



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

DPTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS ALIMENTARIAS

EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE BIOPREPARADO A BASE DE ALGAS MARINAS EN PLANTAS DE CHILE JALAPEÑO DULCE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

**Presenta
Elba Marcela Sánchez García**

Cd. Obregón, Sonora, 25 de Junio del 2007.

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
RESUMEN.....	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivo.....	4
1.5 Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 El Chile.....	5
2.1.1 Historia.....	5
2.1.2 Usos.....	6
2.2 Características del Chile Jalapeño.....	7
2.2.1 Taxonomía y Morfología.....	8
2.2.2 Exigencias medioambientales.....	9
2.3 Valor nutricional.....	10
2.4 Chile Jalapeño dulce.....	10
2.4.1 Clasificación y características.....	11
2.5 Algas marinas	12
2.5.1 Características.....	12
2.5.2 Kelp (<i>Macrocystis pyrifera</i>).....	13

2.5.3 Utilización de algas marinas en agricultura.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1 Localización del experimento	15
3.2 Diseño experimental.....	15
3.3 Tratamientos.....	15
3.4 Variables analizadas	17
3.4.1 Altura.....	17
3.4.2 Área foliar	17
3.4.3 Peso seco de tallo y hoja.....	17
3.4.4 Longitud de raíz.....	18
3.4.5 Peso volumétrico de raíz	18
3.4.6 Peso seco de raíz.....	19
3.4.7 Clorofila total.....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1 Altura de la planta	20
4.2 Área foliar	21
4.3 Peso seco de tallo y hoja	22
4.4 Longitud de raíz.....	23
4.5 Peso volumétrico de raíz.....	24
4.6 Peso seco raíz	25
4.7 Clorofila total.....	26
V. CONCLUSIONES.....	28
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	29
VII. ANEXOS.....	32

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Valor nutricional del chile jalapeño por cada 100 g	10
2. Clasificación taxonómica y algunas características agronómicas del chile jalapeño.....	12

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Integrador de área foliar	17
2	Horno utilizado para el secado de muestras.....	17
3	Medición de longitud de raíz.....	18
4	Medición de peso volumétrico de raíz.....	18
5	Medición de clorofila.....	19
6	Efecto de la aplicación de <i>Agrokelp</i> sobre la altura en plantas jóvenes de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero.....	21
7	Efecto de la aplicación de <i>Agrokelp</i> sobre el área foliar en plantas jóvenes de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero.....	22
8	Efecto de la aplicación de <i>Agrokelp</i> en peso seco de hoja y tallo, en plantas jóvenes de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero.....	23
9	Efecto de la aplicación de <i>Agrokelp</i> en la longitud de raíz en plantas jóvenes de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero.....	24
10	Efecto de la aplicación de <i>Agrokelp</i> en el peso volumétrico de raíz en plántulas de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero....	25
11	Efecto de la aplicación de <i>Agrokelp</i> en el peso seco de raíz en plántulas de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero....	26
12	Efecto de la aplicación de <i>Agrokelp</i> en clorofila en plantas jóvenes de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero.....	27
13	Muestras de plántulas de chile jalapeño dulce.....	32
14	Tratamiento 1.....	32
15	Tratamiento 2.....	32
16	Tratamiento 3.....	33
17	Tratamiento 4.....	33
18	Tratamiento 5.....	33

RESUMEN

Debido a la gran demanda nacional e internacional que tiene el chile jalapeño se han producido nuevas especies como el chile jalapeño dulce, que contiene menores cantidades de capsaicina. Ante la gran importancia que tiene el chile es necesario un incremento en la producción agrícola pero también es importante buscar nuevos métodos de producción que puedan proteger nuestro entorno.

Por ello el manejo de biofertilizantes en la actualidad ha tenido bastante auge dentro del proceso de producción de cultivos frutales y hortalizas, una buena alternativa es el uso de algas marinas y derivados, las cuales actúan como bioestimulantes ya que vigorizan las plantas, incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas.

Las algas marinas contienen todos los macro y micro nutrientes de las plantas y todos los elementos traza, ácido algínico, vitaminas, auxinas, giberelina y antibióticos.

Éstas se aplican de manera foliar, complementando la fertilización del suelo, jugando la hoja un papel importante en el aprovechamiento de los nutrimentos.

El objetivo de este trabajo es el de evaluar la influencia de diferentes dosis de aplicación de un biopreparado a base de algas marinas sobre el desarrollo de plantas jóvenes de chile jalapeño dulce bajo condiciones de invernadero para determinar cual es la más eficaz para obtener mejor desarrollo de las mismas.

Los tratamientos aplicados consistieron en diferentes dosis de biopreparado *Agrokelp*: 1 lt/ha, 2 lt/ha, 3 lt/h, 4 lt/ha, y un testigo sin aplicación. Se manejó un diseño experimental simple, completamente al azar, constando de 5 tratamientos y 5 repeticiones cada uno.

Se tomaron vasos de unicel número 10, llenando $\frac{3}{4}$ partes de sustrato SUNSHINE 3, posteriormente se transplantaron las plantas de chile jalapeño dulce a los vasos el día 8 de Enero del 2007.

Las variables analizadas fueron altura, clorofila total, área foliar, peso seco, longitud de raíz, peso seco y volumétrico de raíz.

Dentro de los resultados obtenidos a pesar de no detectarse diferencias significativas en las variables analizadas, se pudo observar un efecto positivo en el desarrollo del chile jalapeño dulce.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La agricultura es una de las bases económicas de México, por lo que existe la necesidad de incrementar los rendimientos de los cultivos. Para esto es necesario el uso de fertilizantes, que hoy en día se les da un uso intensivo, especialmente fertilizantes químicos y otros productos los cuales pueden causar daños al suelo y al medio ambiente. Es por eso que se necesitan nuevas alternativas como la fertilización orgánica, que es de menor riesgo para el medio ambiente.

El manejo de biofertilizantes en la actualidad ha tenido bastante auge dentro del proceso de producción de cultivos frutales y hortalizas, así como de granos y oleaginosas, además de plantas aromáticas y especias, debido a que estos repercuten en acciones positivas dentro del desarrollo integrado de las plantas.

Por esto, una buena alternativa es el uso de algas marinas y derivados, las cuales mejoran el suelo y vigorizan las plantas, incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas (Canales, 1999), por lo que esta práctica podría sustituir el uso de los insumos químicos por orgánicos, favoreciendo así una agricultura sustentable.

Las algas marinas contienen todos los macro y micro nutrientes de las plantas y todos los elementos traza, ácido algínico, vitaminas, auxinas, giberelina y

antibióticos. El ácido algínico es un acondicionador de suelos y el resto de los componentes son acondicionadores de las plantas.

El extracto líquido de algas se aplica foliarmente, directamente por aspersión, los minerales en las algas rociadas son absorbidos a través de la piel de las hojas y enviados a la savia de la planta y no solamente los minerales sino los nutrientes, auxinas y hormonas. Las necesidades de elementos traza se satisfacen mejor si se ofrecen a través de las hojas por aspersión. La fertilización foliar favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto, pero no puede cubrir aquellos nutrimentos que se requieren en cantidades elevadas, entonces, debe utilizarse como una práctica especial para complementar requerimientos nutrimentales o corregir deficiencias de aquellos nutrimentos que no existen o no se pueden aprovechar eficientemente mediante la fertilización al suelo (Trinidad y Aguilar, 1999).

1.2 Planteamiento del problema

Debido a la gran importancia que tiene la agricultura en nuestro país y en especial el cultivo de Chile, es necesario buscar nuevas maneras de incrementar el rendimiento y la calidad de éstos, que sean agrónomicamente y ecológicamente sustentables por lo que una buena alternativa podría ser utilizar algas marinas como bioestimulantes ya que proporcionan a la planta todos los nutrientes necesarios para su buen desarrollo.

Las algas contienen todos los nutrientes de las plantas y elementos traza, así como ácido algínico, vitaminas, auxinas, por lo menos dos giberelinas y antibióticos por lo que refuerzan el sistema inmunitario y alimentario en las plantas, dando como resultado plantas más sanas y más vigorosas.

1.3 Justificación

Dentro de la gran variedad de tipos de chile que se cultivan en México, el jalapeño es uno de los de mayor importancia socioeconómica por su amplio consumo, alta rentabilidad y gran demanda de mano de obra. Anualmente en el país, se siembran alrededor de 40 mil hectáreas, con un rendimiento promedio de 12 toneladas por hectárea y un volumen de producción de 600 mil toneladas. De esta producción se exportan a los Estados Unidos cerca de 30 mil toneladas. Los principales estados exportadores de chile jalapeño son: Sinaloa con una participación del 44 por ciento del total exportable, Chihuahua con el 22.5 por ciento, Sonora con el 14.1 por ciento, Veracruz con el 8.6 por ciento y Tamaulipas con el 2.5 por ciento (Luján, 2000).

Debido a la gran aceptación que tiene el chile jalapeño en países como Estados Unidos, se han producido nuevas variedades como lo es el chile jalapeño dulce, este cultivar contiene una menor cantidad de capsaicina que el chile jalapeño tradicional, dando como resultado un chile jalapeño con menor picor, por lo que podría tener gran demanda en países como Estados Unidos.

Ante la importancia que representa el cultivo del chile jalapeño para México y otros países, es necesario un incremento en la producción agrícola para satisfacer los niveles de insumos calóricos y proteicos; pero también es importante buscar nuevos métodos de producción que puedan proteger nuestro entorno.

Por esto, se realizó este experimento en el invernadero del Instituto Tecnológico de Sonora, unidad Nainari; teniendo como objetivo evaluar la influencia de diferentes dosis de aplicación de un biopreparado de algas marinas sobre el desarrollo de plantas jóvenes de chile jalapeño dulce bajo condiciones de invernadero, ya que se considera que la aplicación de algas marinas en plantas

mejora el suelo y vigoriza las plantas incrementando los rendimientos, favoreciendo así la agricultura sustentable.

1.4 Objetivo

Evaluar la influencia de diferentes dosis de aplicación de un biopreparado a base de algas marinas sobre el desarrollo de plantas jóvenes de chile jalapeño dulce bajo condiciones de invernadero para determinar cual es la más eficaz para obtener mejor desarrollo de las mismas

1.5 Hipótesis

La aplicación de las diferentes dosis del biopreparado de algas marinas a plantas jóvenes de chile jalapeño dulce, altera de manera positiva el desarrollo vegetal integrado en invernadero.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 El chile

La producción nacional alcanza una cifra estimada de un millón 800 mil toneladas, alrededor de 150 mil hectáreas sembradas en el país, con un valor de 10 mil 900 millones de pesos. México produce el 8.22 % de la producción mundial de chile en fresco, ocupando el segundo lugar a nivel mundial y es el tercer país exportador de la hortaliza (Sagarpa, 2006).

El chile es un fruto de sabor picante y acre de la familia de las solanáceas. Su origen es de México, centro y Sudamérica, existen cientos de tipos de muchos tamaños, colores y formas. Su consumo puede ser fresco o seco. El grupo *Capsicum* puede ser muy variado. Se clasifican en dos grupos, dulces o picantes, según su grado de pungencia (Janick, 1986).

Algunos autores, solo reconocen una especie (*C. annum*), mientras que otros distinguen dos especies: *Capsicum annum L.* y *Capsicum frutescens L.*, que difirieren fundamentalmente en el numero y color de flores por inflorescencia, forma y tipo de frutos, etc. (Raymond, 1989).

2.1.1 Historia

Es una planta muy cultivada desde muy antiguo por los indios americanos que Colón encontró en su primer viaje y que luego llevó a España en 1493, extendiéndose a lo largo del siglo XVI por otros países de Europa, Asia y África

(Maroto, 1992). Una vez aclimatado, se acostumbró secarlo, molerlo y usarlo para condimentar y dar color a diferentes clases de platos. Ya a mediados del siglo XVI se cultivaban plantas de ají en Italia, Alemania e Inglaterra.

Durante los siguientes doscientos años, revolucionaría la gastronomía de los pueblos mediterráneos. El ají americano transformó la cocina de China, India e Indonesia, tal fue su aclimatación que en muchos sitios de África y de la India se cree que el ají y el pimiento son originarios de esas regiones. En México se originó la palabra "chile" —del náhuatl *chilli*. Por su parte, el término ají, es una palabra del dialecto taíno.

([http://enciclopedia.us.es/index.php/Chile_\(condimento\)#Historia](http://enciclopedia.us.es/index.php/Chile_(condimento)#Historia))

2.1.2 Usos

Los usos de los frutos naturales o procesados de *Capsicum annuum* son múltiples. Aparte del consumo en fresco, cocido, o como un condimento o "especia" en comidas típicas de diversos países, existe una gran gama de productos industriales que se usan en la alimentación humana: congelados, deshidratados, encurtidos, enlatados, pastas y salsas.

En la medicina: entran en la composición de algunos medicamentos utilizados para combatir la atonía gastro-intestinal y algunos casos de diarrea.

Como especies: es utilizado en la elaboración de gran número de comidas

Encurtidos: el chile jalapeño es muy usado en encurtidos por ser medianamente picante y de muy buen gusto.

Polvo: la pimienta de cayena deriva del fruto seco y pulverizado de un pimiento rojo y picante muy delgado, y es llamado así por proceder de esta ciudad de la Guayana (Nar, 2001).

2.2 Características del chile jalapeño

El chile jalapeño es así llamado por su centro tradicional de producción, la ciudad de Jalapa, en Veracruz y es una de las variedades picantes de *C. annuum* más extensamente cultivadas y consumidas en América. En México se dedican más de 6000 hectáreas a su producción, principalmente, en el norte de Veracruz y Chihuahua; en menor escala, se lo cultiva también en Jalisco, Nayarit, Sonora, Sinaloa y Chiapas.

El fruto del jalapeño es carnoso y alargado, alcanzando los 7 cm. de largo y alrededor de 3 de ancho en la base. Se emplea tanto antes como después de la maduración; una parte importante de la producción total se destina al secado, proceso tras el cual se lo conoce como chile chipotle. Es una variedad medianamente picante, entre 2 y 8000 puntos en la escala Scoville. Buena parte de la capsaicina, el alcaloide que provoca la picazón, se concentra en las venas y semillas en el interior del fruto; retirarlas antes de su empleo proporciona un sabor más delicado.

El jalapeño se planta habitualmente poco antes del comienzo de la estación húmeda, y lo favorecen las altas temperaturas. Normalmente se cosecha alrededor de 70 días tras la siembra (Anónimo, 2002).

2.2.1 Taxonomía y Morfología:

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledoneae

Orden: Tubiflorae

Familia: Solanaceae

Género: Capsicum

Especie: annum

Subespecie: C. annum var. annum

Nombre común: Jalapeño

(http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2006111012635_3HsCasoExitoso_AE.pdf)

-Planta: herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual de porte variable entre los 0,5 metros (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 metros (gran parte de los híbridos cultivados en invernadero).

-Sistema radicular: pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), pueden llegar hasta 70-120 cm., provisto y reforzado de un número elevado de raíces adventicias.

-Tallo principal: de crecimiento limitado y erecto, con un porte que en termino medio puede variar entre 0.5 y 1.5 m.

-Hoja: entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo y poco aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto.

-Flor: las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca (Anónimo, 2003).

-Fruto: baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 centímetros (Zapata, 1992).

2.2.2 Exigencias medioambientales

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

-Temperatura: es una planta exigente en temperatura. Necesita una temperatura media diaria de 24°C. Debajo de 15° C el crecimiento es malo y con 10°C el desarrollo del cultivo se paraliza. Con temperaturas superiores a los 35°C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco (Nar,2001).

-Humedad: exige humedad ambiental, con requerimientos del orden del 50% y el 70%.

-Luminosidad: es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración (Anónimo, 2003).

-Suelo: los suelos más adecuados son los franco-arenosos, profundos, ricos, con un contenido en materia orgánica del 3-4% y principalmente bien drenados. Los valores de pH óptimos oscilan entre 6,5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5,5); en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5,5 a 7. Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego, aunque en menor medida que el tomate (Zapata, 1992).

2.3 Valor nutricional

El fruto fresco de pimiento destaca por sus altos contenidos en vitaminas A y C y en calcio. Dependiendo de variedades puede tener diversos contenidos de capsainoides, alcaloides responsables del sabor picante y de pigmentos carotenoides (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valor nutricional del chile jalapeño por cada 100 g.

Glúcidos	6,40
Proteínas	1
Grasas	0.40
Fibras alimentarias	1.60
Valor energético (kcal)	32

(Anónimo, 2003)

2.4 Chile jalapeño dulce

En la década de 1990, fue producido un chile jalapeño sin picor, llamado Dulce, por Seminis, empresa dedicada al desarrollo, producción y comercialización de frutas y hortalizas. Este chile carece de capsaicina, que es la sustancia química

que da el picor a los chiles. Las procesadoras de alimentos pueden ahora ofrecer versiones moderadas de sus salsas y de salsas picantes sin sacrificar el sabor (Seminis, 2006).

Dulce es clasificado dentro de los chiles dulces debido a su pungencia. Tiene una piel delgada y un color verde que cambia a rojo. Dulce puede ser usado para reducir el picor de salsas. Es resistente a ciertos virus como PVY, que es un virus que tiene como hospedantes naturales a la mayoría de los miembros de la familia *Solanaceae*, cuyos síntomas se inician con un aclarado de las nervaduras de las hojas apicales, que pueden evolucionar pasando a tonos pardos y a necrosis.

2.4.1 Clasificación y características

Las características principales del cultivar Dulce se presentan en el Cuadro 2.

El chile jalapeño pertenece a la familia de las solanáceas, y al género *Capsicum*, el cultivar dulce, tiene un tamaño de 51-61 cm. Aproximadamente. Su fruto tiene una forma cónica y un tamaño de 8.5 x 3 cm., su color es verde cambiando a rojo, tiene un picor que va desde 1 a 1000 unidades Scoville, es resistente al virus de la papa Y (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características agronómicas del cultivar Dulce

Tamaño	51-61 cm.
Picor	Suave (de 1 a 1000 unidades Scoville) Moderado (de 1000 a 5000 unidades Scoville)
Figura del fruto	Cónico
Tamaño de fruto	8.5 x 3 cm.
Color	De verde a rojo
Resistencias	Virus de la papa Y (PVY)
Requerimientos de pH	5.6- 6 (ácido) 6.1- 6.5 (ligeramente ácido) 6.6-7.5 (neutro)
Días de maduración	Temprana (65-70 días)

(Anónimo, 2007)

2.5 Algas marinas

2.5.1 Características

Plantas simples, clorofílicas pertenecientes a la división de las talofitas. La clasificación de las algas se basa en sus diferentes características, tales como la naturaleza de las células móviles (flagelos), composición química de las reservas nutritivas acumuladas y pigmentos que poseen. Las clases en que se distribuyen son: cianofíceas (algas azules), euglenofíceas, clorofíceas (algas verdes), crisofíceas, pirrofíceas, feofíceas (algas pardas) y rodofíceas (algas rojas) (<http://www.mgar.net/mar/algas.htm>).

Las algas son un alimento muy rico en proteínas, que representan por término medio el 25 % de su peso en seco. Algunas especies, según la estación y lugar de crecimiento, contienen más del 50 % de este nutriente. Dichas proteínas son

especialmente valiosas, ya que contienen gran número de aminoácidos esenciales. Estos aminoácidos resultan fáciles de digerir debido a la particular composición de las algas, ricas en sales minerales y en algunas enzimas. Son muy ricas en vitaminas C, E, grupo B y pro vitamina A. De especial interés es la riqueza en vitamina B (Anónimo, 2007).

2.5.2 Kelp (*Macrocystis pyrifera*)

Kelp es un nombre genérico utilizado para denominar a las algas cafés feofitas de los órdenes Fucales y Laminariales. Se encuentra en las costas de América del Norte, desde California central hasta Baja California. Estas especies pueden alcanzar longitudes de hasta 60 m. Estas algas generalmente se localizan en zonas de sustratos rocosos cercanas a las costas a profundidades no mayores de 40 metros, en aguas templadas o frías con temperaturas menores a los 20 °C (Bushing, 2000).

Desde el punto de vista nutricional, las algas *Macrocystis* tienen alta concentración de minerales (Mg, Ca, P, K y I), vitaminas, proteínas, carbohidratos, fibra y bajo contenido en lípidos. La calidad de la proteína y de los lípidos es aceptable en comparación con otras fuentes vegetales principalmente debido al alto contenido de aminoácidos esenciales y altos valores relativos de ácidos grasos insaturados. El perfil de aminoácidos destaca por contener elementos esenciales para diversas especies, como alanina, leucina y lisina y no esenciales como ácido glutámico, ácido aspártico, considerándose como una fuente de proteína complementaria, interesante por este aspecto. Los carbohidratos se encuentran en esta alga en forma de carbohidratos complejos o ficocoloides (40%), estos se presentan en forma de gomas: alginatos (18-26%), fucoidinas (polisacáridos sulfatados, glucuronoxiloglucan sulfatado) (0.5-2%), manitol (6-22%) (Cruz, 2000).

2.5.3 Utilización de algas marinas en agricultura

Una alternativa es la utilización de las algas para elaborar fertilizantes foliares, es decir, extractos con los que se rocían las plantas. Estos productos tienen propiedades que optimizan el aprovechamiento de los minerales. También se han agregado a las semillas para mejorar su germinación y su crecimiento en las primeras etapas.

(<http://www.unp.edu.ar/museovirtual/Algasmarinas/aplagricu.htm>)

Se considera que los cambios que se presentan en las plantas, se deben principalmente a la acción y efecto de los nutrimentos y de las sustancias naturales que las algas marinas contienen, cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas (Canales, 2001)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en un invernadero del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Nainari, el cual cuenta con recubrimientos de vidrio, condiciones controladas de temperatura y luz de noche, tuberías de riego por goteo y laboratorio, ubicado en la calle Antonio Caso Colonia Villa Itson, Ciudad Obregón, Sonora.

3.2 Diseño experimental

Esta investigación se llevó a cabo bajo un diseño experimental simple, completamente al azar, constó de 5 tratamientos y 5 repeticiones cada uno, resultando un total de 25 unidades experimentales.

Este experimento se realizó en plantas de chile jalapeño variedad Dulce, para lo cual se tomaron vasos de unicel número 10, llenando $\frac{3}{4}$ partes de sustrato SUNSHINE 3, posteriormente se transplantaron las plantas de chile jalapeño dulce a los vasos el día 8 de Enero del 2007. Una vez realizado el transplante del cultivo se regó de manera periódica cumpliendo con las necesidades de requerimientos de agua.

3.3 Tratamientos

Se aplicaron los siguientes tratamientos:

- Tratamiento 1: Producto *Agrokelp* 1 l/ha
- Tratamiento 2: Producto *Agrokelp* 2 l/ha;
- Tratamiento 3: Producto *Agrokelp* 3 l/ha
- Tratamiento 4: Producto *Agrokelp* 4 l/ha
- Tratamiento 5: Testigo

Los tratamientos se aplicaron repartidos en 4 aplicaciones una vez por semana después de la aparición de la primera hoja verdadera. Se aplicaron calculando la dosificación en base al número de plantas que se tienen en una hectárea y su proporción a las plantas por tratamiento y repetición.

Considerando que para el cultivo de chile jalapeño se tienen 40,000 plantas por hectárea.

Tratamiento 1= 1 l/ha

1000 ml -----40, 000 plantas

x -----1 planta

x= 0.025 ml. de producto *Agrokelp*

Tratamiento 2= 2 l/ha

2000 ml ----- 40000 plantas

x-----1 planta

x= 0.05 ml. de producto *Agrokelp*

Tratamiento 3= 3 l/ha

3000 ml. -----40000 plantas

x -----1 planta

x= 0.075 ml. de producto *Agrokelp*

Tratamiento 4= 4 l/ha

4000 ml.....40000 plantas

x -----1 planta

x= 0.1 ml. de producto *Agrokelp*

Tratamiento 5: Testigo

Dosificación por planta: se asperjó 5 ml. por planta.

3.4 Variables analizadas

3.4.1 Altura

Esta variable se evaluó cada 5 días hasta el final del experimento, utilizando una cinta métrica obteniéndose los resultados en centímetros, observando así el crecimiento de la planta.

3.4.2 Área foliar

Se evaluó al final del experimento, tomando la parte aérea de cada una de las plantas para posteriormente ser medida con el integrador de área foliar (cm²) marca CID, inc., modelo CL-202 (Figura 1).



Figura 1. Integrador de área foliar

3.4.3 Peso seco de tallo y hoja

Se tomaron las partes aéreas que consistían en tallos y hojas y se colocaron en bolsas de papel identificándolas para cada tratamiento y número de repetición sometiéndose a una temperatura de 60° C por 48 horas en un horno (Figura 2). Después se pesó en una balanza analítica. El resultado se expresó en gramos.



Figura 2. Horno utilizado para el secado de muestras.

3.4.4 Longitud de raíz

Se cortaron las raíces de las plantas y se midieron con la ayuda de una cinta métrica. El resultado se expresó en cm. (Figura 3).



Figura 3. Medición de longitud de raíz.

3.4.5 Peso volumétrico raíz

Para evaluar esta variable, se introdujeron las raíces cortadas y debidamente lavadas de los cultivos a una probeta y se midió la cantidad de ml. desplazados por la raíz (Figura 4).



Figura 4. Medición de peso volumétrico de raíz.

3.4.6 Peso seco de raíz

Se separó la raíz del resto de la planta y se introdujo en bolsas de papel, después de etiquetarlas por tratamiento, se colocaron en el horno a una temperatura de 60 °C por 48 horas. La raíz seca se peso en una balanza analítica, obteniéndose los resultados en gramos.

3.4.7 Clorofila total

Se valoró después de cada aplicación de tratamiento durante 5 días seguidos. Las mediciones se realizaron con el Spad 522 de Minolta (Unidades de clorofila) (Figura 5).



Figura 5. Medición de clorofila

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos por variable evaluada en la presente investigación.

4.1 Altura de planta.

En esta variable, aunque no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, se puede observar como todos tuvieron una mejor respuesta sobre el testigo, los mejores tratamientos fueron el tratamiento 1 (1 l/ha) y el tratamiento 2 (2 l/ha). Obtuvieron un 8.6% y 8.3% de crecimiento respectivamente en comparación del testigo, el cual presentó un crecimiento de 9.5 cm. (Figura 6).

La altura final de la planta de chile no mostró gran efecto por la aplicación de las algas, por lo tanto no hubo diferencias significativas, aun así las alturas finales estuvieron entre 8 y 12 cm. aproximadamente.

La concentración de la solución foliar y la especie vegetal son los primeros factores que hay que considerar en una aspersión foliar, ya que las hojas se comportan de diferentes formas de acuerdo con la solución las aplicaciones de soluciones muy diluidas pueden hacer la práctica ineficaz (Thorne, 1995), lo que pudo haber sido causa de la poca diferencia entre los resultados.

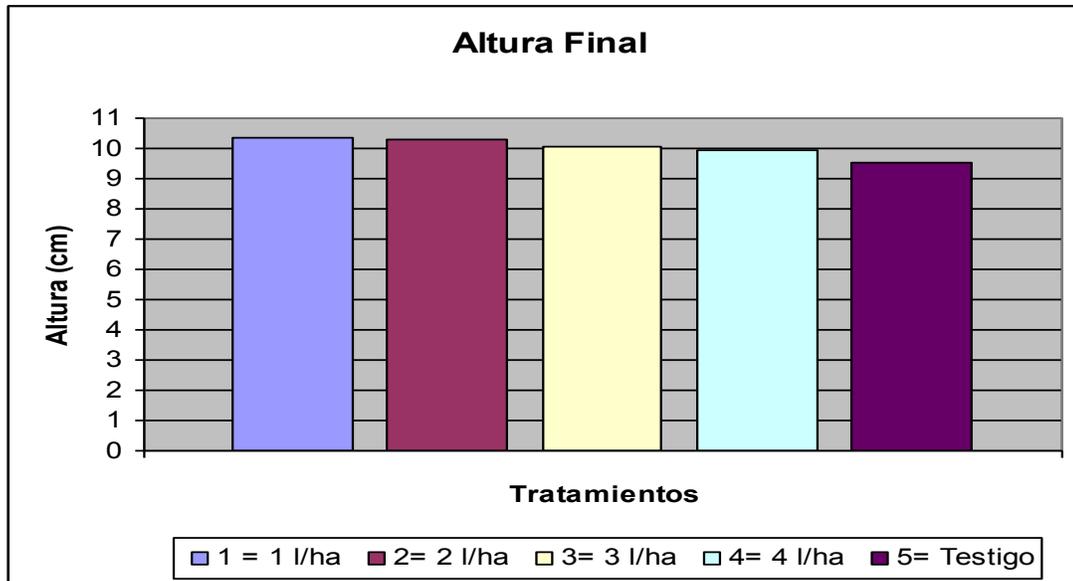


Figura 6. Efecto de la aplicación de *Agrokelp* sobre la altura en plantas jóvenes de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero.

4.2 Área foliar

El análisis estadístico no reveló diferencias significativas entre los distintos tratamientos aplicados, sin embargo todos los tratamientos superaron al testigo siendo el tratamiento 2 el que obtuvo mayor valor, por arriba de un 18.45 % del testigo (Figura 7).

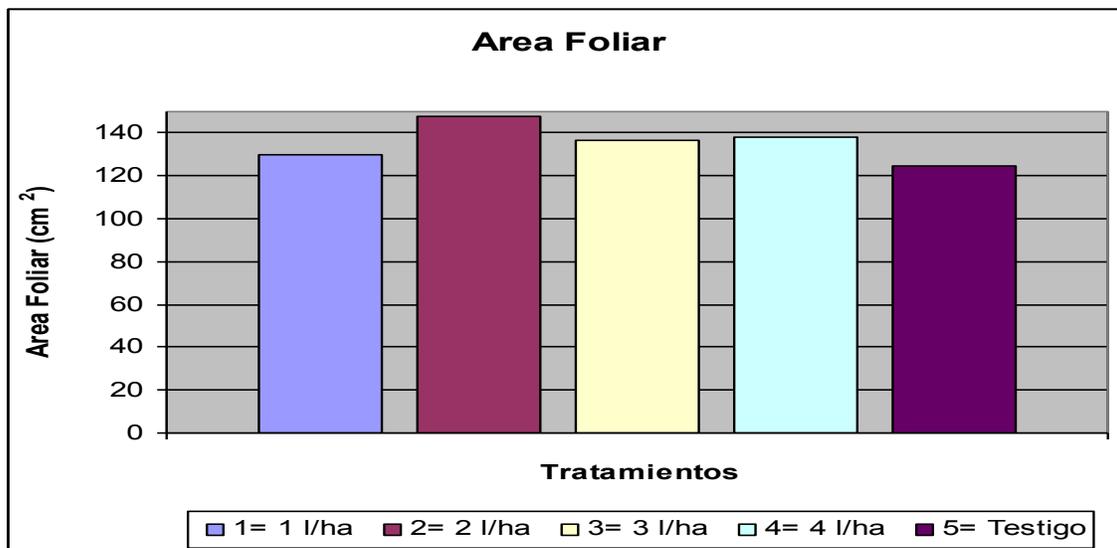


Figura 7. Efecto de la aplicación de *Agrokelp* sobre el área foliar en plantas jóvenes de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero.

La eficiencia de aprovechamiento de un nutriente se eleva al ser aplicado foliarmente. Así lo demostró Chonay (1981) al fertilizar frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al suelo y follaje, lo mismo se pudo observar en este experimento al obtener mejores resultados en los tratamientos respecto al testigo, por lo que aun sin diferencias significativas se puede observar el efecto benéfico de los constituyentes de *Agrokelp*.

4.3 Peso seco de hoja y tallo

Esta variable no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, se puede apreciar como el Tratamiento 1 (1 l/ha) y el tratamiento 3 (3 l/ha) obtuvieron los mejores resultados a comparación de los otros tratamientos con 10.73% y 8.05% arriba del testigo respectivamente (Figura 8).

Los valores obtenidos no mostraron ningún efecto en esta variable, reportándose alrededor de 0.050 y 0.2150 gramos, es de esperar que al encontrar mayores áreas foliares de manera directa se detecten mayores pesos secos pero al no haber esos incrementos en el área significativos, no se refleja en el peso.

En el caso del tratamiento 1, su alto valor en peso seco se puede deber a la altura del tallo, cuyo valor fue relativamente alto, ya que en términos de área foliar los resultados fueron bajos.

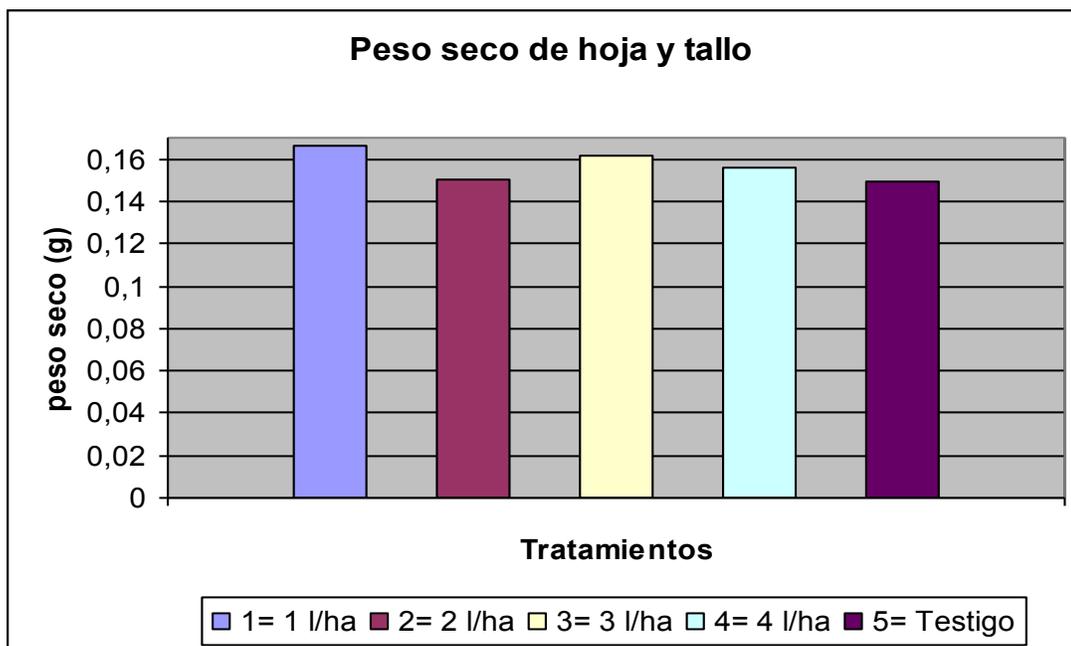


Figura 8. Efecto de la aplicación de *Agrokelp* en peso seco de hoja y tallo, en plantas jóvenes de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero

4.4 Longitud de raíz.

No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable, pero aun así el tratamiento 3 fue el que obtuvo valores más altos, con 13.14 % arriba del testigo, midiendo 18.5 cm., seguido del tratamiento 1 que midió 17.3 cm., lo que implica una mayor superficie de absorción tanto de agua como de nutrientes (Houle y Babeux, 1998), por lo que se puede observar una respuesta positiva de la aplicación de las algas marinas. (Figura 9).

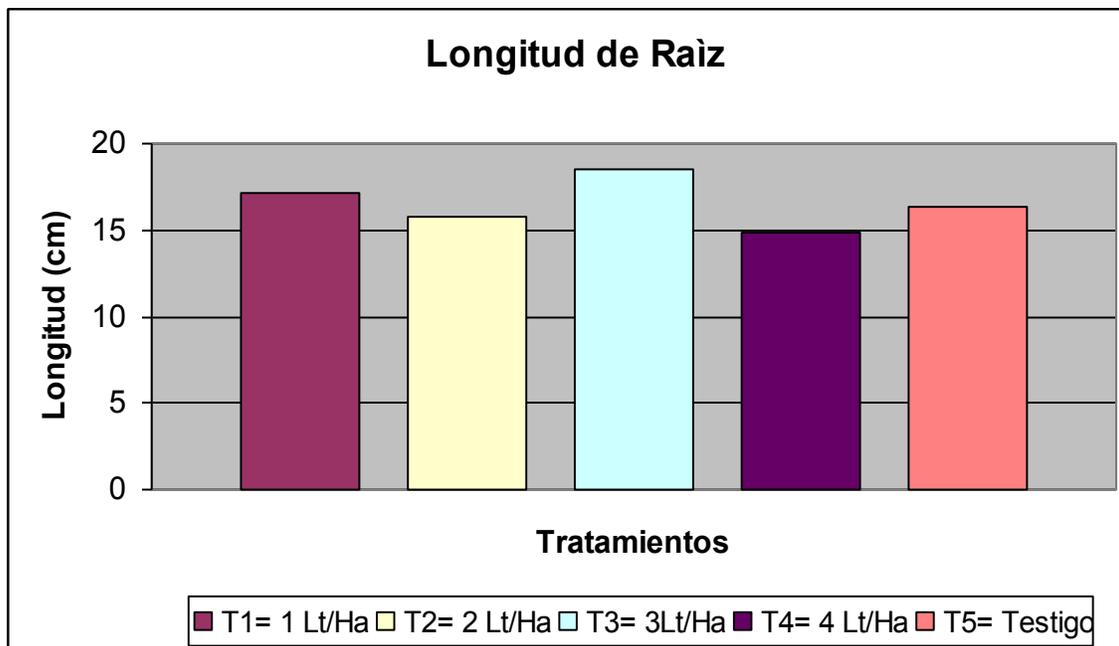


Figura 9. Efecto de la aplicación de *Agrokelp* en la longitud de raíz en plantas jóvenes de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero.

4.5 Peso volumétrico de raíz

El tratamiento 1 fue el que mostró mayor peso volumétrico que los demás tratamientos, con un 38.8% arriba del testigo (Figura 10). Es de suponerse que el resultado de peso volumétrico de raíz está dado por su peso y crecimiento longitudinal. El contar con mayores longitudes de raíz da por consecuencia mayores pesos volumétricos y secos, situación que se dio en este caso. Como pasó con el tratamiento 1 que presentó mayor longitud de raíz. En el tratamiento se obtuvo longitud de raíz baja pero su alto peso volumétrico se debe a la densidad de la raíz. Esto es el resultado del efecto que tienen las fitohormonas presentes en los tratamientos aplicados ya que estas estimulan la formación de raíces laterales o adventicias e inhiben la elongación de la raíz principal (Gálvez, 2005).

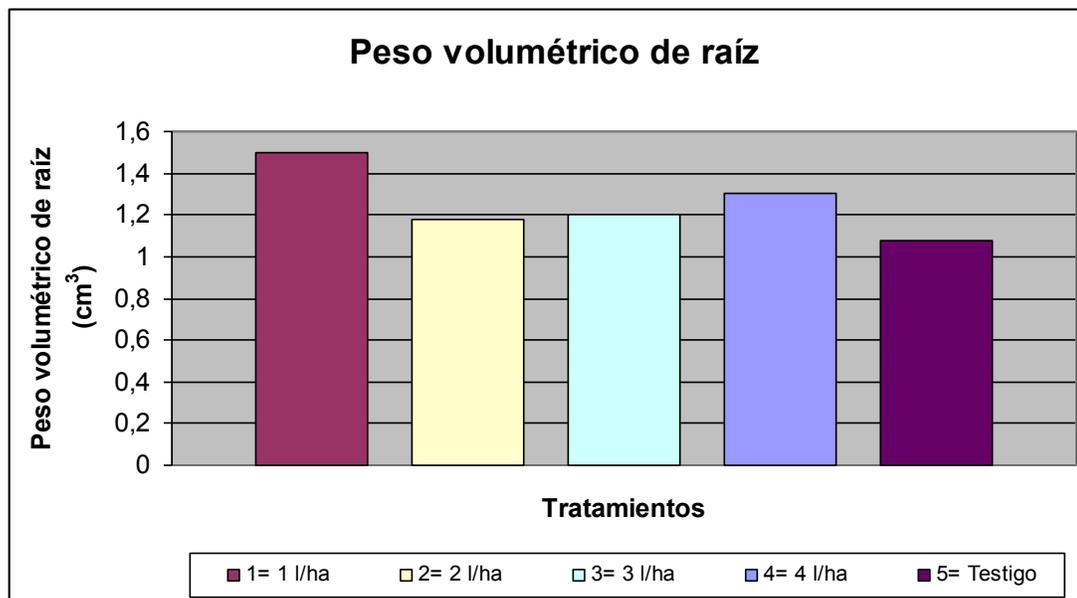
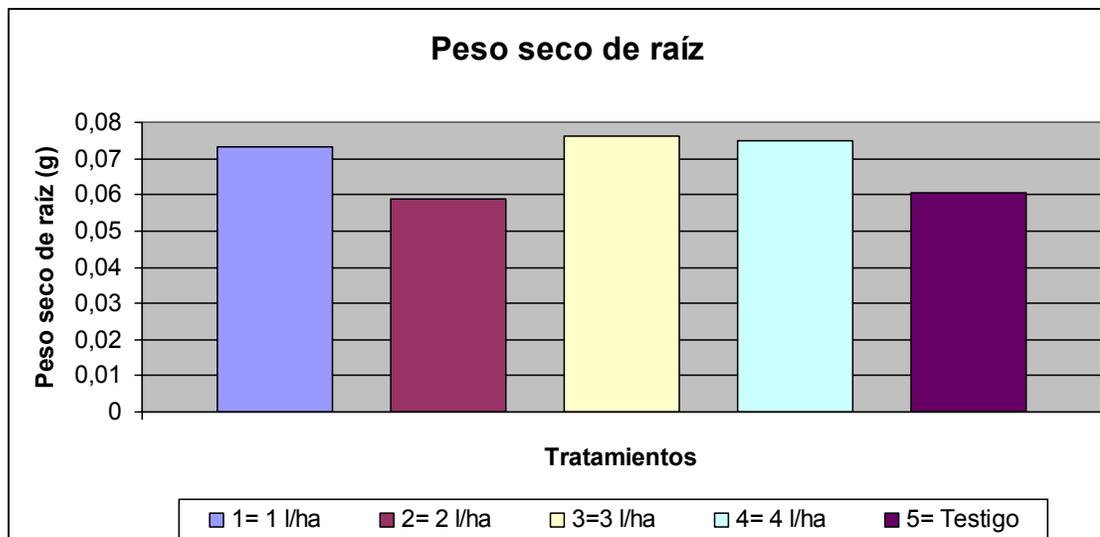


Figura 10. Efecto de la aplicación de *Agrokelp* en el peso volumétrico de raíz en plántulas de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero.

4.6 Peso seco de raíz

Aunque no hubo diferencias significativas, los tratamientos 3 y 4 fueron los que reportaron mayor peso seco de raíz, con un 25.20% y 19.10% respectivamente, arriba del testigo que solamente pesó 0.0607 gramos (Figura 11).

La tendencia se mantiene en este sentido, mayor longitud de raíz, mayor peso volumétrico y por lo tanto mayor peso seco, como pasó con el tratamiento 3, esto es resultado de la adición de aminoácidos que mejora la absorción de microelementos y la traslocación de los mismos, por lo que se mejora el movimiento de los nutrientes en la solución nutritiva, como consecuencia observamos una mejor traslocación y movimiento de los nutrientes hacia las raíces de las plantas, las cuales no debieron que alongarse con la adición de aminoácidos y por consiguiente incrementaron la producción de raíces secundarias (Alarcón, 2000, citado por Reyes, s.f.).



Fi

gura 11. Efecto de la aplicación de *Agrokelp* en el peso seco de raíz en plántulas de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero.

4.7 Clorofila total

Este pigmento responsable en parte del proceso fotosintético, no muy fácilmente puede ser afectado por inducciones microbiológicas, inclusive nutrimentales, ya que genéticamente cada planta o grupos de ellas dentro de la misma familia tienen un rango de concentración en el cual se detectan sus valores. (Bolhar, 1998; Salisbury y Ross, 1994)

Sin diferencias significativas, los valores anduvieron entre 24 y 38 unidades de clorofila. Al final del experimento el tratamiento 4 fue el que registró mayores unidades de clorofila (Figura 12). Esto confirma la importancia de la adición de nitrógeno a las plantas, ya que el papel del nitrógeno en la fertilización de las plantas radica en ser componente de aminoácidos y por tanto, directa o indirectamente, de la clorofila, de las proteínas, de los ácidos nucleicos, de enzimas, etc. En los momentos iniciales de la emergencia y primer crecimiento es cuando la planta necesita mayor aporte de nitrógeno que es necesario para la

formación de porfirinas, que son los pilares estructurales de la clorofila y los citocromos

(<http://www.bioland.cl/aplicacionvi%F1a-siminff.htm>)

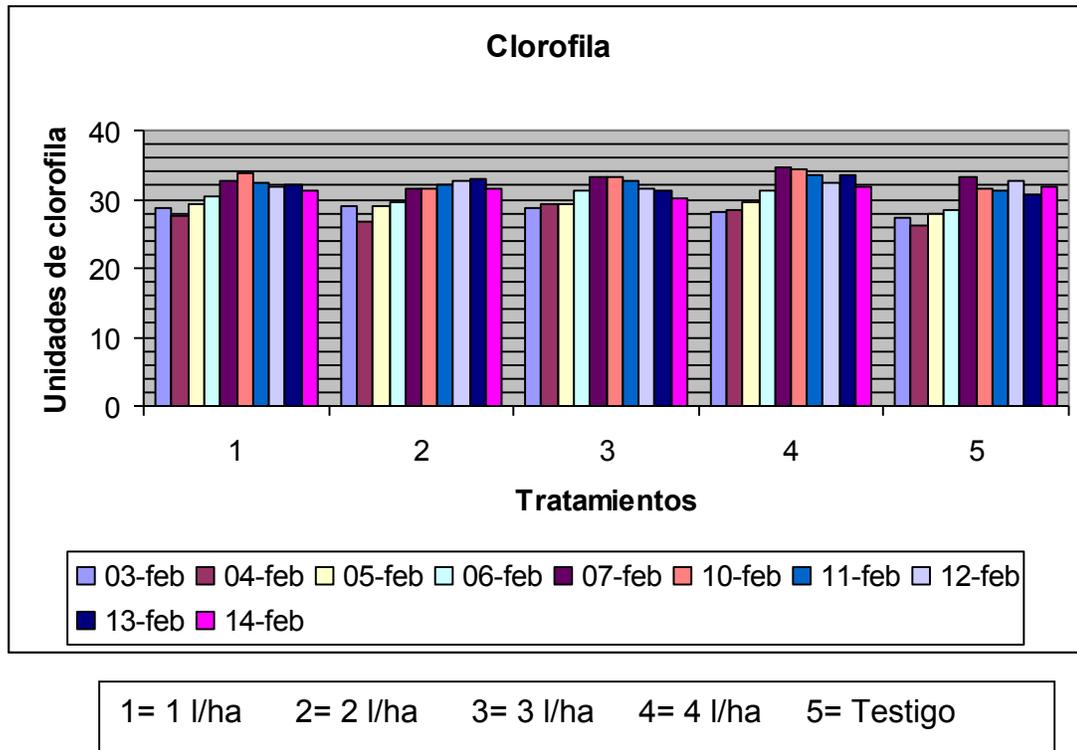


Figura 12. Efecto de la aplicación de *Agrokelp* en clorofila en plantas jóvenes de chile jalapeño dulce, bajo condiciones de invernadero

V. CONCLUSIONES

A pesar de no detectarse diferencias significativas en la mayoría de las variables valoradas se pudo observar un efecto en general positivo en el desarrollo del chile jalapeño dulce.

Se pudo observar que el tratamiento 1 y 2 tuvieron mejor desarrollo en cuanto a la parte foliar, y en cuanto a la raíz se obtuvieron mejores resultados con los tratamientos 1,3 y 4.

La aplicación foliar del biopreparado estimuló todos los parámetros analizados, superando al testigo en diferentes aspectos.

VI. BIBLIOGRAFIA

Anónimo. 2002. Semillero inteligencia de mercados. Ají jalapeño.

(Ver www.gobant.gov.co/organismos/sagricultura/documentos/

[aji%20jalapenos.doc](#)) (Consulta: 22 de Abril 2007)

Anónimo. 2003. El cultivo del pimiento. Infoagro

(Ver www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.asp -) (Consulta: 22 de Abril 2007)

Anónimo. 2007. Las algas, alimentación sana.

(Ver <http://alimentacion-sana.com.ar/informaciones/alimentos/Algas.htm>) (Consulta: 22 de Abril 2007)

Anónimo. 2007. Chile dulce.

(Ver <http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60cd001.htm>) (Consulta: 22 de Abril 2007)

Bolhar, N. 1998. Morfología del vástago y anatomía de las hojas con relación a la fotosíntesis. En: J. Coombs, D.O. May, S. P. Long , J. M. O. Scurlock (Eds.) Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad. UNEP-CP. Chapingo, México. pp. 89-98.

Bushing, W. 2000. Giant Bladder Kelp (*Macrocystis pyrifera*)

(Ver http://www.starthrower.org/research/kelpmisc/kelp_mp.htm) (Consulta: 22 de Abril 2007)

Canales, B. 1999. Enzimas-Algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola. 17(3): 271-276

Canales, B. 2001. Uso de derivados de algas marinas en la producción de tomate, papa, chile y tomatillo.

(Ver http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort01/Ponencia_03.pdf)

(Consulta: 22 de Abril 2007)

- Chonay, J. 1981. Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por *Rhizobium phaseoli* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Chapingo, Méx.
- Cruz, E. 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. Programa Maricultura. FCB. Universidad Autónoma de Nuevo León. (Ver <http://www.educacion.uanl.mx/publicaciones/maricultura/acuiculturaV/cruz-suarez.pdf>) (Consulta: 22 de Abril 2007)
- Gálvez, M. 2005. Efecto de la aplicación de un extracto de algas marinas (*durvillea antarctica*) en el crecimiento vegetativo de plántulas de arándano y ciruelo. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de agronomía e ingeniería forestal.
- (Ver http://www.uc.cl/agronomia/f_postgrados/TesisMagister/PDF/GalvezMaximo.pdf) (Consulta: 22 de Abril 2007)
- Houle, G. and Babeux, P. 1998. The effects of collection date, IBA, plant gender, nutrient availability, and rooting volume on adventitious root and lateral shoot formation by *Salix planifolia* stem cuttings from the Ungava Bay area (Quebec, Canada). *Can. J. Bot./Rev. Can. Bot.* 76(10): 1687-1692
- Janick, J. 1986. Horticultural Science, Editorial W.h. Freeman Company, Estados Unidos, pp. 656 - 657.
- Langer, R. 1987. Plantas de interés agrícola, Editorial Acribia, S.A. España. pp. 302-303.
- Luján, M. 2000. Chile jalapeño, INIFAP Chihuahua.
- (Ver <http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?id6450&fuseaction=browse&pageid=45>) (Consulta: 22 de Abril 2007)
- Maroto, J. 1992. Horticultura Herbácea Especial, Editorial Mundi-Prensa, Madrid, pp. 372-373
- Nar, L. 2001. Diagnóstico del sistema producto Chile jalapeño.
- (Ver http://www.campeche.gob.mx/Campeche/Gobierno/Organismos/proserco/diagnosticos_archivos/diagnostico%20chile%20jalapeño.pdf) (Consulta: 22 de Abril 2007)

- Raymond, G. 1989. Producción de Semillas Hortícolas. Editorial Mundi-Prensa, Madrid. 231p.
- Reyes,A, Albarràn, J. 2004. Efecto de los aminoácidos en el crecimiento y producción del tomate. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura
(Ver www.uaaan.mx/DirInv/Resul_PI04/MEMORIA_2004/Hortalizas/AReyes)
(Consulta: 22 de Abril 2007)
- Sagarpa. 2006. Sembrando soluciones.
(Ver <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/sembrando/2006/19-2006.pdf>) (Consulta: 22 de Abril 2007)
- Salisbury, B. y C.W. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamericana. México, D.F. pp.151-159, 321-323.
- Seminis. 2006. Historia de innovaciones.
(Ver www.seminis.com.mx) (Consulta: 22 de Abril 2007)
- Thorne, G. 1995. Nutrient uptake from leaf sprays by crops. Field Crops Abstract 8: 147-152.
- Torres, L. 1994. Horticultura, Editorial Trillas, México, D.F, pp. 96
- Trinidad, S., Aguilar M. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Chapingo, Edo. De Méx. 17(3): 247-255.
- Zapata, M. 1992. El Pimiento Para Pimentón, Editorial Mundi- Prensa, Madrid, pp. 35-38,41
<http://www.unp.edu.ar/museovirtual/Algasmarinas/aplagricu.htm> (Consulta: 22 de Abril 2007).
- <http://www.bioland.cl/aplicacionvi%F1a-siminff.htm> (Consulta: 22 de Abril 2007).
- [http://enciclopedia.us.es/index.php/Chile_\(condimento\)#Historia](http://enciclopedia.us.es/index.php/Chile_(condimento)#Historia) (Consulta: 22 de Abril 2007).
- <http://www.mgar.net/mar/algas.htm> (Consulta: 22 de Abril 2007).
- http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2006111012635_3HsCasoExitoso_AE.pdf (Consulta: 22 de Abril 2007).

VII. ANEXOS



Figura 13. Muestras de plántulas de chile jalapeño dulce



Figura 14. Tratamiento 1



Figura 15. Tratamiento 2



Figura 16. Tratamiento 3



Figura 17. Tratamiento 4



Figura 18. Tratamiento 5