo 6. ANDEVA Peso de 1000 granos. UTB, FACIAG. 2017.

Trat.	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Peso de 1000 granos			X
				I	II	III	
<b>T1</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	0,75	20 - 40	25,60	24,9	25,6	25,37
<b>T2</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	1	21 - 40	28,10	26,1	27,7	27,30
<b>T3</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	0,75	22 - 40	25,60	25,7	26,3	25,87
<b>T4</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	1	23 - 40	25,10	26,6	25,7	25,80
<b>T5</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	0,75	24 - 40	26,60	26,3	25,3	26,07
<b>T6</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	1	25 - 40	26,80	26,2	25,9	26,30
<b>T7</b>	Testigo químico (Cytokin)	1	26 - 40	25,30	24,7	26,3	25,43
<b>T8</b>	Testigo sin aplicación		27 - 40	24,80	24,7	25,1	24,87

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	11,78	9	1,31	2,99	0,0325
<b>Tratamiento</b>	11,17	7	1,60	3,65	0,0188
<b>Repetición</b>	0,61	2	0,30	0,69	0,5159
<b>Error</b>	6,13	14	0,44		
<b>Total</b>	17,91	23			

Anexo 7. ANDEVA Días a la floración. UTB, FACIAG. 2017.

Trat.	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Días a la floración			X
				I	II	III	
<b>T1</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	0,75	20 - 40	70	70	71	70
<b>T2</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	1	21 - 40	70	69	70	69
<b>T3</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	0,75	22 - 40	69	70	69	69
<b>T4</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	1	23 - 40	71	71	69	70
<b>T5</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	0,75	24 - 40	74	74	74	74
<b>T6</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	1	25 - 40	70	69	70	69
<b>T7</b>	Testigo químico (Cytokin)	1	26 - 40	73	73	73	73
<b>T8</b>	Testigo sin aplicación		27 - 40	69	69	68	68

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	80,88	9	8,99	21,88	0,0001
<b>Tratamiento</b>	80,63	7	11,52	28,04	0,0001
<b>Repetición</b>	0,25	2	0,13	0,30	0,7424
<b>Error</b>	5,75	14	0,41		
<b>Total</b>	86,63	23			

Anexo 9. ANDEVA Días a la maduración. UTB, FACIAG. 2017.

Trat.	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Días a la maduración			X
				I	II	III	
<b>T1</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	0,75	20 - 40	124	125	125	124,67
<b>T2</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	1	21 - 40	125	124	124	124,33
<b>T3</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	0,75	22 - 40	125	125	123	124,33
<b>T4</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	1	23 - 40	125	125	123	124,33
<b>T5</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	0,75	24 - 40	125	124	125	124,67
<b>T6</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	1	25 - 40	124	124	124	124,00
<b>T7</b>	Testigo químico (Cytokin)	1	26 - 40	125	125	125	125,00
<b>T8</b>	Testigo sin aplicación		27 - 40	125	124	124	124,33

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	3,64	9	0,39	0,86	0,5797
<b>Tratamiento</b>	1,96	7	0,28	0,61	0,7387
<b>Repetición</b>	1,58	2	0,79	1,73	0,2136
<b>Error</b>	6,42	14	0,46		
<b>Total</b>	9,96	23			

Anexo 10. ANDEVA Rendimiento kg/ha. UTB, FACIAG. 2017.

Trat.	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.t.)	Rendimiento			
				I	II	III	X
<b>T1</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	0,75	20 - 40	6490,68	6496,56	6593,16	6526,80
<b>T2</b>	Stimplex (Ascophyllum nodosum)	1	20 - 40	7302,12	7470,12	7404,6	7392,28
<b>T3</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	0,75	20 - 40	6779,64	6742,68	7031,64	6851,32
<b>T4</b>	Kelpak (Ecklonia máxima)	1	20 - 40	6658,68	6863,64	6707,4	6743,24
<b>T5</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	0,75	20 - 40	6599,04	6490,68	6761,16	6616,96
<b>T6</b>	Basfoliar Algae (Durvillea antarctica)	1	20 - 40	6761,16	6490,68	6869,52	6707,12
<b>T7</b>	Testigo químico (Cytokin)	1	20 - 40	6761,16	6220,2	6599,04	6526,80
<b>T8</b>	Testigo sin aplicación		20 - 40	6436,82	6220,45	6490,91	6382,73

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	3284266,56	9	364918,51	7,43	0,0005
<b>Tratamiento</b>	2844380,75	7	406340,11	8,27	0,0005
<b>Repetición</b>	439885,81	2	219942,91	4,48	0,0314
<b>Error</b>	687986,17	14	49141,87		
<b>Total</b>	3972252,73	23			

## Imágenes del ensayo



**Figura 1.-** Trasplante en el área experimental



**Figura 2.-** Primera fertilización edáfica



**Figura 3.-** Preparación y dosificación de los tratamientos



**Figura 4.-** Área experimental del ensayo



**Figura 5.-** Muestras de hojas para análisis foliar



**Figura 6.-** Visita del Coordinador de Unidad de Titulación



**Figura 7.-** Visita del Asesor de Tesis.



**Figura 8.-** Selección de plantas para evaluación de variables



**Figura 9.-** Determinación de variable "longitud de panículas"



**Figura 10.-** Cosecha del área experimental



**Figura 11.-** Determinación del peso de mil granos

# Análisis foliar

**ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 26 Via Durán Tambo  
 Yaguachi - Ecuador Teléfono: 2717119 Fax: 2717260



**PARA USO DEL LABORATORIO**  
 Cultivo : ARROZ  
 N° de Reporte : 04149  
 Fecha de Muestreo : 20/09/2017  
 Fecha de Ingreso : 21/09/2017  
 Fecha de Salida : 16/10/2017

**DATOS DE LA PROPIEDAD**  
 Nombre : EL PALMAR  
 Provincia : LOS RIOS  
 Cantón : MONTALVO  
 Parroquia : CEDEGE  
 Ubicación : CEDEGE

**DATOS DEL PROPIETARIO**  
 Nombre : JAIR JAZMANY BANCHON AGUIRRE  
 Dirección : N/E  
 Ciudad : N/E  
 Teléfono : N/E  
 Fax : N/E

## REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		Elementos (ppm)													
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
36493	T. 1		2,9 A	0,26 E	1,66 A	1,20 A	0,15 D			17 D	6 D	147 A	267 A			
36494	T. 2		2,8 A	0,26 E	1,65 A	1,10 A	0,10 D			17 D	6 D	131 A	254 A			
36495	T. 3		2,7 A	0,28 E	1,77 A	1,12 A	0,15 D			16 D	5 D	133 A	264 A			
36496	T. 4		2,7 A	0,26 E	1,55 A	1,08 A	0,15 D			16 D	5 D	151 E	243 A			
36497	T. 5		2,6 A	0,24 E	1,60 A	1,02 A	0,14 D			17 D	5 D	199 E	246 A			
36498	T. 6		2,7 A	0,24 E	1,62 A	0,98 A	0,14 D			17 D	6 D	130 A	240 A			
36499	T. 7		2,9 A	0,26 E	1,53 A	1,01 A	0,14 D			18 A	7 D	286 E	225 A			
36500	T. 8		2,5 D	0,23 E	1,52 A	0,98 A	0,12 D			17 D	6 D	127 A	237 A			

**INTERPRETACION**  
 D = Deficiente  
 A = Adecuado  
 E = Excesivo

*[Firma]*  
 Responsable Técnico del Laboratorio