



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL USO DE FERTILIZANTES
FOLIARES CON ACCIÓN BIOESTIMULANTE, SOBRE LA
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHUGAS.**

JUAN PAULO CAMPOS HERNÁNDEZ

SANTIAGO – CHILE
2012

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

Memoria de Título

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL USO DE FERTILIZANTES FOLIARES CON
ACCIÓN BIOESTIMULANTE, SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE
LECHUGAS.**

**EVALUATION ON THE IMPACT IN THE USE OF FOLIAR FERTILIZERS
WITH BIOSTIMULANT ACTION, ON THE YIELD AND QUALITY OF
LETTUCE.**

JUAN PAULO CAMPOS HERNÁNDEZ

**Santiago, Chile
2012**

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL USO DE FERTILIZANTES FOLIARES CON
ACCIÓN BIOESTIMULANTE, SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE
LECHUGAS.**

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrónomo
Mención: Producción Animal

JUAN PAULO CAMPOS HERNÁNDEZ

PROFESOR GUÍA

Ricardo Pertuzé C.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

CALIFICACIONES

68

PROFESORES EVALUADORES

Sra. Verónica Díaz M.
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

60

Sr. Ítalo Chiffelle G.
Bioquímico, Dr.

64

**Santiago, Chile
2012**

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
MATERIALES Y MÉTODOS	7
Lugar de estudio.....	7
Materiales	7
Material vegetal	7
Bioestimulantes.....	7
Método	8
Tratamientos y diseño experimental	8
Procedimiento	9
Variables evaluadas.....	10
Evaluación económica.....	12
Análisis estadístico.....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
Número de hojas	14
Formación de cabezas	15
Evaluaciones a cosecha	16
Correlaciones entre variables analizadas.....	18
Evaluación económica.....	19
CONCLUSIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	22
APÉNDICE	27

RESUMEN

El cultivo de lechugas es el más importante entre las hortalizas de hojas que se consumen en fresco. Siendo el segundo cultivo de hortalizas más importante en superficie en nuestro país. En los últimos años se han utilizado productos que complementan las fertilizaciones y aplicaciones fitosanitarias, como es el caso de los biestimulantes o fertilizantes con acción bioestimulante, productos los cuales sus aplicaciones han ido en aumento, convirtiéndose en una práctica común en la agricultura sustentable.

La presente investigación evaluó la acción de dos fertilizantes con acción bioestimulante, NutraGreen® y Phyllum®, teniendo como único objetivo evaluar su efecto sobre el rendimiento en la producción de un cultivo tradicional de lechugas tipo iceberg cv. Sahara. Se estableció un ensayo con un diseño experimental en bloques completos al azar, compuesto de 4 tratamientos, dos de los cuales se realizaron con NutraGreen® a distintas concentraciones, otro con Phyllum® y un último tratamiento con un testigo sin aplicación. Las variables evaluadas fueron el número de hojas, la formación de cabezas, la masa fresca del tejido aéreo, la masa fresca total, el diámetro ecuatorial, el color externo, el grado de madurez interno, el porcentaje de desecho y también se realizó una evaluación económica simple respecto de la aplicación de dichos productos.

Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre los productos bioestimulantes aplicados ni con el testigo sin aplicación. A pesar de lo anterior cabe mencionar que los valores más altos en todas las variables analizadas fueron alcanzados por la aplicaciones de bioestimulantes, NutraGreen® en una dosis de 1,0 mL/L o de Phyllum® a 3,0 mL/L.

Palabras clave: tipo iceberg, cultivar Sahara, cabezas.

ABSTRACT

Lettuce is the most important crop among fresh consumed leafy vegetables, becoming the second most important leafy vegetable crop in Chile. In the last few years, products have been used to complement the fertilization and phytosanitary applications, like biostimulants or fertilizers with biostimulant action. The applications of these products have been rising up and they are becoming a common practice in sustainable agriculture.

These current investigation evaluate the action of two fertilizers with biostimulant action, NutraGreen® and Phyllum®, for the sole purpose of evaluating its effect on the performance in the production of a traditional crop of iceberg lettuce cv. Sahara. An experiment was carried out whit a randomized complete block design of, 4 treatments two of which were with NutraGreen® at two different concentrations, other one with Phyllum® and another with no application as control. The number of leaves, shape of heads, fresh mass of aerial tissue, total fresh mass, equatorial diameter, external color, internal degree of maturity at harvest, percentage of waste and a simple economical evaluation of cost per hectare were analyzed.

The results showed no significant differences among biostimulant products or with the control. Although the above it is worth mentioning that the highest values for all the analyzed variables were achieved by biostimulant applications, NutraGreen ® at a dose of 1.0 mL / L or Phyllum ® at 3.0 mL / L.

Keywords: Iceberg lettuce, Sahara cultivar, heads.

INTRODUCCIÓN

Las plantas se encuentran sometidas a condiciones adversas, como son las temperaturas extremas, viento, problemas de suelo, plagas, enfermedades y tantas otras que hacen limitar su producción por debajo de su potencial genético, más aún los cultivos que se producen fuera de temporada, produciéndose diversos trastornos anatómicos y fisiológicos, que repercuten en los rendimientos y calidad de cosecha. Como una manera de evitar o manejar estos problemas, surgieron en el mercado productos que activarían las plantas en situaciones de estrés, llamados genéricamente bioestimulantes (Arancibia, 2009).

Es reconocido que la fertilización foliar es de gran utilidad como complemento a la fertilización vía raíz y del fertirriego, todas las cuales al estar bien aplicadas, permiten realizar correcciones rápidas de algunas carencias, especialmente de micronutrientes, en momentos puntuales donde la planta los necesite (Mengel, 2002). Mediante la aplicación foliar es posible lograr mayor vigor de las hojas, lo que incide de una forma positiva en todos los procesos relacionados con la productividad de la planta, favoreciendo el desarrollo y crecimiento, mejorando el rendimiento y calidad de la cosecha, entre otros beneficios (Román, 2001). Sin embargo, la respuesta a la fertilización foliar es muy variable debido a los numerosos factores que interactúan, tales como: modo de aplicación, características físico-químicas de la solución, condiciones ambientales y especie sobre la cual se aplicara la solución (Fernández y Eichert, 2009).

Los fertilizantes foliares con acción bioestimulante o bioestimulantes se definen como, productos no nutricionales que pueden reducir el uso de fertilizantes, aumentar el rendimiento y la resistencia al estrés por tensiones de agua y temperatura e influir positivamente en el crecimiento vegetal y la fisiología. En general se elaboran en base a extractos de algas marinas, ácidos húmicos, micorrizas, vitaminas y otros compuestos que pueden variar de acuerdo al productor (Russo y Berlyn, 1990). Estos productos presentan moléculas con una muy amplia gama de estructuras, pueden estar compuestos por fitohormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, tales como aminoácidos y ácidos orgánicos (Chile Potencia Alimentaria, 2010).

El uso de bioestimulantes ha ido en aumento y su aplicación se está convirtiendo en una práctica común en la agricultura sustentable (Russo y Berlyn, 1992). Se están utilizando este tipo de productos que complementan las fertilizaciones y aplicaciones fitosanitarias para mejorar tanto la fertilidad del cultivo, como el vigor y el color de las plantas. Su uso se incrementa gradualmente en la agricultura nacional, al punto que en la actualidad su aplicación se ha hecho frecuente y casi imprescindible en muchos huertos frutales, así como también en algunos cultivos de hortalizas (Fernández, 1995 y Cassanga, 2000 citados por Nuñez *et al*, 2008).

Las lechugas son el cultivo más importante entre las hortalizas de hojas consumidas en fresco. Se cultivan en todo el mundo bajo diferentes sistemas de producción, al aire libre, bajo invernadero, en suelo y en hidroponía. Se utilizan casi exclusivamente como producto fresco, principalmente como ensalada, aunque hoy también existe la posibilidad de

comercializar las hojas pre-picadas de lechuga en bolsas, listas para el consumo (Giacconi y Escaff, 1995; Krarup y Moreira, 1998).

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) pertenece a la familia *Asteraceae* (ITIS, 2012). Es una planta anual, autógama, presenta hojas redondeadas, lanceoladas o casi espatuladas. Su sistema radicular es profundo y poco ramificado, posee un tallo cilíndrico y ramificado, sus frutos presentan forma de aquenios provistos de un vilano plumoso (Maroto, 1994). Según Gúaman (2010), su ciclo vegetativo es de 3 a 4 meses, alcanzando una altura entre los 10 y 20 cm y su rendimiento óptimo de cabeza es de 24.500 kg/ha.

Su temperatura óptima de crecimiento oscila entre los 15 – 20 °C, durante la noche resiste temperaturas entre 3 y 8 °C, siendo poco resistente a las heladas. Necesita de 12 horas de luz por día con cielo despejado para una buena producción (Suquilanda, 2003). Aunque existe un gran número de variedades cultivadas que se adaptan a una amplia gama de climas, en términos generales se puede decir que las lechugas prefieren climas templados y húmedos. De igual modo ocurre con los suelos, ya que prefieren los terrenos francos que no retengan demasiada humedad y presenten abundante materia orgánica, pero se pueden adaptar a una gama amplia de suelos (Maroto *et al.*, 2000).

Las lechugas se pueden clasificar según sus variedades botánicas y también por su periodo de producción. En este último sentido se definen como de verano y de invierno, aunque no son tan definidas debido a cierto grado de adaptación mostrado por algunas variedades a una estación u otra (Giacconi y Escaff, 1995).

La producción mundial de lechugas y achicorias alcanza 24,24 millones de toneladas, siendo China el principal productor, con trece millones de toneladas, seguido por Estados Unidos con 4,1 millones de toneladas, más atrás les siguen India, Italia y España con producciones que bordean el millón de toneladas, mientras que la producción de Chile alcanzó solo las 94.300 toneladas (FAOSTAT, 2010).

La superficie de lechuga cultivada en Chile en el año 2010, fue de 6.837 ha, correspondiente a un 8,5% del total nacional del cultivo de hortalizas. Siendo el segundo cultivo de hortalizas más importante en superficie, después del maíz dulce. Esta superficie de lechugas se encuentra concentrada en la Región Metropolitana presenta la mayor superficie cultivada, con 3.364 ha. (49,2% de la superficie nacional), seguida de la IV y la V Región con 1.813 y 1.096 ha respectivamente. Entre estas tres regiones alcanzan el 92% de la producción total del país (INE, 2010).

Russo y Berlyn (1990) afirman que los bioestimulantes de origen orgánico mejoran el crecimiento de la raíz y los brotes. Otros autores también señalan que además incrementan la resistencia al estrés (tanto biótico como abiótico), previniendo el posible daño causado a las plantas a través de la generación de radicales libres en las células, generados por acción del estrés ambiental (Zhang, 1997; Zhang y Schmidt, 1997). Otro de los posibles beneficios corresponde a la reducción de la necesidad de una alta demanda de fertilización nitrogenada a través del aumento de la eficiencia de absorción de nutrientes y de agua (Albregts *et al.*,

1988; Elliott y Prevatte, 1996; Laiche, 1991).

Se ha demostrado que los extractos de algas marinas contienen fitohormonas, que provocarían efectos estimulantes en el crecimiento de las plantas, la mayoría debido a auxinas y citoquininas (Zhang y Schmidt, 1999; Lembi y Waaland, 1988; Tay *et al.*, 1985). Se sabe que las citoquininas estimulan la división celular, la morfogénesis, la expansión foliar (producto de la ampliación de células y de la mejora de la apertura de los estomas), promueven el macollamiento y aumentan la eficiencia fotosintética en condiciones de estrés (Zhang y Ervin, 2004).

Crouch *et al.* (1992), de acuerdo con la teoría de otros autores, indican que la producción de citoquinina puede verse limitada durante los periodos de estrés en la planta. En estas condiciones, debido a su contenido de citoquinina, los bioestimulantes pueden ser beneficiosos para superar el estrés en las plantas (Csinzinszky, 1990). Por otra parte la adición de vitaminas en la mezcla, tales como el ácido ascórbico, estimulan el crecimiento y la síntesis de clorofila (Russo y Berlyn, 1990).

En el mercado de insumos existen diferentes bioestimulantes que se enfocan en distintos resultados, algunos que estimulan más el sistema subterráneo de la planta y otros que están más dirigidos a la parte aérea o productiva (Chile potencia alimentaria, 2010). Actualmente en nuestro país se están utilizando algunos de estos productos, específicamente en lechugas. A continuación se presentan algunos de ellos que son de uso común para importantes productores de la RM (Rioseco, 2011, com. personal¹).

- Phyllum®, Bioestimulante para plantas a base de extracto de algas marinas que además contiene N, P₂O₅, K₂O y micro elementos. Formulado por Agrícola Nacional S.A.C. y distribuido en Chile por ANASAC S.A. Estimula el metabolismo en las plantas y equilibra sus funciones fisiológicas, la actividad bioestimulante también se ve reflejada en una mejor polinización y cuaja de frutos, mayor calibre y calidad post-cosecha, mejor resistencia al frío, a la sequía y enfermedades (ANASAC, 2011).
- Stymplex®. Es un bioestimulante a base de extracto de algas, rico en citoquininas, auxinas, giberelinas, betaínas, manitol, ácido algínico, oligosacáridos, aminoácidos y micronutrientes. Formulado por ACADIAN SEAPLANTS y distribuido en Chile por ANASAC S.A. Se ha utilizado con excelentes resultados en diversos frutales y hortalizas, ayuda a las plantas a tolerar diferentes situaciones de estrés como calor excesivo, salinidad, heladas y ataques de patógenos. Este producto genera diversas respuestas benéficas para las plantas, dependiendo del cultivo y del estado fenológico en que se aplique (ANASAC, 2011).

¹ Pablo Rioseco, Ing. Agr., Asesor Huertos Carolina, 2011, Chile (comunicación personal).

- Aminocat®, Bioestimulante compuesto por aminoácidos de origen vegetal para plantas que contiene aminoácidos libres, N, P y K. Formulado por ATLANTICA AGRICOLA, España y distribuido en Chile por ANASAC S.A. Aumenta la resistencia de las plantas a las condiciones adversas tales como excesos de frío y calor, fitotoxicidad, plagas o enfermedades, y también para apoyar a la planta en momentos críticos de su desarrollo, tales como floración, enraizamiento y cuaja (ANASAC, 2011).

Por otra parte existe una serie de productos de igual denominación que pretenden ingresar al país a manera de competir con la oferta de productos ya existentes, como es el caso de NutraGreen®:

- NutraGreen®, a base de ácidos grasos, alcoholes orgánicos y diversas formas de glucosa. Producido por AgroScience, la cual es parte de INERGI group. Este producto aún no presenta distribución en nuestro país.

Según lo anteriormente descrito, el presente estudio pretendió evaluar los efectos de dos bioestimulantes sobre un cultivo tradicional de lechuga tipo iceberg, con el fin de lograr entender su posible efecto en aquellos cultivos de hortalizas de producción de hojas. Tomando en consideración lo expuesto, se han planteado la siguiente hipótesis y objetivos.

Hipótesis:

El uso de bioestimulantes como suplemento a la fertilización mejora la calidad y producción del cultivo de lechuga.

Objetivo:

Evaluar el efecto de dos bioestimulantes sobre el rendimiento en la producción de lechugas tipo iceberg.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El trabajo experimental se realizó entre el 6 de octubre y el 2 de diciembre del 2011, en la Empresa Agrícola Huertos Carolina, en la comuna de Colina, en la ciudad de Santiago, Región Metropolitana. Latitud 33° 14' 14,4" sur y Longitud 70° 43' 33,1" este (Google Earth, 2011).

Materiales

Material vegetal

Se utilizaron plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. *crispa* L.), del tipo Great Lakes, iceberg de cabeza o Batavias, mal llamadas escarolas en Chile (Krarup y Moreira, 1998). Específicamente se utilizó el cultivar SAHARA, de la empresa SEMINIS, el cual presenta las siguientes características:

Cabezas muy firmes, grandes y uniformes, color verde oscuro muy atractivo, gran resistencia a la emisión del tallo floral en forma anticipada por altas temperaturas, muy tolerantes al quemado de puntas (*tipburn*). El cultivar Sahara es una excelente alternativa para cosechas de pleno verano en zonas secas y de altas temperaturas. En la zona central presenta fechas de trasplante que van desde mediados de octubre hasta fines de enero, haciendo variar el tiempo de cosecha entre mediados de diciembre y mediados de marzo (SEMINIS, 2009).

Los rendimientos del cultivar Sahara fluctúan entre los 24.500 y 33.000 kg/ha, tomando en cuenta que los rendimientos de cualquier cultivo, especialmente las lechugas dependerán mucho de las condiciones de manejo y principalmente de la densidad poblacional por hectárea, del agricultor, sistema de riego, suelo, zona y época, entre otros. Usualmente se habla de unos 25.000 kg/ha en promedio, a surco simple, riego tradicional, en la Zona Central. Lo que correspondería a un buen rendimiento promedio (SEMINIS, 2009).

Bioestimulantes

NutraGreen®, compuesto orgánico no-iónico, que contiene una estructura de micelas a nano-escala, formulado a base de ácidos grasos, alcoholes orgánicos y diversas formas de glucosa que se combinan para estimular el metabolismo celular de las plantas. Con aporte de N (<3%), P (<0,01%), K (0,003%) y materia orgánica de más del 15%, facilita una respuesta celular eficiente, mejorando el metabolismo, mejora la fotosíntesis (Pang, 2010).

Phyllum®, fertilizante foliar orgánico con efecto bioestimulante, formulado a base de extracto de algas *Ascophyllum nodosum*, permite estimular y equilibrar el crecimiento vegetal. Contiene en forma natural más de 60 macro y micronutrientes, hidratos de carbono, azúcares, fitohormonas naturales, aminoácidos y vitaminas, se expresa en mejor

polinización y cuaja de frutos, mayor calibre y calidad de postcosecha, mayor contenido de azúcares y mayor rendimiento (ANASAC, 2011).

Método

Tratamientos y diseño experimental

Se estableció un ensayo para evaluar bioestimulantes con un diseño experimental en bloques completos al azar a modo de disponer las unidades experimentales en grupos homogéneos en función de las condiciones del suelo y riego, obteniendo así una menor variación entre ellas dentro de cada bloque, comparada con la variación entre diferentes bloques. El modelo está compuesto de 4 tratamientos (Cuadro 1) y 5 repeticiones en cada uno. Dos de los tratamientos se realizaron con NutraGreen® a distintas concentraciones (1:500 y 1:1.000), otro con Phyllum® aplicado con una concentración de 1:3.000 y un último tratamiento que corresponde a un testigo sin aplicación (control).

Las distintas concentraciones fueron fijadas, en el caso de NutraGreen® por estudios anteriores en lechugas tipo iceberg (Pang, 2010), además de las recomendaciones del fabricante. En el caso de Phyllum® la concentración se definió según recomendaciones de uso del fabricante y la empresa comercializadora del producto (ANASAC).

Las aplicaciones se realizaron 8 y 14 días después de trasplante (ddt), cada 2 semanas hasta un total de 4 aplicaciones, se utilizó una concentración de 350 L de agua/ha.

Cuadro 1. Tratamientos bioestimulantes aplicados en lechugas tipo iceberg cv. Sahara durante la temporada 2011.

Tratamientos	Bioestimulante	Concentración ¹	Frecuencia
T ₁	NutraGreen®	0,5 mL/L de agua	8 y 14 ddt
T ₂	NutraGreen®	1,0 mL/L de agua	8 y 14 ddt
T ₃	Phyllum®	3,0 mL/L de agua	8 y 14 ddt
T ₄	Control	Sin aplicación	Sin aplicación

Se establecieron unidades experimentales de 5 x 3 m (15 m²), que consideraban 4 hileras, con 30 lechugas cada una. El ensayo completo utilizó un total de 670 m² de terreno. Considerando un margen de 3 m en cada límite del terreno utilizado, a manera de eliminar el efecto borde.

Procedimiento

El trasplante se realizó el 6 de octubre del 2011, se utilizaron plantas que tenían de 3 a 5 hojas verdaderas (30 a 40 días después de la siembra) y una altura de 8 cm desde el cuello del tallo hasta el ápice de las hojas. La plantación se realizó en camellones de 25 cm de altura con dos hileras por camellón con un diseño en tresbolillo a 30 cm entre plantas y sobre la hilera.

Una vez realizado el trasplante el cultivo recibió una fertilización suplementaria, compuesta por fertilizantes foliares los cuales fueron sometidos a rotación según disponibilidad y precio. Se aplicó de Foli-Cal®, como fertilizante foliar cálcico, con calcio complejo por polioles, que le confiere una mejor característica de absorción, traslocación y eficiencia; y que además contiene una pequeña cantidad de nitrógeno el cual facilita la absorción foliar y traslocación del calcio. También se aplicó Poly-Mg®, como fertilizante foliar magnésico, el cual utiliza el mismo método que Foli-Cal® para obtener una mejor absorción del magnesio. AminoQuelant®-Ca se aplicó también como fertilizante foliar cálcico, el cual presenta una combinación del calcio con L- α -aminoácidos de hidrólisis enzimática para aumentar la movilidad del calcio y corregir los factores causantes de esta carencia. Para todos los fertilizantes anteriormente mencionados se utilizó una dosis de aplicación de 2 L/ha. Además de las aplicaciones ya mencionadas se suman las aplicaciones de Bioestimulantes mencionadas para cada tratamiento.

A los 8 y 14 días después de trasplante (13 y 20 de octubre, del 2011), se realizaron aplicaciones de los bioestimulantes Phyllum® y NutraGreen®, luego se realizaron aplicaciones cada 2 semanas (3 y 17 de noviembre, del 2011) hasta completar un total de 4 aplicaciones por tratamiento, según recomendación de los fabricantes. En ambos casos los productos se aplicaron vía foliar mediante el uso de una máquina de espalda, utilizando 350 L de agua/ha.

La cosecha se realizó el día 2 de diciembre del año 2011, habiendo pasado 57 días después del trasplante. Se efectuó de forma manual según criterios de tamaño y firmeza de la empresa donde se realizó el ensayo, considerando una cabeza compacta apta para ser cosechada cuando requiere de una fuerza manual moderada al ser comprimida (INIAP, 2009).

Variables evaluadas

Las siguientes mediciones se realizaron sobre el total de las plantas de la unidad experimental en el momento de la aplicación de los tratamientos.

- **Hojas (N° de hojas/planta).**
Se contabilizó el número total de hojas de cada planta en cada parcela, solo hasta la 3era aplicación (7, 14 y 28 días después del trasplante) debido que posteriormente ya se habría formado la cabeza.
- **Formación de cabeza (%):**
Se contabilizó el total de plantas que formaron cabeza respecto del total de plantas de cada unidad experimental (el día 40 y 50 después de trasplante).

Las siguientes evaluaciones se realizaron a cosecha (2 de diciembre del 2011), sobre 16 plantas del centro de cada unidad experimental. Las evaluaciones fueron realizadas sobre lechugas que formaron cabeza y con una masa aproximada superior a los 400g (según criterio del productor).

- **Masa fresca del tejido aéreo de cada lechuga (g/ud)**
Se evaluó sobre lechugas cosechadas luego de eliminar la zona radical y las hojas no adosadas a las cabezas (producto final listo para comerciar).
- **Masa fresca total (kg/ha)**
Según lo evaluado en el punto anterior, se realizó una extrapolación de los datos para estimar la masa fresca total por hectárea.
- **Diámetro de cabeza (cm)**
A las lechugas evaluadas listas para comerciar se les midió el diámetro ecuatorial en la zona de mayor diámetro.
- **Color externo (en el conjunto, después de eliminar las hojas exteriores).**
Se realizó según la evaluación de color acorde a los parámetros fotográficos (Figura 2) recomendados por el Postharvest Technology de UCDAVIS (Cantwell M. y T. Suslow, 1997).

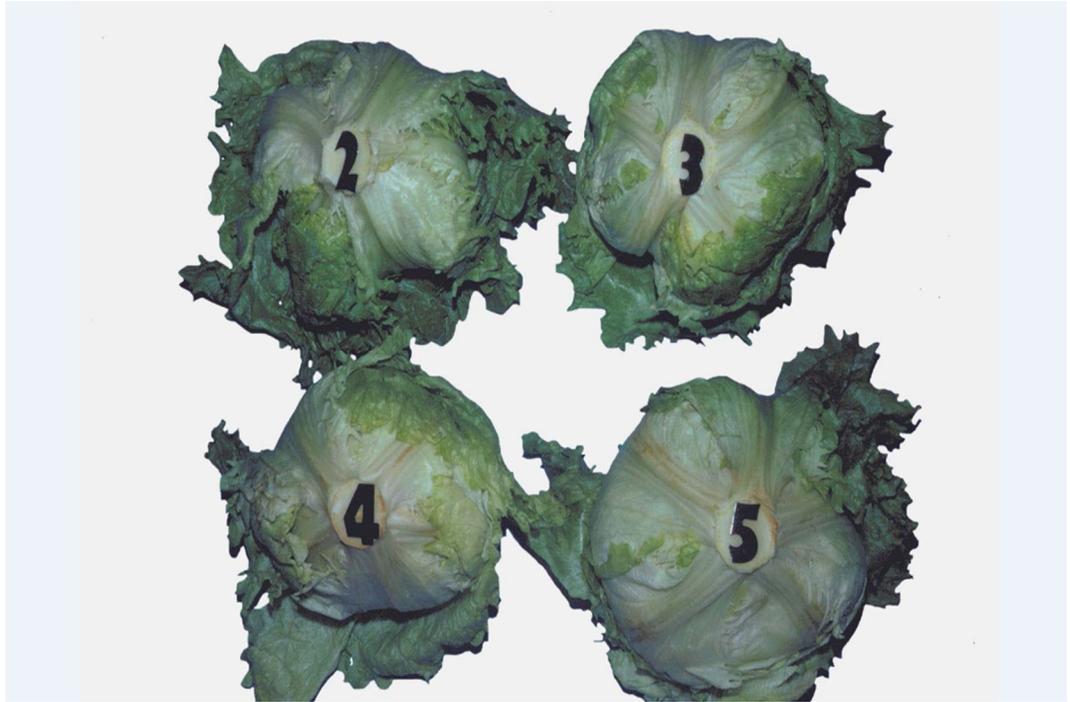


Figura 1. Fotografía de escala de evaluación del color externo de Lechugas tipo Iceberg. 2. Correspondiente a la coloración óptima, 5. Correspondiente a la coloración menos aceptable, 3 y 4. Correspondientes a coloraciones intermedias. Fuente: Cantwell M. y T. Suslow, 1997.

- **Estado de madurez (sección transversal de la planta, cortada por la mitad).** Parámetros fotográficos, Figura 3, asociado a estados de madures (Cuadro 2). (Kader *et al*, 1973).

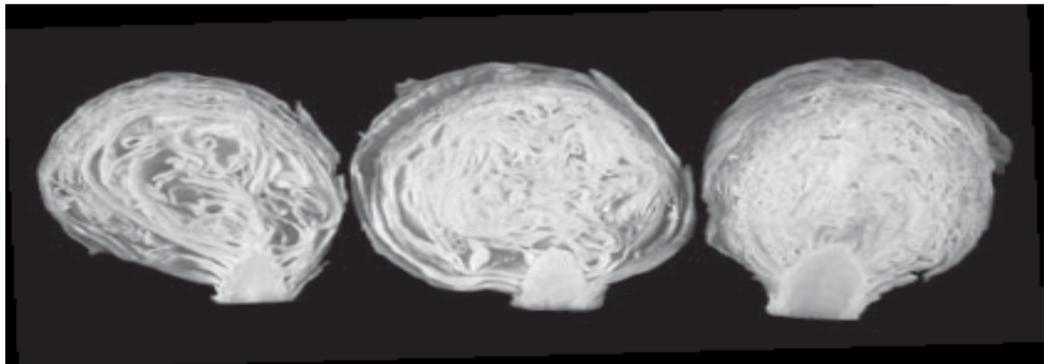


Figura 2. Tres estados de madurez de lechugas de cabeza, las cuales corresponden a las clases 2, 3 y 4 explicadas a continuación en el Cuadro 2. Fuente: Kader *et al*, 1973.

Cuadro 2. Tipos de consistencia (madurez) de cabezas de lechuga tipo Iceberg.

Solidez	Características Post-Cosecha
1 = Blanda, sin formación de la cabeza	Inmadura; Hojas muy tiernas y susceptibles al daño mecánico; tiene una tasa de respiración más alta que lechuga más madura; sabor dulce, no comercializable.
2 = Relativamente firme, la cabeza comienza a formarse	La tasa de respiración es más alta que la de lechuga madura; sabor dulce, sin sabores amargos.
3 = Firme, buena formación de la cabeza; densidad óptima	Vida útil máxima; sabor agradable y característico con muy poco sabor amargo.
4 = Dura, densidad máxima pero sin ruptura de los pecíolos.	Más susceptible que la lechuga madura a la mancha rojiza, pecíolo rosado, y otros desórdenes fisiológicos; vida útil menor que la de lechuga madura; menos dulce con ligero sabor amargo.
5 = Muy dura; pecíolos quebrados son comunes; alta presión interna	Vida útil corta; más difícil de enfriar al vacío; sabor pobre y amargo.

Modificado de Kader *et al*, 1973.

Evaluación económica

Se realizó una evaluación económica simple para estimar el costo total de aplicación de ambos bioestimulantes, con el fin de analizar la justificación del uso de este tipo de productos en base al cálculo de costo bruto de bioestimulante utilizado por hectárea. Considerando el arriendo de maquinaria (incluidos los honorarios del tractorista), el número de aplicaciones y la dosis.

Análisis estadístico

Los resultados de cada variable se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) con un 95% de confianza. Cuando se encontraron diferencias significativas, las medias de cada tratamiento se separaron a través de la prueba de rango múltiple de Tukey.

Cuando los resultados estaban expresados en porcentajes, los valores se transformaron previamente a grados Bliss (arcoseno de la raíz cuadrada del porcentaje) y al igual que los otros datos se sometieron a ANDEVA y a la prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$) (Steel y Torrie, 1985).

Además se realizó un análisis de coeficientes de correlación de *Spearman*, el interés es obtener una medida de la magnitud y dirección de la asociación o covariación de cada par de variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizó el comportamiento de lechugas tipo iceberg cv. Sahara ante la aplicación de bioestimulantes. A continuación se describen los resultados obtenidos en los diversos parámetros evaluados.

Número de hojas

Se evaluó el número de hojas de las plantas durante el periodo de aplicación, los resultados se exhiben en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Número de hojas evaluado durante el periodo de aplicación a los 7, 14 y 28 días después de trasplante (ddt).

Tratamientos	7 ddt ^{ns}	14 ddt	28 ddt
	-----Nº hojas/planta-----		
T1 NutraGreen® 0,5 mL/L	3,72	4,76 a ¹	6,84 ab
T2 NutraGreen® 1,0 mL/L	3,84	5,40 b	7,20 b
T3 Phyllum® 3,0 mL/L	3,84	5,00 ab	6,64 ab
T4 Control	3,84	4,76 a	6,36 a

¹Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas (Tukey $p \leq 0,05$). ^{ns}Parámetro sin diferencias significativas.

En la evaluación del número de hojas a los 7 ddt se puede observar que se identifica un grupo homogéneo, sin diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores se explican debido a que esta medición se realizó al momento de la primera aplicación de los tratamientos en cuestión, por lo que esta información nos demuestra la homogeneidad en la que se encontraban las plantas antes de iniciar los tratamientos.

A los 14 ddt se puede observar que T2 (NutraGreen® 1,0 mL/L) presentó valores significativamente más altos que T1 y T4.

Al igual que en la evaluación anterior, a los 28 ddt, también se presentaron diferencias estadísticas. Estas diferencias mostraron que NutraGreen® 1,0 mL/L (T2) tuvo significativamente más hojas por planta que T4 (control).

Se estableció que entre los 30 y 40 ddt, independiente de los tratamientos, el cultivo comienza a aumentar la producción de hojas, al igual que la altura, debido a que las plantas comenzaron el cierre y posterior formación de cabeza (Guamán, 2010).

Guamán (2004), en ensayos de lechuga tipo iceberg, señala que la media general para el número de hojas varió entre 7,4 hojas y 11,4 hojas, a los 14 y 28 ddt respectivamente; valores mayores a los obtenidos en la presente investigación, teniendo en cuenta las diferencias en las composiciones integras de los productos utilizados para la fertilización en

cada uno de estos ensayos y por ende sus posibles resultados sobre el desarrollo y crecimiento de las plantas en cuestión, además de muchos factores tales como el manejo agronómico, manejo tecnológico, aclimatación de la planta a las condiciones climáticas de la zona, tipo de cultivar utilizado, calidad de los plantines, entre otros (Lumbi, 2011). Los cuales pueden afectar en alguna forma u otra, dichas variables.

Formación de cabezas

En el Cuadro 4 se muestra la formación de cabeza luego de las aplicaciones de los distintos tratamientos.

Cuadro 4. Porcentaje de plantas con formación de cabezas (FC), evaluado a los 40 y 50 días después de trasplante (ddt).

Tratamientos	Formación de cabeza	
	40 ddt	50 ddt ^{ns}
	-----(% de plantas)-----	
T1 NutraGreen® 0,5 mL/L	2,6 a ¹	22,6
T2 NutraGreen® 1,0 mL/L	3,4 ab	28,4
T3 Phyllum® 3,0 mL/L	5,2 b	26,0
T4 Control	2,6 a	24,8

¹Letras distintas dentro de cada columna muestran diferencias estadísticamente significativas (Tukey $p \leq 0,05$). ^{ns} Sin diferencias significativas.

Al evaluar los porcentajes de plantas que llegaron a formación de cabeza a los 40 ddt, se puede observar que T3 (Phyllum® 3,0 mL/L) fue significativamente superior a T1 y T4, presentando un estado más avanzado a los 40 ddt, lo cual indicaría una mayor precocidad en este aspecto.

Al evaluar los 50 ddt, no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, posiblemente debido a una alta heterogeneidad arrojada por los valores de dicha variable, analizados mediante el coeficiente de variación (CV) de cada tratamiento y del total, presentados en el Apéndice. De todas maneras se observó que T2 (NutraGreen® 1,0 mL/L), está por sobre los otros tratamientos, en todas las variables a excepción de la FC a los 40 ddt, donde T3 (Phyllum® 3,0 mL/L) muestra el más alto valor.

Al comparar nuevamente con los estudios de Guamán (2004) en lechugas tipo iceber, a los 42 días después de trasplante presenta un 29, 8% de formación de cabeza, muy arriba del 3,45% promedio de formación de cabezas obtenido a los 40 ddt en el presente ensayo. La formación de cabezas al igual que el desarrollo de las mismas, se encuentran por debajo de las medias evaluadas por Guamán, ya que este último presenta diferentes condiciones edafo-climáticas y temporales que las desarrolladas en la presente investigación, aunque de todas maneras se acerca a los estándares porcentuales obtenidos para esta misma variable a

los 50 ddt, debido a un posible desfase de tiempo ocurrido por las distintas temporadas de siembra (Guamán en verano y la presente investigación en primavera).

Evaluaciones a cosecha

Al analizar el efecto de las aplicaciones de los bioestimulantes NutraGreen® y Phyllum® sobre lechugas tipo iceberg cv. Sahara al momento de la cosecha no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en ninguno de los parámetros evaluados en esta instancia. En el Cuadro 5 se muestran las medias de las variables que fueron analizadas en esta oportunidad.

Cuadro 5. Variables analizadas al momento de cosecha.

Tratamientos	Masa/ud g	Masa total kg/ha	Color ext.	Madurez.	Diámetro cm
T1 NutraGreen® 0,5 mL/L	411,9	14.583	2,96	2,28	11,49
T2 NutraGreen® 1,0 mL/L	493,8	20.000	3,08	2,48	12,22
T3 Phyllum® 3,0 mL/L	466,9	18.333	2,99	2,47	12,13
T4 Control	455,7	13.750	2,98	2,12	12,20

Valores no mostraron diferencias significativas para $p \leq 0,05$

Las medias de las masas por unidad de este ensayo no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos y ninguno superó los 0,5 kg por unidad. Posiblemente debido a una alta heterogeneidad existente entre los valores de dicha variable, analizados mediante el coeficiente de variación (CV) de cada tratamiento y del total, presentados en el Apéndice. Según Macas (1993), el rendimiento de variedades productivas de lechugas de cabeza puede llegar a las 30 t/ha, debiendo alcanzar para ello masas de cabeza de 0,5 a 1 kg, y a veces superiores; mientras que las variedades de cabeza con menor producción solo alcanzan rendimientos de 15 t/ha a 20 t/ha, con masas de cabeza de 0,1 a 0,5 kg. Otros autores señalan que las medias por unidad de las masas de lechugas varían entre 0,502 kg y 0,818 kg (Camas, 2007 y Yaucen, 2006). Tomando en cuenta lo expuesto se puede inferir que las masas por unidad de las lechugas de este ensayo presentan valores por debajo de los óptimos esperados, quedando ubicadas dentro de las masas pertenecientes a las variedades de menor producción.

En cuanto al rendimiento de producción tampoco se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Al igual que en el caso anterior esto puede deberse a la alta heterogeneidad existente entre los valores obtenidos por la variable en cuestión. El valor más alto fue alcanzado por el T2 (NutraGreen® 1,0 mL/L) correspondiente a 20.000 kg/ha. En la literatura se expone un óptimo para lechugas de cabeza de 24.500 kg/ha (Guamán, 2010) y según la empresa SEMINIS (2009), el cultivar Sahara presenta un rango de rendimiento de producción entre los 22.500 y los 33.000 kg/ha dependiendo de la densidad de plantas y el tamaño de cabezas. Por lo tanto, se puede inferir que el rendimiento de producción obtenido en este ensayo es inferior a los rendimientos mencionados anteriormente, pero a su vez concuerda con lo mencionado en el párrafo anterior por Macas

(1993), posicionando a las lechugas de este ensayo entre las variedades de menor producción, con rendimientos entre 15 a 20 t/ha y masas por unidad entre 0,1 a 0,5 kg. También se puede indicar que T2 (NutraGreen® 1,0 mL/L) es el que más se acerca al valor del rango mínimo de producción expuesto por la empresa Seminis para el cultivar Sahara, siendo un 12,5% inferior al el rango mínimo.

Es preciso tener en cuenta que el parámetro de calidad que contribuye a la primera impresión del producto alimentario es su apariencia visual, determinada por el color y la forma (Clydesdale, 1998). Además, el color, es uno de los principales criterios de elección que actúa como indicador cuantificador de la vida útil del producto (Brennan *et al*, 2000). A su vez es importante señalar que la coloración de la lechuga va a depender de las características genéticas de cada cultivar y la aclimatación que tengan cada uno de estos a la zona en la cual se desarrollan y en el lugar en que las plantas respondan a esas condiciones ambientales de modo más rápido (Lumbi, 2011). Hay un gran número de estudios que revelan un efecto del color en la percepción de otras características sensoriales, como sabores dulce y salado, aromas, aceptabilidad y preferencia (Clydesdale, 1998). Esto último hace aún más relevante el poner atención en esta variable de producción de tanto interés por los consumidores.

Con respecto al color externo de las lechugas, después de eliminar las hojas exteriores, fue evaluado en una escala de 2 a 5 e ilustrado en la Figura 2, donde 2 es a la coloración óptima y se torna menos apreciada a medida que se acerca a 5. Los resultados de las evaluaciones se mantuvieron con valores cercanos al número 3, sin presentar diferencias significativas entre los tratamientos, muy cercano al óptimo de coloración externa, verde brillante de mayor aceptación por los consumidores (Cantwell y Suslow, 1997).

Para el caso del estado de madurez, habiendo utilizado una escala de valoración de colores que va desde el número 1 al 5, tal como aparece en el Cuadro 5, que lo relaciona a estados de madurez de cabeza, mostrados en la Figura 3 (Kader *et al*, 1973). Se pudo observar que los resultados se situaron entre el número 2 y el 3, sin presentar diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo consistencias de cabeza relativamente firmes a firmes, con tendencia hacia una densidad óptima. Por su posición intermedia presenta lo mejor de ambas descripciones, expresando un buen sabor sin alcanzar notas de amargor y una buena vida útil de post-cosecha.

La madurez en lechugas iceberg, está basada en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida, lo cual es considerado apto para ser cosechada. Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobre-madura. Las cabezas inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor que las sobre-maduras y también tienen menos problemas en post-cosecha (Andrew, 2000). Estos parámetros se miden en forma subjetiva en el campo para determinar el momento de cosecha. Una vez cosechadas las lechugas se realizan labores de: corte, limpieza, pre-ensado, clasificación, calibrado y envasado (Namesny, 1993).

En relación al diámetro los valores obtenidos en este ensayo promediaron 12 cm, sin diferencias significativas tal como se señalara para los otros parámetros evaluados en cosecha, siendo inferiores, aunque cercanos a los citados por varios autores que coinciden en valores alrededor de los 15 cm como óptimo al momento de la cosecha en lechugas de cabeza (López, 1988 y Yaucen, 2006), posiblemente debido a diferencias de cultivares y/o a la aclimatación de los mismos, según fecha de plantación, entre otros.

A pesar que no se encontraron diferencias significativas, en cada una de las variables revisadas en el momento de la cosecha, es posible visualizar que el tratamiento 2 (NutraGreen® 1,0 mL/L) presenta los valores más altos para cada una de las medias de las variables analizadas en la cosecha.

Correlaciones entre variables analizadas

Analizando el coeficiente de correlación de *Spearman* se evaluaron las asociaciones entre las variables evaluadas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Coeficiente de Correlación de *Spearman*.

	masa/ud	masa total	color ex	madurez	diámetro	NH 7ddt	NH 14ddt	NH 28ddt	FC 40ddt	FC 50ddt	Desecho
masa/ud	1,00	1,2E-04	0,09	0,41	1,7E-09	0,68	0,34	0,96	0,66	4,1E-03	2,7E-05
masa total	0,88	1,00	0,12	0,21	2,4E-06	0,75	0,12	0,66	0,57	0,03	1,1E-04
color ex	0,39	0,36	1,00	0,53	0,06	0,61	0,94	0,62	0,43	0,36	0,07
madurez	0,20	0,29	-0,15	1,00	0,58	0,61	0,16	0,23	0,80	0,76	0,69
diámetro	0,93	0,85	0,43	0,13	1,00	0,36	0,28	0,98	0,87	0,01	2,1E-04
NH 7ddt	-0,10	-0,08	-0,12	-0,12	-0,22	1,00	0,54	0,42	0,27	0,65	0,80
NH 14ddt	-0,23	-0,36	-0,02	-0,33	-0,26	0,15	1,00	0,38	0,38	0,75	0,43
NH 28ddt	0,01	-0,11	-0,12	-0,28	-0,01	-0,19	0,21	1,00	0,74	0,14	0,31
FC 40ddt	0,10	-0,14	0,19	0,06	-0,04	0,26	0,21	0,08	1,00	0,07	0,27
FC 50ddt	0,61	0,48	0,22	0,07	0,54	-0,11	0,07	0,34	0,42	1,00	0,01
Desecho	-0,80	-0,76	-0,41	-0,09	-0,74	-0,06	0,19	-0,24	-0,26	-0,60	1,00

Los elementos de la diagonal principal representan la correlación de una variable con sí misma. Por debajo de la diagonal principal se encuentra el coeficiente de correlación. Por encima de la diagonal principal se encuentra la probabilidad asociada a la prueba de hipótesis de correlación nula. Este coeficiente asume valores en el intervalo (-1; 1), dependiendo del signo se indica la dirección de la asociación.

La variable masa/ud presenta una correlación positiva de un 88% con la variable masa total, así mismo posee correlaciones positivas con las variables diámetro (93%) y FC 50 ddt (61%). Estos resultados son altamente significativos y demostraron una alta correlación. Esto quiere decir que entre estas variables, a medida que aumenta la masa por unidad, también aumentan la masa total, el diámetro ecuatorial y FC 50 ddt, de la misma forma disminuyen en la dirección contraria.

La variable masa total presenta una correlación positiva y significativa del 85% con la

variable diámetro ecuatorial de lechuga, por lo que al aumentar una la otra también lo haría.

La última correlación positiva y significativa de importancia es la existente entre el diámetro ecuatorial de lechuga y FC 50 ddt, mostrando un 54% de correlación. Por lo que ambas son directamente proporcionales entre ellas.

Estas correlaciones concuerdan con el estudio realizado por Saavedra (2009), el cual reconoce correlaciones positivas entre el volumen de planta y la masa húmeda, masa seca, altura y diámetro ecuatorial. Si bien estas correlaciones no revelan los mismos resultados a los encontrados en el presente estudio, de ellas se puede desprender la tendencia de dichas variables a estar relacionadas entre sí.

Evaluación económica

Para efectos prácticos se realizó un análisis económico sencillo, a modo de evaluar si la aplicación de los bioestimulantes NutraGreen® y Phyllum® en lechugas justifican su uso. Además de haber revisado el precio de venta de cada uno de ellos, se expusieron datos de arriendo de maquinaria para la aplicación (incluidos honorarios del tractorista), dosis necesaria de aplicación en litros de bioestimulante utilizado por hectárea y su frecuencia de uso a lo largo del proceso productivo. Se pretendió hacer una estimación del costo total de aplicación de ambos bioestimulantes.

Según la empresa encargada de la importación de NutraGreen® a Chile y la empresa ANASAC encargada de la venta y distribución de Phyllum en Chile, se expone el Cuadro 7 con los valores aproximados para cada producto.

Cuadro 7. Estimación del costo total bruto por hectárea de los litros necesarios de cada bioestimulantes a lo largo del proceso productivo, en un cultivo de lechugas tipo iceber cv. Sahara.

Producto	NutraGreen®	Phyllum®
Costo Bruto (L)	55 USD ¹ + IVA ²	31 USD + IVA
Nº Aplicaciones	3 a 4	4 a 5
Dosis de Aplicación (L/ha)	0,35	1
Arriendo de maquinaria/ha	42 USD	42 USD
Arriendo de maquinaria/ Nº Aplicaciones	168 USD	210 USD
Dosis de Aplicación/Nº Aplicaciones (L/ha)	1,4	4
Total (ha)	245 USD + IVA	365 USD + IVA

¹Dolares Estadounidenses; ²Impuesto al Valor Agregado (19%); ³Pesos Chilenos.

Para el cálculo del total se utilizó el número máximo de aplicaciones para cada uno de los productos utilizados, según recomendación de los productores. El precio por concepto de arriendo de maquinaria se obtuvo por sondeo de prestaciones de este tipo de servicios en la VI Región, equivalente a un total de 20.000 pesos chilenos por hectárea, los cuales fueron

transformados a USD por medio de una aplicación de Google.

De la siguiente información se pudo extraer que de respetarse los precios de venta del bioestimulante NutraGreen® una vez ingresado a Chile, este tendría un ahorro comparativo, a lo largo del proceso productivo de lechugas tipo iceberg cv. Sahara, correspondiente a un 33% aproximadamente. En contraste con su homónimo Phyllum®, solo por concepto de costo de los bioestimulantes.

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre los productos bioestimulantes aplicados ni con el testigo sin aplicación. A pesar de lo anterior cabe mencionar que los valores más altos en todas las variables analizadas fueron alcanzados por la aplicación de NutraGreen® en una dosis de 1,0 mL/L o de Phyllum® a 3,0 mL/L.

Según el análisis económico realizado en base a los costos, se deduce una ventaja económica en el caso de utilizar NutraGreen® por sobre Phyllum®. Esto debido a que la dosis de aplicación de Nutragreen® representa un tercio de la dosis utilizada por Phyllum, además de contar con una aplicación menos a lo largo del proceso productivo.

A modo general es preciso señalar que este estudio no es concluyente sobre la utilización de bioestimulantes en el cultivo de lechugas de cabeza, para mejorar el rendimiento, ya que en todas las variables medidas no se presentan grandes diferencias entre los tratamientos con bioestimulantes y el tratamiento control.

BIBLIOGRAFÍA

ANASAC, productos. Disponible en: <http://www.anasac.cl/agropecuarios/productos>. Leído el 19 de junio del 2011.

Andrew, R. 2000. Objective Method for measuring firmness of Iceberg Lettuce. HortScience. 35: 894-897.

Albregts, E; C. Howard and C. Chandler. 1988. Effect of bioestimulants on fruiting of strawberry. Proc. Fla. State Hort. Soc. 101:370-372.

Arancibia, F. 1998. Efecto de diferentes productos bioestimulantes sobre el calibre, calidad y precocidad de tomate para primor (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Católica de Valparaíso. Área de hortalizas y flores, Facultad de Agronomía. Chile. 45p.

Biblioteca Técnica Servicios y Almacigos S.A. 2009. Disponible en: <http://allmacigos.cl/bt/EL%20CULTIVO%20DE%20LA%20LECHUGA.pdf>. Leído el 27 de mayo del 2011.

Brennan, M., G. Le Port and R. Gormley. 2000. Post-Harvest treatment with citric acid and hydrogen peroxide to extend the shelf life of fresh sliced mushrooms. Lebensmittel-Wissenschaft and technologie. 33: 283-289.

Cantwell M. and T. Suslow. 1997. Lettuce, Crisphead. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. Perishables Handling 92. Disponible en: <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/LettuceCrisphead/>. Leído el 20 de junio del 2011.

Chile Potencia Alimentaria. 2010. Bioestimulantes: Bienvenidos al Fruto-Culturismo. Disponible en: <http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/content/view/455958/Bioestimulantes-Bienvenidos-al-Fruto-Culturismo.html>. Leído el 15 de mayo del 2011.

Clydesdale, F. 1998. Color as a factor in food choice. Journal of Food Sciences and Nutrition. 33: 83-101.

COMPO AGRO, 2009. Ficha técnica Nitrofoska® foliar SL. Disponible en: http://www.compoexpert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/cl/documents/2009_Nitrofoska_Foliar_SL.pdf. Leído el 19 de junio del 2011.

Crouch, I. J., T. Schmidt, J. Van Staden, J. Lewis and V. Hood. 1992. Identification of auxin in a commercial seaweed concentrate. J. Plant Physiol 139: 590-594.

Csinzinszky, A. 1990. Response of two bell papper (*Capsicum annum* L.) cultivars to foliar and solid-applied biostimulants. Solil Crop Sci. Soc. Fla. Proc.49: 199-203.

Elliot, M. and M. Prebate. 1996. Response of "Tifdwarf" bermuda grass to seaweed-derived bioestimulants. HortTecnology. 6: 261-263.

FAOSTAT, 2010. Disponible en: http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es#VISUALIZE. Leído el 4 de mayo del 2011.

Fernández, V. and T. Eichert, 2009. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: Current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. Crit. Rev. Plant Sci. 36-68.

Giaconi, V. y M. Escaff, 1995. Cultivo de hortalizas. 11a. ed. Santiago, Ed. Universitaria. 337 p.

Google Earth, 2011. Disponible en: <http://googleearthonline.blogspot.com>. Leído el 20 de junio del 2011.

Guamán, M. 2004. Evaluación bioagronómica de cinco cultivares de lechuga y cuatro densidades de siembra. Tesis Ing. Agr. Riobamba, ESPOCH, FIA.125p.

Guamán, R. 2010. Estudio biagronómico de 10 cultivares de lechuga de cabeza (*Lactuca sativa*), utilizando dos tipos de fertilizantes orgánicos, en el Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Memoria Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador. 17p.

Integrated taxonomic information sistem (ITIS), 2010. Asteraceae of North America update. Disponible en: http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=36607. Leído el 7 de mayo del 2012.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2010. Estadísticas Agropecuarias, informe anual 2010. Disponible en: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_agropecuarias/pdf/agropecuarias_2_010.pdfwww.odepa.gob.cl/odepaweb/agrodatos/HORTALIZA_2010.xls. Leído el 2 de mayo del 2011.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1999. Huerta Familiar: Obtención y conservación de semillas hortícolas. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/ip_006.htm. Leído el 20 de mayo del 2011.

Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias (INIAP), 2009. Guía de cultivos. Ecuador. 186p.

- Kader, A., W. Lipton and L. Morris, 1973. System for scoring quality of harvested lettuce. HortScience. 408-409.
- Krarpup, C. y I. Moreira, 1998. Hortalizas de estación fría. Biología y diversidad cultural. Pontificia Universidad Católica de Chile, Vicerrectoría Académica, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile. Disponible en: http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498. Leído el 4 de mayo del 2011.
- Laiche, A. 1991. Evaluation of humic acid and slow release fertilizers on container-grown land-scape plants. Res. Rpt. Mississippi. Agr. For. Expt. Sta. 16:1-3.
- Lembi, C. and J. Waaland. 1988. Algae and agricultur. Cambridge University Press, Cambridge. 335-370.
- López, F. 1988. Combate biológico de *Sclerotinia sp* agente causal de la pudrición del cuello de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) con *Trichoderma sp* en condiciones de laboratorio e invernadero. Tesis Ing. Agr. Riobamba, SPOCH, FIA. 112p.
- Lumbi, C. 2011. Evaluación de la aclimatación y productividad de 17 cultivares de Lechuga Tipo Iceberg (*Lactuca sativa* L. var. Capitata) a campo abierto, en Macají, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Memoria de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador. 73-82.
- Macas, J. 1993. Estudio comparativo de trasplante entre los métodos manual y semi-mecanizado en el cultivo de la lechuga. Tesis Ing. Agr. Riobamba, ESPOCH, FIA. 112p.
- Maroto, J. 1994. Horticultura herbácea especial. 4ª Edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 611p.
- Maroto, J., A. Gómez y C. Baxauli. 2000. La lechuga y la escarola. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 242p.
- Mengel, K. 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. Acta Hortic. 33-47.
- Meléndez, G. y E. Molina. 2002. Fertilización foliar: Principios y aplicaciones. Universidad de Costa Rica. 10-12.
- Namesny, A. 1993. Post-Recolección de hortalizas. Reus, Editorial de horticultura, S.L. 330p.
- Núñez, L., G. Gómez y M. Arteaga. 2008. Efectos de tres bioestimulantes sobre los rendimientos en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Revista Electrónica Granma Ciencia 12(3). Disponible en:

<http://grciencia.idict.cu/index.php/granmacien/article/viewFile/202/605>. Leído el 15 de mayo del 2011.

Oficina de Estudio y Políticas Agrarias (ODEPA). 2010. Estadísticas por macro rubros. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/servlet/articulos.ServletMostrarDetalle;jsessionid=4E086253899B203EDBAC62C1DA5669CD?idcla=12&idn=2690>. Leído el 2 de mayo del 2011.

Pang, O. 2010. Efficacy of NutraGreen™ on iceberg lettuce (*Lactuca sativa*), North Skyland Zone (2009). INERGI AgroScience Report, 16 de Enero del 2010. 2p.

Román, S. 2002. Fertilización de cultivos Zona Centro Norte de Chile. Fertirriego, fertilización tradicional y fertilización foliar. SOQUIMICH (Eds). Agenda del salitre. (11ª ed). Santiago, Chile. 269-340.

Reigosa, M., N. Pedrol y A. Sánchez. 2004. La Ecofisiología Vegetal una ciencia de síntesis Internacional. THOMSON Editores Spain Paraninfo S.A., Segunda Reimpresión. Madrid, España. 8-9.

Ruso, R. and G. Berlyn. 1990. The use of organic bioestimulant to help low-input sustainable agricultura. J. sustain. Agric. 1(2): 19-42.

Saavedra, M. 2009. Fertilización foliar aminoacídica usando plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Milanese) como planta indicadora. Memoria de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. Concepción, Chile. 17p.

Semillas SEMINIS Sudamérica S.A., 2009. Lechugas escarolas. Disponible en: <http://www.semilleria.cl/desarrollo/DetalleProducto.aspx?id=60&idc=94>. Leído el 7 de mayo del 2012.

Steel, R. y J. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. McGrawHill. Bogotá. Colombia. 622 p.

Smith, R. y T. Smith. 2005. Ecología. Editorial Pearson Addison Wesley. Cuarta edición, traducido por Francesc Mezqita y Eduardo Aparici. Madrid, España. 275-286.

Suquilanda, M. 2003. Producción orgánica de cinco hortalizas en la Sierra Centro Norte del Ecuador. Editorial Universidad Central. Quito, Ecuador. 147-164.

Tay, S., J. Macleod, L. Palni and D. Letham. 1985. Detections of cytokinin production in a seaweed extract. Phytochem. 24: 2611-2614.

Yaucen, A. 2006. Evaluación de abonos orgánicos en la producción de lechugas (*Lactuca sativa* L.) bajo un sistema Agro-Forestal. Tesis Ing. Agr. Riobamba, SPOCH, FIA. 176p.

Zhang, X. and R. Schmidt. 1999. Biostimulating turfgrasses. Disponible en: http://grounds-mag.com/mag/grounds_maintenance_biostimulating_turfgrasses. Leído el 30 de abril del 2012.

Zhang, X. and E. Ervin. 2004. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop Science*. 44: 1737-1745.

APÉNDICE

Cuadro 8. Coeficientes de variación (CV) de cada una de las variables analizadas, por tratamientos y acumulado por variable.

	CV T1	CV T2	CV T3	CV T4	CV Total
Masa/Ud.	25	34	14	35	27
Masa Total	58	75	44	58	60
Color Ext.	9	17	12	8	11
Madurez	25	19	7	15	17
Diámetro	12	14	9	12	11
NH 7ddt.	11	4	2	4	6
NH 14ddt.	4	5	4	9	8
NH 28ddt.	8	12	3	5	9
FC 40ddt.	58	61	29	58	54
FC 50ddt.	28	47	22	36	34

Coeficiente de variación (CV), expuesto en términos porcentuales.