

## EVALUACION DE TRES VARIEDADES DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN DOS SISTEMAS DE HIDROPONIA BAJO AMBIENTE SEMI CONTROLADO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL CHOCLOCA

### EVALUATION OF THREE LETTUCE CROP VARIETIES (*Lactuca sativa* L.) IN TWO HYDROPONICS SYSTEMS UNDER SEMI-CONTROLLED ENVIRONMENT IN THE EXPERIMENTAL CENTER OF CHOCLOCA

Cruz Mendoza Andrea<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Trabajo de investigación realizado para obtener el Título de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

**Dirección para la correspondencia:** Andrea Cruz Mendoza, Av. San Luis, Barrio San Luis. Tarija, Bolivia

**Correo electrónico:** andrea.cruz.m@live.com

#### RESUMEN

La producción de hortalizas se desarrolla en todas las macro ecorregiones del país, siendo los de mayor importancia en los valles mesopotámicos del país. La población dedicada a la actividad hortícola pasa las 500.000 familias quienes cuentan con un terrenos pequeños y medianos que oscilan de 1.500 m<sup>2</sup> hasta 5 ha. El trabajo de investigación se llevó a cabo en el centro experimental de Chocloca (CECH) dependiente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho". El objetivo del trabajo consistió en la evaluación de 3 variedades de lechuga (Great Lakes, White Boston y Grand Rapids Tbr) bajo dos sistemas hidropónicos (sistema de riego recirculante y sistema raíz flotante).

El diseño experimental utilizado fue de diseños completamente aleatorio. Con los resultados obtenidos se determinaron que no hay diferencias estadísticas entre las variedades y sistemas.

**Palabras claves:** Hidroponía. Poder germinativo, costos fijos, campaña.

#### ABSTRACT

Vegetable production develops in all macro ecoregions of the country, the most important ones are in the Mesopotamian valleys. The population engaged in horticulture is about 500,000 families who have small and medium fields ranging from 1,500 m<sup>2</sup> up to 5 ha. The research was carried out in the Experimental Center of Chocloca (CECH) which depends on the Faculty of Agricultural and Forestry Sciences of the University "Juan Misael Saracho". The aim of the work was the evaluation of 3 varieties of lettuce (Great Lakes, White Boston

and Grand Rapids TBR) under two hydroponics systems (recirculating irrigation system and floating root system).

The experimental design was completely random. The results determined that there are no statistical differences between varieties and systems.

**Key words:** Hydroponics, germinating power, fixed costs, campaign.

#### INTRODUCCIÓN

La Hidroponía es una técnica de producción agrícola en la que se cultiva sin suelo y donde los elementos nutritivos son entregados en una solución líquida. Es el aspecto técnico muy interesante brinda nuevas posibilidades, beneficios y ventajas frente a los cultivos tradicionales el cual reduce costos ahorrando operaciones, espacio y brinda una mejor calidad de productos sin desgaste del suelo.. La lechuga es un alimento que aporta muy pocas calorías, alto porcentaje de agua (90-95%), vitaminas (folatos, pro vitamina A o beta-caroteno y cantidades apreciables de vitamina C), Minerales (potasio y magnesio) y fibra. (Rodríguez A. 2007).

Las hojas extremas de color oscuro son nutritivas que las blanquecinas del interior, la forma cruda es la mejor forma de disfrutar de su frescura, agradable sabor y valor nutritivo, textura firme, que va desde un verde oscuro hasta verde claro. (Galván et al. 2008).

La palabra hidroponía es usado sólo para describir sistemas basados en agua, pero en el sentido más amplio, el término es el de cultivo sin suelo. Durante años la hidroponía ha sido muy usada

para la investigación en el campo de la nutrición mineral de las plantas. Hoy en día la hidroponía es el método más intensivo de producción hortícola; generalmente es de alta tecnología y de fuerte capital, y viene siendo aplicada exitosamente con fines comerciales en países desarrollados. (Chávez et al. 2006).

En los últimos diez años, el área mundial destinada a la producción hidropónica se ha incrementado notablemente. En 1996 el área mundial era de 12,000 hectáreas (ISOSC; Sociedad Internacional de Cultivo Sin Suelo) y, según las últimas proyecciones, habrían más de 35,000 hectáreas, de las cuales alrededor del 80% (24,000 hectáreas) son cultivadas sólo por 10 países (Holanda, España, Canadá, Francia, Japón, Israel, Bélgica, Alemania, Australia y Estados Unidos). Los únicos países latinoamericanos considerados como países hidropónicos son México y Brasil. Los sistemas mayormente utilizados son el sistema de riego por goteo con lana de roca y el sistema NFT. Los cultivos hidropónicos más rentables son tomate, pepino, pimiento, lechuga y flores cortadas (Marulanda C. (2003).

Actualmente, la hidroponía está ingresando al mercado de comercialización nacional, en una variedad de productos entre ellos el pionero es la lechuga con fines comerciales se encuentran en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz. El principal centro de producción es Cochabamba ubicado en la provincia de Tiquipaya del país que desde hace ocho años ofrece al mercado productos una amplia gama de variedades de lechuga. (Myrna, 2013)

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS

### a) Ventajas

- Permite aprovechar tierras o suelos no aptos para la agricultura tradicional.
- Menor consumo de agua 70% menos de agua y fertilizantes. La técnica es muy apropiada en zonas donde hay escasez de agua.
- No contamina el medio ambiente.
- Crecimiento más rápido y vigoroso de las plantas.
- La producción es intensiva, lo que permite tener mayor número de cosechas por año.
- El uso de agua potable o de pozo se usa un 70% menos de agua, garantizando que el cultivo hidropónico sea un producto libre de contaminación y de enfermedades.
- La técnica también puede ser usada con fines sociales para mejorar los ingresos de la población menos favorecida al generar autoempleo en

sus propios hogares y para mejorar la cantidad y la calidad de alimentación familiar.

### b) Desventajas

- Elevados costos de producción.
- El desconocimiento del sistema hidropónico apropiado para producir un determinado cultivo.
- El desconocimiento del manejo agronómico puede reducir significativamente los rendimientos.
- La falta de experiencia en el manejo de las soluciones nutritivas puede alterar su composición y afectar la apariencia y calidad de las plantas.

## TIPOS DE CULTIVOS HIDROPONICOS

El sistema hidropónico abarca desde los más simples a los más sofisticados completamente automatizados. Entre los sistemas más conocidos están los sistemas hidropónicos en agua y los sistemas hidropónicos en sustratos.

### SISTEMA RECIRCULANTE Ó NFT

El término NFT son las iniciales de Nutrient Film Technique (la técnica de la película nutriente). También se le conoce como sistema de recirculación continua. El principio del sistema consiste en recircular continuamente la solución por una serie de canales de PVC de forma rectangular y de color blanco, llamados canales de cultivo. En cada canal hay agujeros donde se colocan las plantas sostenidas por pequeños vasos plásticos.

Los canales están apoyados sobre mesas o caballetes, y tienen una ligera pendiente que facilita la circulación de la solución, luego la solución es recolectada y almacenada en un tanque. Una electrobomba funciona continuamente durante las 24 horas del día.

Por los canales circula una película o lámina de apenas 3 a 5 milímetros de solución nutritiva. La recirculación mantiene a las raíces en contacto permanente con la solución nutritiva, favoreciendo la oxigenación de las raíces suministrando adecuadamente los nutrientes minerales para las plantas, es un sistema usado para cultivos de rápido crecimiento como la lechuga. (Rodríguez, 2013).

Para que la solución nutritiva fluya constantemente en el sistema, se requiere que ésta sea impulsada desde el estanque hacia la parte elevada de

los canales de cultivo, y luego descienda a través de ellos por gravedad. Este descenso se produce gracias a la pendiente longitudinal de los canales de cultivo. En general, se recomienda que esta inclinación sea de alrededor de un 2 %. Pendientes superiores a 5%, dificultan la absorción de agua y nutrientes por las raíces del cultivo; en cambio las pendientes menores a 2%, no facilitan el adecuado retorno de la solución al estanque colector, ni tampoco la mantención de la altura de la lámina de solución nutritiva. (Carrasco, 1996).

Para la mantención de los requerimientos mencionados anteriormente, se necesita además considerar un largo máximo de canales de cultivo no superior a los 15 metros. De esta forma, se logra que la solución nutritiva se mantenga con un adecuado contenido de oxígeno posible de ser absorbido por las raíces de las plantas. Longitudes superiores a la indicada posibilitan la existencia de baja concentración de oxígeno en solución y por lo tanto conlleva un menor crecimiento de las plantas, especialmente de las ubicadas en el extremo final del canal. Además, al trabajar con canales muy extensos se dificulta la sujeción de éstos. (Carrasco, 1996)

## SISTEMA RAÍZ FLOTANTE

Es un sistema hidropónico por excelencia porque las raíces de las plantas sumergidas parcialmente en solución nutritiva. Se emplean planchas de termopor o poliestireno expandido, las cuales flotan sobre la solución nutritiva que debe ser aireada con cierta frecuencia. La plancha actúa como soporte mecánico y cada una flota sosteniendo un determinado número de plantas. Este sistema ha sido adaptado para ser utilizado en proyectos de hidroponía social en diferentes países latinoamericanos, generalmente para cultivar hortalizas de hojas, como diversas variedades de lechugas. (FOCIR, 2005).

Para lograr una buena producción en muy importante airear la solución nutritiva, esta se puede hacer inyectando aire con una compresora o manualmente utilizando un batidor plástico limpio, por lo menos dos veces al día. La presencia de raíces de color oscuro en un indicador de mala oxigenación que limita la absorción del agua y nutrientes, afectando el crecimiento y desarrollo de las plantas. La cantidad de la solución nutritiva consumida dependerá de la edad de la planta de su variedad y de la longitud de sus raíces. (Marulanda, 2003).

## MATERIALES Y METODOS

### Tratamientos

En la presente investigación se ha considerado dos factores, el A y el B; el factor A contiene dos sistemas de riego y el Factor B Tres variedades de lechuga, que hacen un total de seis tratamientos.

Descripción de los factores

Factor A: Tipos de sistemas de riego hidropónico

- A1: Sistema de riego raíz flotante
- A2: Sistema de riego recirculante

Factor B: Variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*)

- B1: White Bostón
- B2: Great Lakes
- B3: Grand Rapids Tbr

### Diseño Experimental

Para efectuar la presente investigación se utilizó diseño completamente aleatorio, con 6 tratamientos y 3 réplicas, bajo ambiente semi controlado.

El tamaño de la unidad experimental "NFT" fue de 36.8 m<sup>2</sup>; con 702 plantas de lechugas, y para la unidad experimental de raíz flotante fue de 5.94m<sup>2</sup>; con 171 plantas de lechugas haciendo una superficie total de 105m<sup>2</sup>. Los datos obtenidos a partir de este ensayo fueron evaluados e interpretados a través de una ANOVA (0.05), una vez que se corroboró la normalidad de los datos.

### Establecimiento Del Ensayo

#### Restauración y limpieza del área

Se realizó la limpieza del invernadero a la misma vez de nivelar la superficie donde se armó los sistemas, con ayuda de una cinta métrica la superficie total y posteriormente al pintado de las estructuras metálicas y finalmente el cubrimiento del invernadero con malla sombra los laterales y por encima uniendo las partes con hilo cáñamo.

**Figura 1.** Cubrimiento con malla sombra el invernadero



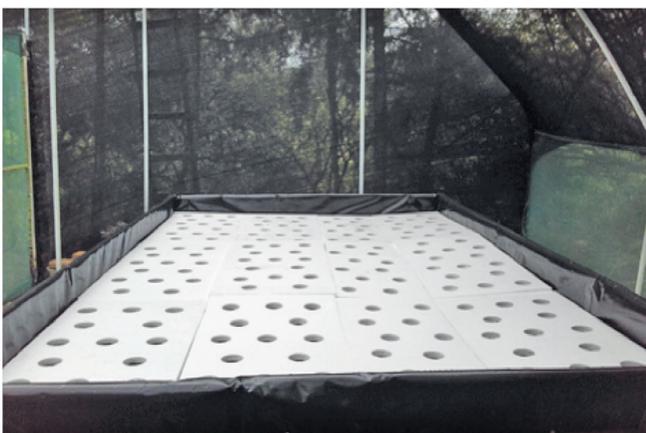
### Armado del Sistema Raíz Flotante

Una vez que se replanteo, se trazó y alineó las dimensiones del invernadero se realizó un diseño para ambientar los dos sistemas hidropónicos y la parte del almacigo.

Posteriormente se realizó la colocación de las bases para el soporte del contenedor realizado por tablas de madera forrado con plástico negro de mayor micraje sujetado los laterales con chinchas para evitar las goteras o pérdida de los nutrientes

Finalmente se realizó el sistema tres bolillos en el plastafor luego la perforación de los orificios con ayuda de un cilindro galvanizado caliente con un diámetro de 2".

**Figura 2.** Colocación de los plastafores al contenedor



### Armado del Sistema NFT

Se diseñó el sistema NFT de acuerdo a las dimensiones del invernadero y se procedió al armado de caballetes según el modelo estadístico. Posteriormente se realizó la perforación de las tuberías de 4" con un taladro con broca de 2" a

20 cm de distancia así mismo se realiza el trabajo del nivelado del suelo para colocar los caballetes soportados por zapatas.

Luego se realizó las excavaciones para el tanque y las tuberías de distribución para el desagüe de la solución nutritiva. También se colocó un nylon negro por dentro de las tuberías para evitar la presencia de las algas y se culmina con el trabajo de plomería e hidráulica.

**Figura 3.** Colocado de las tuberías a los caballetes



### Sistema Eléctrico y Programación

El sistema eléctrico del invernadero no solo provee electricidad a los distintos componentes, sino también posibilita programar los turnos de encendido de la bomba para evitar el uso de mano de obra. En esta oportunidad se utilizó el timers analógico marca Sica (S.A.I.C.) de origen Argentino, ya que es relativamente económico y confiable, y desempeña bien la función se realiza.

### Prueba de Germinación

Se remojo la semilla con agua para quitar el fungicida, para facilitar su germinación y seleccionar la uniformidad de la semilla. La prueba se realizó el 15 de agosto del 2015, colocando las 100 semillas en la caja petri para verificar la hermeticidad y el grado de germinación de las variedades de lechuga. Pasados los siete días la variedad Grand Rapids Tbr germina un 95%; Great Lakes 19%; Write Boston 35%.

El almacigo de las tres variedades de lechuga se realizó el 27 de Septiembre del 2015, en el invernadero de aclimatación, en cajas de madera forrado con nylon negro con un orificio en la parte superior.

Se utilizó el sustrato preparado y esterilizado del CECH. Luego se realizó la nivelación del sustrato abriendo los surcos tres veces mayor al diámetro

de la semilla, la cual se sembró a chorro continuo, cubriendo con una capa delgada del mismo sustrato. Inmediatamente se regó suavemente, tapándose con papel o malla para mantener la humedad, posteriormente regando diariamente solo con agua para mantener húmedo el sustrato, hasta la germinación y emergencia de las plantas.

### Preparación de la solución nutritiva

El balance nutricional y la preparación de la solución nutritiva para el ciclo fenológico de la lechuga se realizó de acuerdo a la formulación de la Universidad Peruana La Molina.

**Tabla 1.** Balance nutricional para el cultivo de lechuga

Elemento	Gramos
N	240
P	36
K	240
Ca	130
Mg	45
S	61
Fe	1.0
Mn	0.5
Bo	0.5
Zn	0.15
Cu	0.15
Mo	0.01

Fuente: Rodríguez, 2009.

Los fertilizantes que se emplearon para la preparación de la solución nutritiva son los siguientes:

**Tabla 2.** Composición de las sales

MACRONUTRIENTES	
Compuesto	Composición
Nitrato de potasio	13,5% N, 45% K <sub>2</sub> O
Fosfato Monoamónico	12 % N, 60% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Nitrato de amonio	33% N
Nitrato de calcio	15,5% N, 9% CaO
Nitrato de magnesio	16% Mg, 13% S
MICRONUTRIENTES	
Micromix	

### pH y Conductividad

En el tanque se midió la cantidad de agua, para preparar la solución nutritiva luego se ajustó el

pH del agua de acuerdo al rango necesario y se preparó la solución concentrada A y B, disolviendo uno por uno hasta su disolución total de los macronutrientes y los micronutrientes. Una vez ya preparado las dos soluciones se mezcló en el total del agua que se tuvo en el tanque, una vez mezclada las soluciones se midió la conductividad y el pH para verificar si la solución nutritiva está en los rangos recomendados.

### Preparación de la Solución Nutritiva para el Sistema Recirculante y Raíz Flotante

#### Concentración media

Los componentes y la proporción de los mismos en la solución se detallan en la siguiente Tabla.

**Tabla 3.** Concentración media de solución nutritiva

Para 7,81 L de agua	
Solución Concentrada A	
(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ca	1.07 gr
KNO <sub>3</sub>	0.61 gr
SO <sub>4</sub> Mg	0.39 gr
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0.07 gr
NH <sub>4</sub> HPO <sub>4</sub>	0.13 gr
Solución Concentrada B	
micronutriente	0.02 gr

#### Concentración completa

Del 4 al 11 de octubre del 2015, se inició el riego del almacigo usando la concentración completa.

**Tabla 4.** Concentración completa de la solución nutritiva

Para 7,81 L de agua	
Solución Concentrada A	
(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ca	2.14 gr
KNO <sub>3</sub>	1.23 gr
SO <sub>4</sub> Mg	0.78 gr
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0.15 gr
NH <sub>4</sub> HPO <sub>4</sub>	0.26 gr
Solución Concentrada B	
micronutriente	0.05 gr

Después de las dos semanas que transcurrieron desde el almacigo se observa las plántulas de lechugas, listas para realizar el primer transplante

o post almacigo, de las cuales se realizaron el trasplante las plántulas más vigorosas para ambos sistemas es el mismo procedimiento.

**Primer Transplante o post almacigo para los dos sistemas raíz flotante y recirculante.**

El primer trasplante o post almacigo de las tres variedades se realizó a los 15 días después de la siembra, consistió en elegir los plantines de lechuga que se encuentran con un tamaño de hojas y raíces adecuadas para realizar el trasplante.

**Figura 4.** Selección de las plántulas



Posteriormente se lavaron las raíces de las plántulas y se eliminaron los restos del sustrato de las raíces y se llevaron las plántulas envueltas con un trozo de esponja a la altura del cuello y se colocan dentro de los alveolos.

**Figura 5.** Transplante de las plántulas a los alveolos



En esta fase las variedades permanecieron 3 semanas. Agitando tres veces por día la bandeja del cultivo para oxigenar las raíces y de esta manera poder tener un buen desarrollo de la lechuga.

Otro aspecto que también se controló frecuentemente fue la temperatura del agua ya que el calor fermenta la solución nutritiva. El mismo proceso se realizó para los dos sistemas hidropónicos.

**Preparación de la Solución Nutritiva para el Sistema Recirculante**

En el tanque de 1000 litros se adiciono el agua bajando al pH adecuado, en dos baldes de plástico de 10 L de capacidad se agregó 5 litros de agua y se agito por separado los macronutrientes y micronutrientes.

**Tabla 5.** Cantidad de sales para 1000 litros de agua

Para 1000 L de agua	
<b>Solución Concentrada A</b>	
<b>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Ca</b>	274 gr
<b>KNO<sub>3</sub></b>	316 gr
<b>SO<sub>4</sub>Mg</b>	200 gr
<b>NH<sub>4</sub> NO<sub>3</sub></b>	40 gr
<b>NH<sub>4</sub> HPO<sub>4</sub></b>	69 gr
<b>Solución Concentrada B</b>	
<b>micronutriente</b>	15 gr

**Transplante definitivo de los Dos Sistemas Hidropónicos.**

Para el trasplante definitivo se seleccionó las mejores plántulas para llevarles a los canales de cultivo de los sistemas NFT y raíz flotante.

**Figura 6.** Transplante definitivo de la lechuga en el sistema "NFT".



**Figura 7.** *Transplante definitivo sistema raíz flotante*



### Perdida del Sistema Raíz Flotante

Por los fuertes vientos que se produjeron en el lugar donde se encontraba implementado el invernadero, se elevó el agrofil dejando al sistema raíz flotante al descubierto, por lo cual, se sufrió la pérdida total de las parcelas.

**Figura 8.** *Perdida del sistema raíz flotante*



### Cosecha

La cosecha de las tres variedades del sistema NFT se realizó el 20 de diciembre del 2015.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Cabe aclarar que no se darán los resultados como se planteó en los objetivos debido a que días antes de la cosecha del sistema raíz flotante sufrió la

pérdida total de las parcelas en experimentación debido a que el viento elevó el agrofil del invernadero dando como resultado final el quemado total de las tres variedades de lechuga, los resultados evaluados son pertenecientes al sistema recirculante.

### Variables Agronómicas del Sistema "NFT"

En base a los datos obtenidos en el trabajo de campo, se procedió a realizar el análisis de las variables Agronómicas. Luego de realizar los análisis estadísticos se obtuvieron los resultados de las variables respuesta del sistema hidropónico recirculante de lechuga que se muestran a continuación.

### Rendimiento de las tres variedades de lechuga

El crecimiento y desarrollo de los vegetales está en función de la absorción de los nutrientes, en ese entendido se registró visualmente diferencias en el desarrollo de cada variedad.

**Tabla 6.** *Rendimiento de tres variedades de lechuga en el sistema recirculante.*

Variedad	Plantam <sup>2</sup>	Peso materia verde (gr).	Rendimiento (Tn./ha.)
Great Lakes	25	134.13	33.532
Grand RapidsTbr	25	106.87	26.715
White Boston	25	97.85	24.462

El análisis de varianza para las variedades de lechuga no mostró diferencia significativa de ( $P=0.69$ ) en relación al rendimiento. Siendo la probabilidad estadística mayor a 5 % se acepta la hipótesis de que las variedades de lechuga empleadas en la presente investigación (Great Lakes, Grand Rapids Tbr y White Boston) presentan rendimientos iguales estadísticamente por lo tanto no se presenta diferencias.

En cuanto al rendimiento de las variedades de lechuga se presentan diferencias, aunque estadísticamente no significativa. La variedad Great Lakes fue superior en cuanto al rendimiento, alcanzando 33.53 Tn/ha, en tanto que la variedad Grand Rapids Tbr logró producir 26.72 Tn/ha y por último la variedad White Boston con 24.46 Tn/ha. Great Lakes rindió 20 % y 27 % más que Grand Rapids Tbr y White Boston respectivamente.

El mayor rendimiento de la variedad Great Lakes,

podría estar relacionada a la respuesta varietal y genética de la variedad permitiendo el mayor rendimiento en el sistema hidropónico recirculante. Por otra parte, la variedad Great Lakes de acuerdo a su morfología es la que se adecua de mejor manera al sistema, en comparación a las variedades Grand Rapids Tbr y White Boston respectivamente.

En estudios realizados por Rodríguez, Hoyos y Chang, (2002), las variedades de lechuga que respondieron mejor a la producción hidropónica fueron la cressa hoja de Laurel, Butter Head y Romana. La producción en el sistema recirculante de las variedades de lechuga mostró un comportamiento diferente desde el almácigo, hasta la cosecha, las diferencias fueron altamente notorias de las variedades evaluadas. Los rendimientos menores de las variedades Grand Rapids Tbr y White Boston podrían deberse a que la variedad Grand Rapids Tbr depende en gran medida de los fotoasimilados para completar su ciclo vegetativo, mientras que la variedad White Boston tiene problemas en la formación de las hojas. Además de estos factores señalados líneas arriba, el menor rendimiento de las variedades Grand Rapids Tbr y White Boston podría asumirse a lo encontrado por Leja et al., 1994; Sorensen et al., 1994; Custic et al., 1994; Dapoigny et al., 1996, quienes en numerosas investigaciones afirman que la radiación y la temperatura han sido identificado como los factores de mayor importancia para la tasa de crecimiento de la lechuga, debido a que se asocian a una disminución del contenido de clorofila. De esta forma, puede inferirse que el nivel de radiación actúa sobre la tasa de crecimiento controlando la tasa de asimilación neta o el ritmo fotosintético. De igual manera cuando se evaluaron las tres variedades de lechuga en el sistema indicado, dándole las mismas condiciones a las tres variedades.

### **Desarrollo de las raíces de las tres variedades (cm)**

El desarrollo radicular en los vegetales permite una eficiente absorción de los nutrientes por consiguiente una mejor respuesta del rendimiento esperado del cultivo.

Los datos registrados del largo de la raíz fueron analizados a través de la Prueba Estadística de F. El análisis de varianza para las variedades de lechuga no mostró diferencia significativa de ( $P=0.79$ ) en la variable analizada. Siendo la probabilidad estadística mayor a 5 % se acepta la hipótesis de que las variedades de lechuga empleadas en la presente investigación (Great

Lakes, Grand Rapids Tbr y White Boston) presentan el largo de raíz con valores estadísticos iguales por lo tanto se declaran homogéneas. Aunque entre las variedades de lechuga se evidencio diferencias, la respuesta del largo de la raíz fue diferente con respecto a cada variedad. La variedad Great Lakes fue superior comparada a las dos restantes variedades, alcanzando 18.4 cm, en tanto que la variedad Grand Rapids Tbr mostró un desarrollo de 18.0 cm y por último la variedad White Boston con 16.1 cm. La variedad Great Lakes fue superior en 2 % y 12 % más que Grand Rapids Tbr y White Boston respectivamente. Este comportamiento fue similar a la respuesta de las variedades en el rendimiento.

En este entendido, el valor más alto de la variedad Great Lakes puede atribuirse a sus características morfológicas y genéticas.

### **CONCLUSIONES**

Los resultados encontrados en la presente investigación permiten concluir:

- Las variedades estudiadas Great Lakes, Grand Rapids Tbr y White Boston no mostraron diferencias estadísticas en relación al rendimiento en el sistema hidropónico "NFT".
- Las variedades estudiadas Great Lakes, Grand Rapids Tbr y White Boston no mostraron diferencias estadísticas en relación al largo de la raíz en el sistema hidropónico "NFT".
- Se evidenció que la variedad Great Lakes fue superior numéricamente a las restantes variedades, promoviendo un rendimiento superior en 20 y 27 %. Similar comportamiento se observó en relación al desarrollo radicular.

### **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. Jose Gino Aguirre UMSS "Universidad Mayor de San Simon" Cochabamba.

A la Ing. Verónica Oller Muguertegui Jefe de Laboratorio de Rizobiología del CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical) Santa Cruz

Al Ing. Javier Eddy Reyes Flores investigador del INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal) Tarija.

### **BIBLIOGRAFIA**

Acosta I. (2016). Herbario Universitario. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. UAJMS, Tarija-Bolivia. Fax (590) 6643403

Barba J. 2012. La lechuga: ¿aliada contra el estrés y la ansiedad? [www.hola.com/cocina/.../propiedades-lechuga-combatir-estres-ansiedad](http://www.hola.com/cocina/.../propiedades-lechuga-combatir-estres-ansiedad). <http://www.hola.com/>

Carrasco (1996). La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante ("NFT"), Universidad de Talca, Chile. 62 p. Disponible en: <http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/2927/1/NFT.pdf>

Chávez et al. 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Mendoza. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 148 p. Disponible en: [http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp\\_jaboticabal/Manual\\_Soln\\_Nutritivas.pdf](http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Manual_Soln_Nutritivas.pdf).

FOCIR. 2005. Hidroponía altos rendimientos en el cultivo de hortalizas. Lima, Perú. No.2. Vol.1.5 p. disponible en: [focir.gob.mx. http://www.focir.gob.mx/documentos/boletin/infocirjul1.5p](http://www.focir.gob.mx/documentos/boletin/infocirjul1.5p).

Granval & Gaviola (1991). Manual de producción de semillas hortícolas. Lechuga. Sanidad vegetal, Horticultura, Producción vegetal. Argentina, Mendoza. Instituto Nacional de Tecnología

Agropecuaria. 76p. disponible en: <http://inta.gov.ar/personas/granval.nelida>

Galván et al. 2008. Lechuga Cultivos de hoja. Uruguay. Facultad de Agronomía Curso de Horticultura 2008. 43p. disponible en: [www.fagro.edu.uy/~horticultura/.../Lechuga%201%20Guillermo.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~horticultura/.../Lechuga%201%20Guillermo.pdf)

Marulanda C. 2003. Hidroponía familiar cultivo de esperanzas con rendimientos de paz. Armenia, Colombia. Universidad la Gran Colombia. 173 p. disponible en: [http://www.pnud.org.co/img\\_upload/hidroponia2004.pdf](http://www.pnud.org.co/img_upload/hidroponia2004.pdf)

Myrna (2013). Mis blogs. Importancia de la hidroponía. <http://importanciadelahidroponia.blogspot.com/2013/03/la-hidroponia-agricultura-hidroponica.html>

Rodríguez A. 2007. Centro de investigación de hidroponía y nutrición mineral. Av. Molina, Lima 12-Perú. La Molina s/n. Telf. (51-1)614-7800. 276. Fax(51-1) 348-5359) disponible e: [redhidro@lamolina.edu.pe](mailto:redhidro@lamolina.edu.pe)

#### **Artículo Científico**

**Recibido:** 1 de agosto de 2016

**Aprobado:** 28 de octubre de 2016