

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EXAMEN PROFESIONAL**



**“NUEVOS BIOFERTILIZANTES A BASE DE ALGAS MARINAS”**

**Presentado por:**

**ROSA ELISA YÁÑEZ TORRES**

**Trabajo Monográfico para optar el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Lima - Perú**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**TITULACIÓN  
EXAMEN PROFESIONAL 2017**

Los Miembros del Jurado, luego de someter a la Bachiller **ROSA ELISA YÁÑEZ TORRES**, a los respectivos exámenes y haber cumplido con presentar el Trabajo Monográfico titulado: “**NUEVOS BIOFERTILIZANTES A BASE DE ALGAS MARINAS**”, lo declaramos:

**A P R O B A D O**

.....  
Dr. Oscar Loli Figueroa  
**PRESIDENTE**

.....  
Ing. Saray Siura Céspedes  
**MIEMBRO**

.....  
Dr. Sady Javier García Bendezú  
**ASESOR**

LIMA - PERU

2017

**Dedicatoria:**

A mi Padre

El ingeniero más comprometido con su trabajo y sobretodo con su familia. Gracias por ser mi ejemplo papá !!

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia

Gracias por su infinito apoyo. En especial a mi mamá porque siempre tiene las palabras precisas para sobrellevar cualquier momento.

A mi segunda familia

Mis amigos, gracias por todos sus ánimos y por darse el tiempo de ayudarme cada vez que pudieron. Sobre todo a mi querida amiga Keyla Álvarez quien no se detiene ante nada por ir en busca de sus sueños.

A mi asesor

El ingeniero Sady García, quien me brindado parte de su valioso tiempo para llevar a cabo este trabajo.

A mi enamorado

Manuel gracias por tu paciencia!

A la empresa Finka SAC

Gracias por ayudarme a alcanzar mis objetivos profesionales y permitirme poner en práctica todo lo aprendido en la universidad.

A la empresa Leili

Gracias por depositar tanta confianza en mí, cada vez me sorprende y admiro más su cultura de respeto y lealtad.

# ÍNDICE

I.	Introducción.....	1
II.	Revisión bibliográfica.....	2
	2.1. Mercado de biofertilizantes en el Perú: .....	2
	2.2 Especies más conocidas .....	4
	2.2.1 <i>Ascophyllum nodosum</i> :.....	4
	2.2.2 <i>Sargassum</i> sp: .....	4
	2.2.3 <i>Laminaria</i> sp: .....	4
	2.2.4 <i>Ecklonia maxima</i> : .....	4
	2.3 Uso de algas en la agricultura .....	6
	2.4 Biología de las algas marinas .....	6
	2.5 Composición de las lagas marinas .....	7
	2.5.1 Hormonas vegetales: .....	7
	2.5.2. Ácido algínico: .....	8
	2.5.3 Betainas:.....	8
	2.5.4. Manitol .....	9
	2.6 Métodos de extracción .....	9
	2.6.1 Métodos físicos.....	9
	2.6.2 Métodos químicos.....	10
	2.6.3 Hidrolisis enzimática.....	10
	2.7 Patente de extracción.....	10
III.	Nuevos productos desarrollados en base a algas marinas. ....	12
	3.1 Alga 600® .....	12
	3.2 Alga 300®: .....	12
	3.3 Algasoil®: .....	12
I.	Desarrollo.....	14
	4.1 Trabajos en campo.....	14
	4.1.1 Uva de mesa Cv. Red Globe .....	14
	4.1.2 Cebolla.....	16
	4.1.3 Arroz.....	17
	4.1.5 Nogales: .....	18
	4.1.6 Arándano.....	19
	4.1.7 Trigo .....	21

<b>4.1.8 Maíz</b> .....	21
<b>II. Conclusiones</b> .....	23
<b>III. Recomendaciones</b> .....	24
<b>IV. Referencias bibliográficas</b> .....	25
<b>V. Anexos</b> .....	26

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Comportamiento del mercado en los últimos cinco años .....	2
<b>Figura 2:</b> Pirenoide. ....	7
<b>Figura 3:</b> Efecto de las betaínas.....	9
<b>Figura 4:</b> Diagrama del método de extracción del Grupo Leili.....	11
<b>Figura 5:</b> Distribución del calibre de las bayas. ....	15
<b>Figura 6:</b> Uso de algas en la preparación del terreno para cebolla.....	16
<b>Figura 7:</b> Rendimiento de arroz. ....	17
<b>Figura 8:</b> Cosecha del cultivo de nogal .....	19
<b>Figura 9:</b> Arandano. ....	20
<b>Figura 10:</b> Comparación de espigas de trigo.....	21
<b>Figura 11:</b> Comparacion de mazorcas .....	22
<b>Figura 12:</b> Mazorca con Alga 600®.....	22

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Principales países de origen de las importaciones de extractos de algas marinas en el Perú. ....	3
<b>Tabla 2:</b> Principales empresas importadoras de derivados de algas marinas .....	3
<b>Tabla 3:</b> Productos comercializados .....	5
<b>Tabla 4:</b> Composición química con el método de extracción del grupo Leili.....	10
<b>Tabla 5:</b> Composición química del Alga 600®, Alga 300®, Algasoil® .....	13
<b>Tabla 6:</b> Rendimiento en el cultivo de nogales con el uso de Alga 600®.....	18

## RESUMEN

Los extractos de algas marinas son insumos cada vez más importantes en la agricultura en el Perú, debido al incremento de la superficie bajo agricultura orgánica así como a la reducción del uso de agroquímicos en la agricultura convencional para minimizar la presencia de residuos. El presente trabajo monográfico busca informar sobre las tendencias del mercado de los biofertilizantes a base de algas marinas, el cual se incrementa anualmente ya que cada vez son más empresas las que invierten en estos productos.

Después de procesar 2000 datos del programa de importaciones Veritrade, procedentes de la partida 3101009000 “Los demás abonos de origen animal o vegetal mezclados entre sí o tratados químicamente” de los últimos cinco años, se separó los productos a base de extractos de algas puros de los que no cumplían con en esta definición. Luego se investigó las empresas que traen este tipo de productos, de donde lo importan y los nombres comerciales que se usan en este país.

El avance de la tecnología y la constante investigación en las algas marinas como materia prima, ha permitido desarrollar nuevos biofertilizantes con concentraciones más elevadas de hormonas vegetales ácido algínico y manitol. A través de los ensayos realizados con los tres productos mencionados en este trabajo se concluye que el uso de biofertilizantes de algas marinas en los momentos críticos de cada cultivo, promueve el correcto balance hormonal, aumentando el rendimiento y mejorando la calidad de las cosechas.

Entre otros de los beneficios que proveen estos biofertilizantes podemos destacar: ayudan a superar el estrés por trasplante, aumentan la uniformidad y el vigor de la germinación, incrementan el número de pelos absorbentes del sistema radical, aceleran el brotamiento, incrementan el calibre de los frutos, promueven la diferenciación y división celular sin riesgo a desordenes fisiológicos, aumentan la viabilidad de los órganos florales y frutos evitando su caída, mejoran la absorción de nutrientes del suelo, permiten la recuperación más rápida de los cultivos ante factores abióticos adversos, es y proporcionan resistencia a plagas y enfermedades.

## I. INTRODUCCIÓN

Los primeros fertilizantes a base de algas marinas fueron fabricados en Gran Bretaña en el siglo XVI. Después de un tiempo, agricultores japoneses y canadienses comenzaron a usarlo también, con excelentes resultados. En 1979, dos biólogos marinos y un ingeniero mecánico descubrieron niveles altos de protohormonas presentes en las células del alga marina fresca *Ecklonia máxima*. En la actualidad existen varios tipos de algas a partir de las cuales se obtienen bioestimulantes, entre ellas el alga marina noruega *Ascophyllum nodosum*, la cual se recoge fuera de las costas de Inglaterra, Irlanda, Noruega. *Sargassum* sp se encuentra fuera de la costa de Carolina del Norte y kelp (*Macrocystis gigante*) encontrada en el noroeste del pacífico de Estados Unidos. La producción e investigación de este tipo de fertilizantes disminuyó con la comercialización de los fertilizantes sintéticos. Sin embargo, en la actualidad hay un creciente interés en el uso de bioestimulantes a base de algas marinas por las ventajas y efectividad que se ha demostrado en campo.

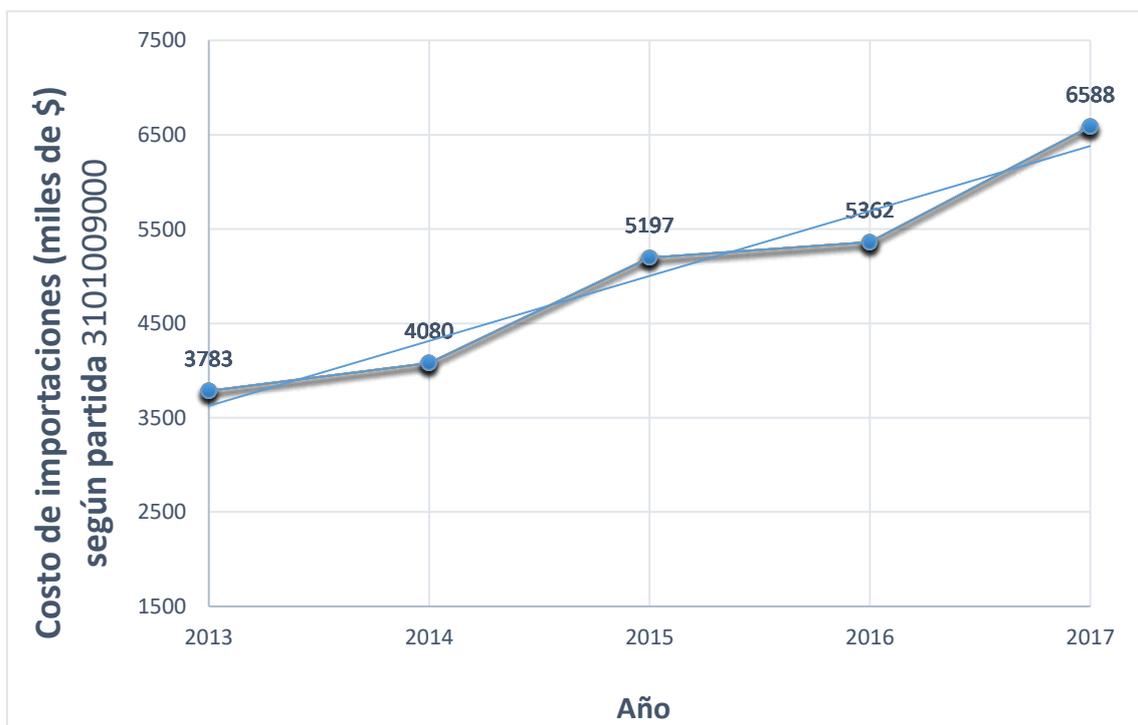
Las algas marinas más frecuentemente empleadas en la elaboración de los extractos son las denominadas algas pardas. En ellas se encuentran: *Sargassum* sp., *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria* sp., *Fucus* sp., *Macrocystis pyrifera*, *Ecklonia máxima* y *Durvillea* sp.

La tendencia de consumo de biofertilizantes del mercado peruano es creciente. Los principales cultivos con mayor uso de los bioestimulantes son: banano orgánico (167 000 ha), palto (40 000 ha), vid de mesa (18 000 ha), tomate (6 000), arándano (6 000 ha), entre otros. Estos cultivos representan un amplio mercado potencial para los bioestimulantes.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Mercado de biofertilizantes en el Perú:

El mercado de biofertilizantes en el Perú es un nicho aun por explorar. Durante los últimos cinco años, la demanda de estos productos se ha incrementado debido a la tendencia del mercado hacia una agricultura sostenible (Figura 1). El monto del 2017 es un dato aproximado hasta diciembre del presente año.



**Figura 1:** Comportamiento del mercado en los últimos cinco años

Fuente: Adex Data Trade, 2017.

La tendencia del mercado de importaciones, tuvo un incremento significativo el año 2015, siguiendo esta línea en los años sucesivos.

En el cuadro 1 se presentan los principales países de donde se importan estos productos, como se puede observar el volumen total está repartido equitativamente entre cinco países (Italia, Chile, China, México, España), sin embargo, la mayoría de estos compran directamente desde China (Cui Jia, comunicación personal) para comercializar como marca propia.

**Tabla 1: Principales países de origen de las importaciones de extractos de algas marinas en el Perú.**

<b>País</b>	<b>Volumen (%)</b>
Italia	20.3
Chile	18.2
China	16.4
México	16.4
España	16.4
Otros	11.7

Fuente: Adex Data Trade, 2017

**Tabla 2: Principales empresas importadoras de derivados de algas marinas**

<b>Empresa</b>	<b>Volumen (%)</b>
Finka S.A.C.	14.1
Química Suiza Industrial	8.6
Agroklinge S.A.	8.3
Hortus S.A.	6.4
Desarrollo técnico vegetal	6.1
Otros	56.3

Fuente: Adex Data Trade, 2017

Existen diversas empresas en el mercado que importan y comercializan estos productos. La empresa Finka SAC, dentro de los importadores maneja el 14.14 % de las importaciones a nivel nacional. Siendo el mayor importador del mercado nacional. La empresa Química Suiza Industrial del Perú S.A es la segunda importadora del mercado con un porcentaje de 8.68 %.

## **2.2 Especies de algas marinas empleadas en la elaboración de extractos**

### **2.2.1 *Ascophyllum nodosum*:**

Es el alga parda más conocida y comercial como materia prima para la fabricación de fertilizantes, consumo animal y humano. Tiene un crecimiento muy lento, 0.5 % por día, y puede vivir entre 10 y 15 años. Se encuentra en zonas rocosas a orillas de la costa.

### **2.2.2 *Sargassum* sp:**

Alga parda con un ciclo de vida muy rápido, puede llegar a crecer cuatro metros en seis meses. Por sus altos contenidos de ácido algínico, fitohormonas y proteínas, su uso en la agricultura se hace cada vez más conocido por los agricultores.

### **2.2.3 *Laminaria* sp:**

Alga parda caracterizada por láminas largas y grandes. Su principal uso es para la producción de cloruro de potasio e yodo.

### **2.2.4 *Ecklonia maxima*:**

Alga parda gigante. Su contenido de ácido indolacético puede llegar a ser hasta 300 mayor que el de otras algas, por lo que se usa como fuente de auxinas.

**Tabla 3: Productos comercializados**

<b>Nombre comercial</b>	<b>Materia prima</b>	<b>Empresa comercializadora</b>
Algatop	<i>Ascophyllum nodosum</i>	Agritop S.A.C.
Seaweed cream	<i>A. nodosum</i>	Alabama S.A.
SM-6	<i>A. nodosum</i>	Plymag
Lamixalg	<i>A. nodosum</i> y <i>Laminaria</i> sp	Prohass
Algea fert	<i>Ascophyllum nodosum</i>	Chacra sana S.A.C.
Algachem	<i>Ascophyllum nodosum</i>	Chemie S.A.
Phylgreen	<i>Ascophyllum nodosum</i>	Tradecorp
Alga 300	<i>Sargassum</i> sp.	Finka S.A.C
Alga 600	<i>Sargassum</i> sp.	Finka S.A.C
	<i>Sargassum</i> sp., <i>A. nodosum</i> , <i>Laminaria</i>	
Algasoil	sp.	Finka S.A.C
Phyllum	<i>A. nodosum</i>	Hortus S.A
		Perú productos agrícolas
Accion plus	No especifica	S.A.C.
Algamar	No especifica	Silcrop

---

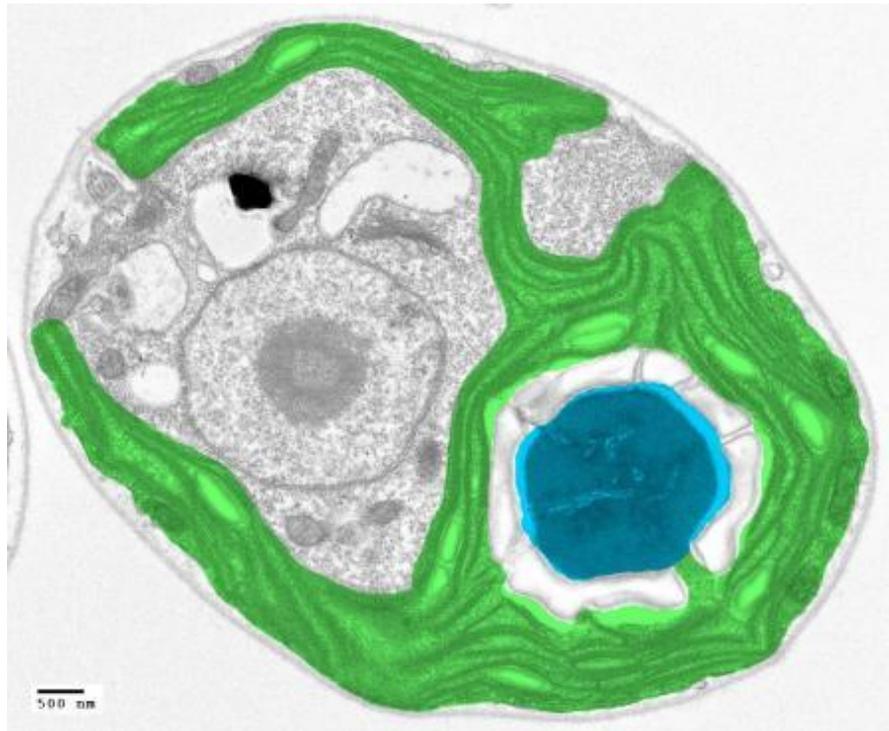
Elaboración propia

### **2.3 Uso de algas en la agricultura**

En la utilización de algas como fertilizante, el uso de extractos líquidos es un sector en crecimiento, ya que diversos formulados, tienen efectos bioestimulantes e insectífugos, siendo aptos, además, para la agricultura ecológica. Algunos de ellos pueden aplicarse directamente a las plantas o aportarse a través del riego en la zona de las raíces o cerca de ellas. Varios estudios científicos han demostrado que estos productos pueden ser eficaces y actualmente tienen una amplia aceptación en la industria hortícola. Producen mayores rendimientos, mayor absorción de los nutrientes del suelo, mayor resistencia a algunas plagas. Una mejor germinación de la semilla y mayor resistencia a las heladas y a distintas situaciones adversas. Desde 2003 se ha experimentado a escala comercial resultados muy significativos de los extractos de algas. La acción de estos, se debe al efecto combinado de la diversidad de un tipo especial de azúcares presentes en las paredes celulares de las algas (oligosacáridos) empleadas en su fabricación, que actúan como gancho en los procesos que desencadenan los mecanismos de defensa e inmunitarios de las plantas terrestres. La activación del sistema inmunitario de los cultivos tratados genera mayores producciones, de mayor calidad y más resistentes a enfermedades y al estrés ambiental.

### **2.4 Biología de las algas marinas**

Las algas al crecer en un ambiente adverso: al fondo del océano, bajas temperaturas y carente de luz solar, han evolucionado en su estructura una masa de origen proteico llamado pirenoide. El pirenoide concentra grandes cantidades de la enzima rubisco, mejorando de esta manera la velocidad y eficiencia de la acción de la enzima, la cual está encargada de fijar el carbono atmosférico y convertirlo en carbono orgánico. Al incluir productos a base de extractos de algas en el plan de fertilización de los cultivos, estamos potenciando el metabolismo de la planta, aumentando su capacidad de fijación de carbono y por lo tanto promoviendo el correcto funcionamiento interno. El correcto uso de los bioestimulantes a base de algas marinas podría aumentar la producción entre 40 y 60 %. (Mackinder luke *et al*; 2016).



**Figura 2:** Pirenoide. Imagen por microscopía electrónica de falso color. El pirenoide (azul) es visto en una sección transversal de una célula de alga, se encuentra dentro del cloroplasto (verde). Imagen de Moritz Meyer.

Los concentrados de algas marinas contienen 27 sustancias naturales con efectos similares a las hormonas vegetales; agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol; contienen vitaminas, compuestos biocidas y alrededor de 5000 enzimas (Crouch y Van Standen, 1992) lo cual lo convierte en el complejo enzimático natural más completo.

## 2.5 Composición de las algas marinas

### 2.5.1 Hormonas vegetales:

Según estudios, los concentrados de algas marinas contienen sustancias a base de reguladores de crecimiento. Además, el amplio rango de respuestas al crecimiento inducidas por esta clase de productos implica la presencia de más de un grupo de sustancias/hormonas promotoras del crecimiento. Se han detectado citoquininas en algas marinas frescas y procesadas. Las citoquininas presentes en formulaciones de algas marinas incluyen trans-zeatina, trans-zeatina ribósido, y dihidro derivado de estas dos formas. La cromatografía líquida/espectrometría de masas analiza 31 especies representadas en varios grupos. También son ricas en

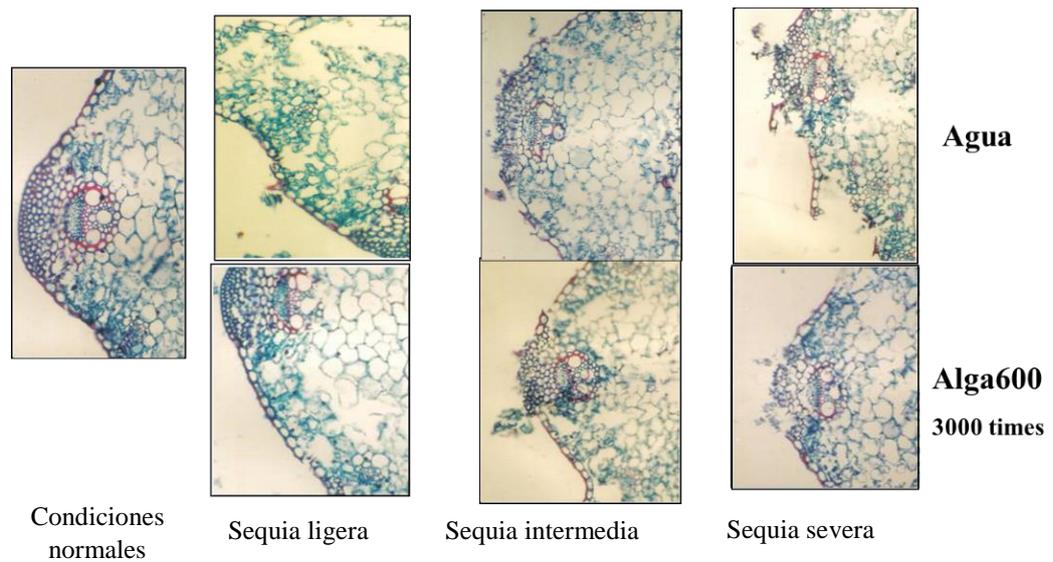
auxinas y componentes parecidos a las auxinas. El extracto de *A. nodosum* tiene un alto contenido de ácido indolacético 50 mg/kg de peso seco del extracto. Del mismo modo, un extracto de *Ecklonia máxima* mostro una notable actividad promotora de raíces en frijol (Wajahatullah *et al.*, 2009).

### **2.5.2. Ácido algínico:**

El ácido algínico es propio de la pared celular de las algas marinas. El ácido algínico en el suelo se fusiona con los metales libres y forman estructuras de gran peso molecular, las cuales retienen la humedad y mejoran la estructura del suelo. Además, aumentan la porosidad y potencian la actividad microbiana. (Wajahatullah *et al.*, 2009)

### **2.5.3 Betaínas:**

En plantas, las betaínas sirven como un soluto compatible que alivia el estrés por osmosis inducido por salinidad y sequía, sin embargo, se han sugerido otros roles tales como mejorar el contenido de clorofila en las plantas. Este incremento en el contenido de clorofila puede ser debido a la disminución del proceso de degradación de esta. Los efectos de mejora en el rendimiento se deben al aumento en el contenido de clorofila en las hojas de varios cultivos, los cuales han sido atribuidos a las betaínas presentes en las algas marinas. Se ha indicado que la betaína puede trabajar como una fuente de nitrógeno cuando es proporcionado en bajas concentraciones y sirve como un osmolito a altas concentraciones (Wajahatullah *et al.*, 2009).



**Figura 3:** Efecto de las betaínas. La respuesta de la célula de una hoja a diferentes niveles de estrés hídrico, aumentado 3000 veces. Colaboración de LEILI MARINE BIOTECH

#### 2.5.4. Manitol

El manitol es un polialcohol que actúa como antioxidante atrapando los radicales libres y especies reactivas del oxígeno, impidiendo que se metabolicen en la planta lo cual prolonga la vida productiva de los cultivos. También ayuda a quelatar los nutrientes.

### 2.6 Métodos de extracción

Las más usadas para los extractos generalmente son las denominadas algas pardas. Todas ellas, para su posterior utilización, son cosechadas en fresco sin arrancarlas de las praderas de algas costeras, las algas son lavadas, cortadas, secadas y molidas para ser utilizadas en los procesos de extracción industrial. Por tanto, son un recurso renovable ya que se cosechan para esperar su nuevo crecimiento. Los métodos de extracción son: métodos físicos, químicos y por hidrólisis enzimática.

#### 2.6.1 Métodos físicos

Estos incluyen la trituración y el prensado. En estos procesos destructivos no hay ataques químicos; sin embargo, se llega a perder algunas características y propiedades de las algas marinas.

### 2.6.2 Métodos químicos

Por los métodos químicos las algas son atacadas generalmente por una base fuerte (KOH) y se extraen todos los componentes solubles en ese medio, es posible que en estos procesos se puedan perder algunas de las propiedades de las algas marinas.

### 2.6.3 Hidrolisis enzimática

Este método se produce mediante un grupo de enzimas llamadas hidrolasas. Estas enzimas ejercen un efecto catalítico hidrolizante, es decir, producen la ruptura de enlaces por agua. Este es un proceso lento, pero no destructivo. Además, mantiene las características y propiedades de las algas marinas. Es por ello que es considerado el mejor método de extracción.

### 2.7 Patente de extracción

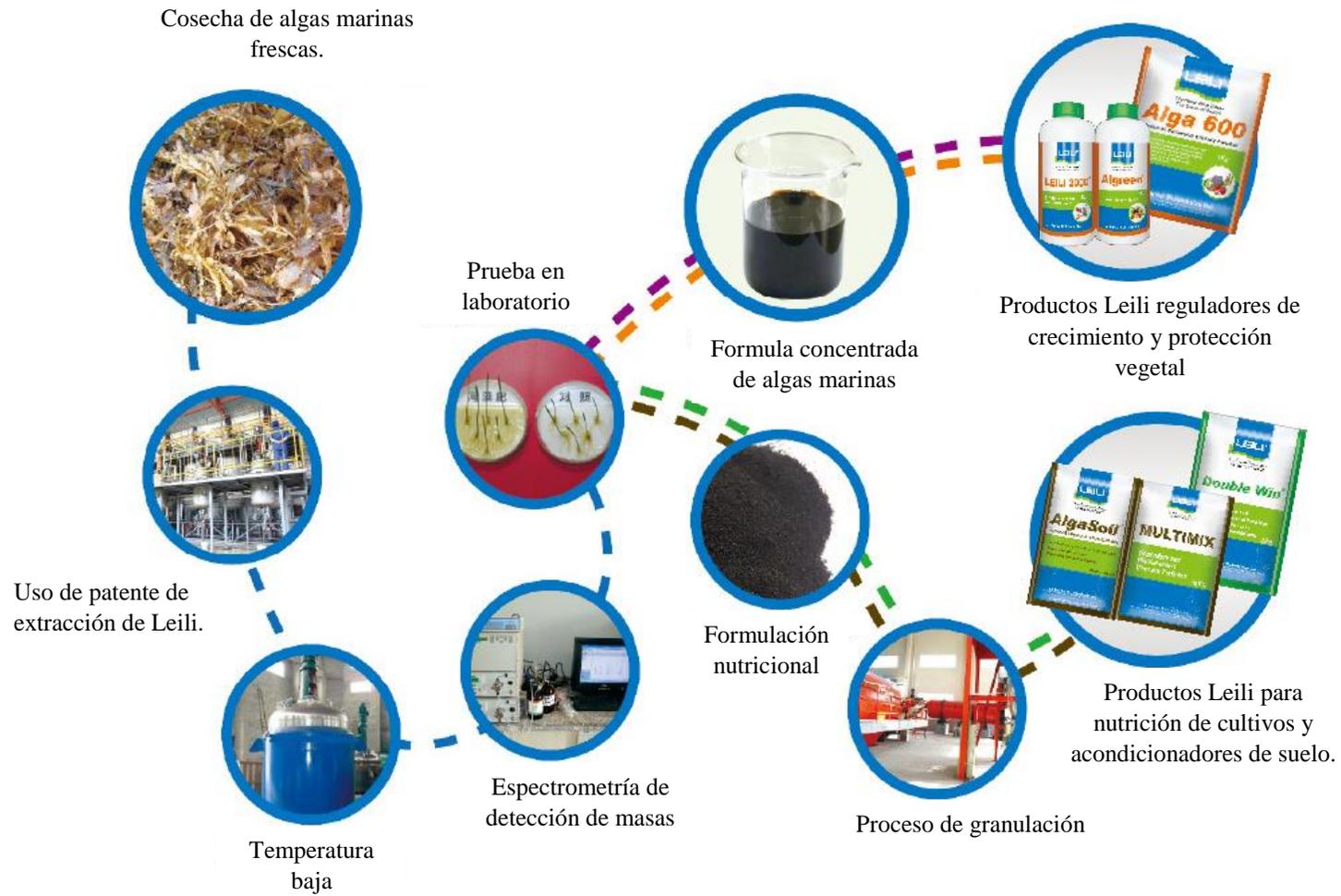
El reconocimiento mundial de los productos del grupo LEILI se debe a la tecnología avanzada que poseen. Todos sus procedimientos se realizan por hidrolisis enzimática utilizando una patente de extracción que consiste en la extracción de una enzima del alga *Laminaria* sp., la cual participa activamente en la hidrólisis de la materia prima que estén usando, por lo general es el alga *Sargassum* sp. Esta técnica asegura obtención de todos los componentes activos de las algas marinas y los mantiene físicamente efectivos para su uso en campo.

**Tabla 4: Composición química con el método de extracción del grupo Leili**

	Extracción química	Tecnología Leili
Ácido algínicos	3 - 5 %	10 – 20 %
Hormonas vegetales	100- 150 ppm	400 – 600 ppm
Manitol	2 – 3 %	3 – 5 %
Betaínas	5 – 6 %	8 – 10 %

Comparativo del contenido de fitohormonas en el producto ALGA 600<sup>®</sup>. Elaboración de LEILI MARINE BIOTECH.

## Proceso de producción



**Figura 4:** Diagrama del método de extracción del Grupo Leili.

### **III. Nuevos productos desarrollados en base a algas marinas**

#### **3.1 Alga 600®**

Es un bioestimulante en polvo soluble anti estresante, 100% concentrado de algas marinas, obtenido por hidrólisis enzimática, proceso de extracción que no altera las propiedades benéficas de estas. Previene el estrés y favorece el crecimiento y la productividad de los cultivos cuando estos son afectados por distintas condiciones adversas (sequia, inundaciones, heladas, salinidad, plagas y enfermedades, etc.)

#### **3.2 Alga 300®:**

Es un nutriente bioestimulante líquido en base a concentrado de algas marinas, cuyo contenido de nutrientes minerales, polisacáridos, ácido algínico, manitol, promotores de crecimiento vegetal, aminoácidos y materias orgánicas, en solución completa y balanceada ha sido desarrollada para promover el metabolismo, crecimiento y la productividad de los cultivos. Estimula el crecimiento de la planta, incrementa la floración y el cuajado de frutos; asimismo uniformiza el crecimiento y calibre de estos, además de aumentar el rendimiento.

#### **3.3 Algasoil®:**

Es un acondicionador orgánico de suelos, nutriente bioestimulante granulado, compuesto de algas marinas y materia orgánica que contribuye al crecimiento vigoroso de nuevas raíces, logrando el desarrollo de plantas sanas y productivas además de proveer todos los nutrientes esenciales para el óptimo desarrollo de los cultivos. Mejora la estructura del suelo, promoviendo el intercambio catiónico y disminuyendo la pérdida de nutrientes por lixiviación creando el medio adecuado para el desarrollo de microorganismos eficientes debido a su alto contenido de materia orgánica.

#### **Registros orgánicos:**

Referencia Atestación para NOP: 7950CN1500nVIII

Referencia Atestación para CE: 7950CN1500nVII

**Tabla 5: Composición química del Alga 600®, Alga 300®, Algasoil®**

<b>Composición química</b>	<b>Alga 600®</b>	<b>Alga 300®</b>	<b>Algasoil ®</b>
N	1.0 %	1.5 g/L	2.0 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	75.0 g/L	2.0 %
K <sub>2</sub> O	20.0 %	150.0 g/L	2.0 %
Ca	-	-	3.0 %
Mg	-	-	3.0 %
Materia orgánica	-	90.0 g/L	45.0 %
Granulado de algas	-	-	55.0 %
Aminoácidos	6.0 %	-	-
Manitol	5.0 %	-	-
Ácido algínicos	15.0 %	40.0 g/L	10.0 %
Promotores hormonales	660 ppm	300 ppm	-

Fuente: Leili Marine Biotech

Elaboración: Propia

## **IV. Desarrollo**

### **4.1 Trabajos en campo**

#### **4.1.1 Uva de mesa Cv. Red Globe**

De setiembre a diciembre del 2012, se realizó un ensayo con el producto Alga 300<sup>®</sup> en la empresa Agrofrutos Export SRL en la región Piura. Se realizaron cuatro aplicaciones foliares en 4 momentos:

- Primer brote de 5 cm a 7 cm
- Segundo brote de 20 cm a 25 cm
- Tercer después del penduleo
- Cuarto baya de 4mm a 6 mm

La dosis aplicada en cada uno de los momentos fue de 0.25 L/200 L de agua. Los resultados fueron los siguientes: incrementó de 20 % más del peso del racimo a comparación del testigo; homogeneidad de calibres de baya de mayor tamaño en los racimos del tratamiento. Retorno económico de un 39 %.

Según la bibliografía, el 20 % de incremento del peso del racimo, está estrechamente relacionado con un mayor calibre de bayas y un mayor rendimiento (Traub 2000, Chile). El uso de bioestimulantes logra un mayor crecimiento de brotes, aumento de producción. Conclusiones: el uso frecuente de Alga 300<sup>®</sup> en etapas de desarrollo vegetativo y reproductivo, asegura el rendimiento y calidad de la uva de mesa. También reduce el descarte y previene los desórdenes fisiológicos.

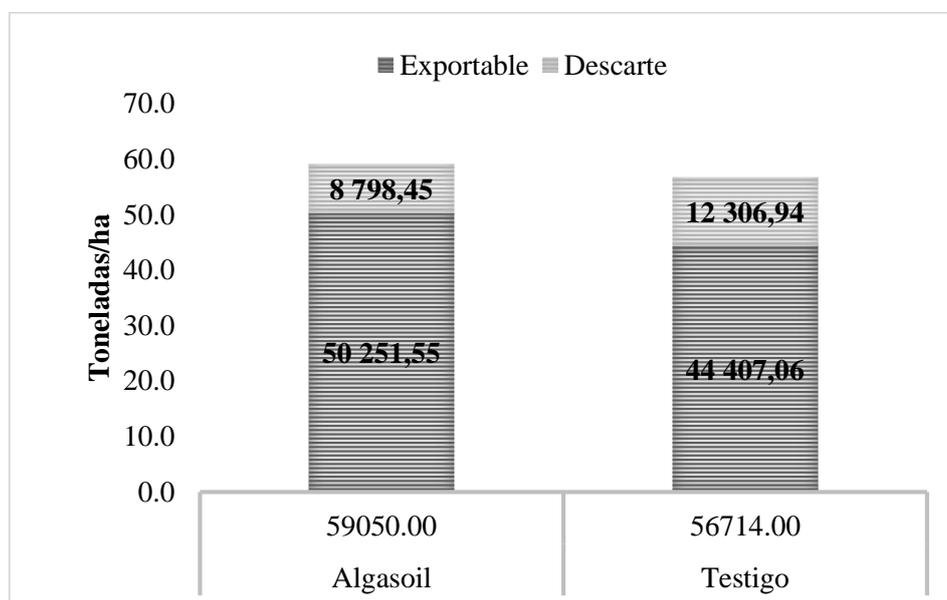


**Figura 5:** Distribución del calibre de las bayas en el tratamiento (arriba)  
distribución de las bayas en el testigo (abajo)

#### 4.1.2 Cebolla

Desde junio a setiembre del 2016, se llevó a cabo un ensayo en el cultivo de cebolla var. Rapsodia, suelo arenoso, en la empresa agroindustrial Novoliz en la región Ica. Se tuvo un tratamiento T1:300 kg de ALGASOIL® junto a estiércol vacuno (13 t/ha) y T2: Estiércol vacuno (13 t/ha). Momento de aplicación, preparación del terreno.

Resultados: Rendimiento Tratamiento T1 59 050 t/ha; Tratamiento T2: 56,714 t/ha. Como parámetro adicional de evaluación el Tratamiento T1 obtuvo mayor cantidad de cebollas de calibre colosal (59 %), jumbo (17.44 %), médium (2.06 %) y un descarte menor a (68.66 %) frente al tratamiento T2.



**Figura 6:** Uso de algas en la preparación del terreno para cebolla

Fuente: Area técnica Finka SAC

Elaboracion: Gavidia, 2017

Según la bibliografía el uso de algas en la preparación del terreno, aumenta la absorción de nutrientes y una mejor calidad y un tamaño uniforme de cebolla. Leili, research Department, China-Beijing, 2012.

Conclusiones: al aplicar 300 kg de Algasoil en simultaneo con estiércol generó un incremento del rendimiento en 4.1 % y aumento el volumen en todas las categorías de exportación generando mayores ingresos.

### 4.1.3 Arroz

En febrero del 2016, se realizó un ensayo en arroz en la región Lambayeque. Se realizaron dos aplicaciones de Algasoil®:

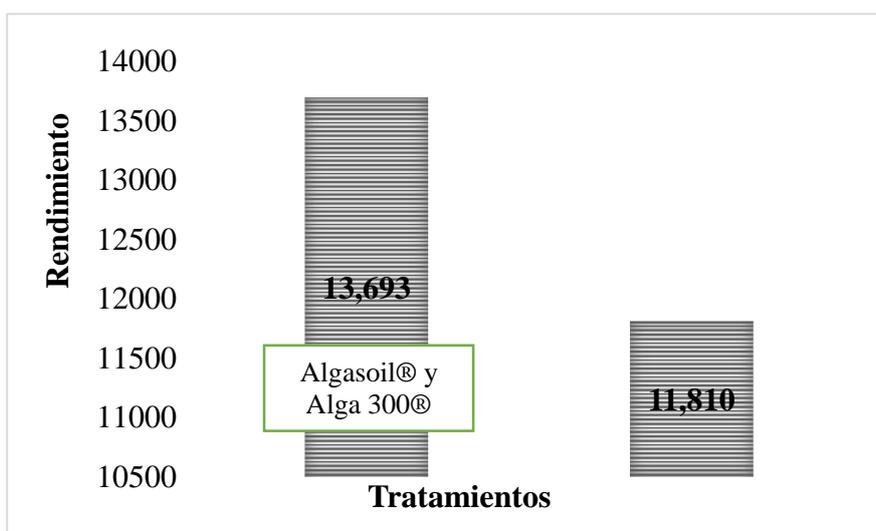
- 1era: 80 kg/ha al inicio de campaña
- 2da: 80 kg/ha a los 14 días siguientes

Además, se aplicó de forma foliar el producto Alga 300® a una dosis de 0.3 L/200 L de agua, en tres momentos:

- 1ero: Inicio de campaña
- 2do: A los 15 días después de la primera aplicación
- 3ero: punto de algodón

Resultados: Con Algasoil y Alga 300 el rendimiento del tratamiento fue de 13693 kg/ha, en tanto que el testigo obtuvo 11810 kg/ha.

Según la bibliografía la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de arroz, no mostro significancia en las variables agronómicas evaluadas (rendimientos, numero de macollos y numero de panículas). Rodríguez (2013). Conclusiones: con la aplicación de ALGASOIL y ALGA 300 en distintos momentos hubo un incremento de rendimiento de 15.4 % frente al testigo.



**Figura 7:** Rendimiento de arroz con tratamiento de Algasoil® y Alga 300® vs el testigo.

#### 4.1.4 Pastos:

En el año 2014, en Costa Rica, en suelos franco arcilloso, se realizó un ensayo para aumentar el rendimiento y calidad de pastos para vacuno Tratamientos T1:Algasoil® y NPK, las dosis aplicadas fueron 1:1 y T2: NPK

Resultados, Los rendimientos de ambos tratamientos fueron T1: 27,8 t/ha y el tratamiento T2: 19 t/ha, En porcentaje de proteína el tratamiento obtuvo un 15.79% mientras que el testigo tuvo 12.86%.

Según la bibliografía, el uso de Algasoil® en simultaneo con fertilizantes NPK, lograrían un incremento de 46.31% frente al testigo T2.

Conclusiones: para mayores rendimientos en pastos el uso de Algasoil® y NPK, logran un mayor rendimiento del cultivo.

#### 4.1.5 Nogales:

Ensayo realizado en la provincia de Linderos en la región Metropolitana de Santiago, Chile. Se aplicó el producto Alga 600® a la dosis de T1: 1kg/ha. via sistema de riego en dos momentos: al inicio de brotación y cinco días después de la primera aplicación. Se obtuvo como resultado un rendimiento de T1: 9740 kg/ha en el área del tratamiento y T2: 8000 kg/ha testigo. También se obtuvo un 9 % de calibres más grandes con el tratamiento T1: Alga 600®.

**Tabla 6: Rendimiento en el cultivo de nogales con el uso de Alga 600®**

Tratamiento	Rendimiento	
	kg por árbol	kg/ha
Alga 600®	23,4	9 748,6
Testigo	19,2	8 000,1



**Figura 8:** Cosecha del cultivo de nogal

#### **4.1.6 Arándano**

El 2014 en Columbia Británica, Canadá. Se hicieron ocho aplicaciones foliares de 2.5 L/ha Alga 300® en los siguientes momentos: prefloración, 10% de flor abierta, 75% de flor abierta, fruto verde, en cambio de color (color salmón), al terminar la cosecha, a los siete días de la última aplicación y una repetición siete días después para asegurar diferenciación celular.

Resultados: En el área tratada se obtuvo 1 680.5 kg/ha mientras que en el área testigo se obtuvo 1 344,9 kg/ha.

Discusión: las ocho aplicaciones realizadas, buscaban generar un incremento significativo en el rendimiento del cultivo de arándano.

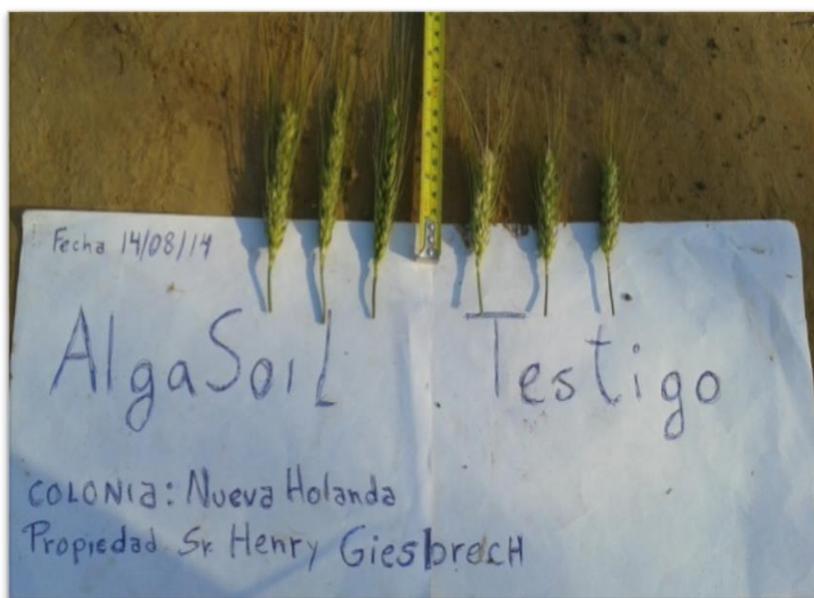
Conclusiones: las aplicaciones de Alga 300® lograron un incremento del rendimiento de 24.95% frente al testigo. El uso de Alga 300®, genera una mayor floración y cuaje de frutos.



**Figura 9:** Arriba: foto de arándano en verde, abajo: arándano en cambio de color, es cuando se le dice que esta de color salmón.

#### 4.1.7 Trigo

El siguiente ensayo se realizó en el 2014 en el cultivo de trigo en la zona de Nueva Holanda en Bolivia. El ensayo consistió en la aplicación al voleo del producto Algasoil® a una dosis de 50 kg/ha. El momento de aplicación fue 20 días después de la siembra. Se obtuvo como resultado espigas más conformadas y el rendimiento del área tratada al 13 % de humedad fue de 2337 kg/ha y el del testigo fue de 1898 kg/ha.



**Figura 10:** Comparación de espigas de trigo del tratamiento con Algasoil® y el testigo.

#### 4.1.8 Maíz

El siguiente ensayo se hizo en maíz amarillo duro con el producto Alga 600® se aplicó a una dosis de 1kg/ha. a los 15 días después de la siembra. Como resultado se obtuvo mazorcas de mayor tamaño y de hileras completas, el rendimiento del área tratada fue de 9 300 kg/ha. Y del testigo fue de 5 560 kg/ha.



**Figura 12:** La mazorca de la izquierda pertenece al testigo y la de la derecha al tratamiento con Alga 600®



**Figura 11:** Mazorca del tratamiento con hileras completas y granos bien conformados

## V. Conclusiones

El Perú es un mercado potencial muy grande para los bioestimulantes en base a algas marinas debido su diversidad de cultivos. Esto se ve reflejado en el incremento de importaciones en los últimos años. Es de esperar que este incremento continúe debido a las exigencias de residuo cero en los productos de agroexportación.

En corto tiempo el desarrollo de biofertilizantes más concentrados y eficientes será necesario tanto para la agricultura orgánica como para la convencional.

Los concentrados de algas marinas, tienen una alta concentración de hormonas vegetales, las cuales promueven el correcto balance hormonal dentro de la planta, lo cual se refleja en etapas fenológicas bien marcadas y la alta productividad de los cultivos.

El uso de Alga 600® ayuda a prevenir el estrés por factores abióticos, por el alto nivel de betaínas y ácido algínico que posee. Promueve el desarrollo vigoroso de plantas recién instaladas en campo definitivo.

El uso de Alga 300® incentiva la diferenciación y división celular sobretodo en etapas reproductivas del cultivo, aumenta el número de flores viables y evita la caída de estas y de frutos recién cuajados.

El uso de Algasoil® ayuda a la estructura del suelo por su contenido de ácido algínico y actúa como un quelatante de la fertilización convencional, los nutrientes son absorbidos de manera más eficiente y en mayor cantidad por la planta.

## **VI. Recomendaciones**

Diferenciar bien los términos antiestrés y desestrés. Esta clase de productos a base de algas marinas son productos antiestresantes debido a su composición química ayuda a la planta a sobrellevar cualquier tipo de estrés en cambio otra clase de bioestimulantes como los aminoácidos son desestresantes porque recuperan a la planta una vez que el daño (biótico o abiótico) se ha presentado en campo y ya causo una merma en la producción.

Se recomienda el uso de Alga 600® por sistema de riego en cada etapa crítica del cultivo, como trasplante, floración y cuajado para asegurar un balance hormonal óptimo. Se recomienda usar una dosis de uno a dos kg/ha.

El uso de Alga 600® también sirve para combatir los daños por temperaturas extremas como son las heladas en la sierra de nuestro país.

Aplicar Algasoil® en la preparación de terreno como fertilizante de fondo o en compañía de fertilizantes granulados o materia orgánica. Para etapas ya avanzadas se puede aplicar en puyado .Potencia la fertilización y promueve a un mayor número de raíces.

Aplicar Alga 300® para todas las etapas de floración, desde preflor hasta llenado de fruto, se recomienda una dosis de 2L/ha.

Para reconocer la calidad de un producto a base de algas marinas es necesario exigir el porcentaje de ácidos algínicos del producto. Este componente es propio de la pared celular de las algas marinas y debería estar descrito en la etiqueta.

## VII. Referencias bibliográficas

Carnegies L.M. (2016). *How algae can save plants from themselves*. Recuperado el 16 de junio del 2016 de <https://carnegiescience.edu/news/how-algae-could-save-plants-themselves>.

Khan, W. Rayirath, U., Subramanian, S., Jithesh, M., Rayorath, P., Hodges, M., Critchley, A., Craigie, J., Norrie, J., Prithiviraj, B. (2009), Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development, *Journal of Plant Growth Regulators*

Ghosh, A., Brahmachari, K., Pramanick, B., Chaudhary, D., Gopalakrishnan, V. (2001). Seaweed as a biofertilizer *Journal of Scientific & Industrial Research*. vol. 60, pp 378-382.

Blunden G (1977) *Cytokinin Activity of Seaweed Extracts*. *Marine Natural Products Chemistry*. Plenum Publishing Co., New York, 337–350.

Canales, Benito (2000), *Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos*, México.

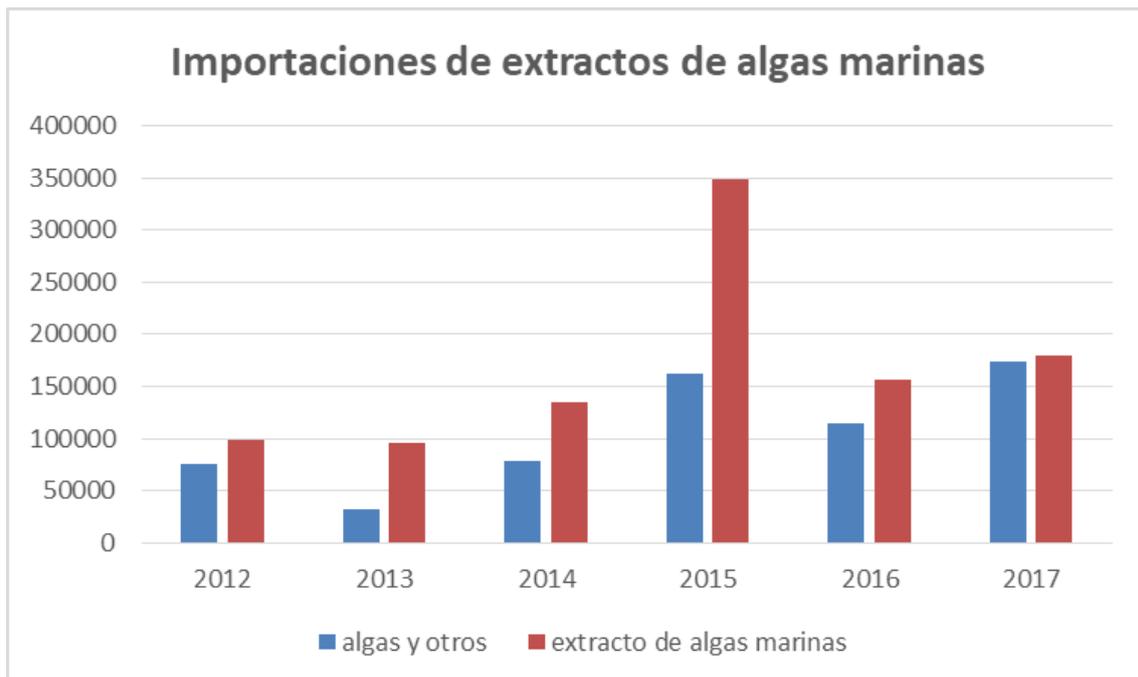
Dismukes G, Klimov V., Baranov S., Kozlov Yu, Dasgupta J y Turshikin A. (2001), *The origin of atmospheric oxygen on earth: The innovation of oxygenic photosynthesis*. Recuperado el 5 de setiembre del 2017 de <http://www.pnas.org/content/98/5/2170>

Rodríguez Barrera, Romny Ricardo (2013). Efecto de la aplicación de siete niveles de extractos de algas marinas sobre las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) (Tesis de bachillerato)

Traub C, Cristobal Alejandro (2000), *Efectos del bioestimulante profert en vid vinífera cv. Chardonnay*. Recuperado el 13 de setiembre de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CL2002000183>

## VIII. Anexos

ANEXO 1. Evolución de las exportaciones de los productos orgánicos desde el 2012 al 2016, abajo importaciones de biofertilizantes a base de algas marinas.



ANEXO 2. Representación esquemática de los efectos fisiológicos estimulados por los Concentrados de algas marinas y sus mecanismos de bioactividad.

