

Evaluación del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo los sistemas de organoponía y semiprotegido

Evaluation of the cultivation of the lettuce (*Lactuca sativa* L.) under organoponico and semi-protected systems

Dania Bárbara Núñez Sosa¹, Dianela Ibáñez Madan¹, Ramón Liriano González¹ y Miladys Boche Yera²

⁽¹⁾ Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Carretera a Varadero km. 3, Matanzas, Cuba. C.P. 44740

⁽²⁾ Laboratorio Provincial de Suelo, Matanzas, Cuba

E-mail: dania.nunes@umcc.cu

RESUMEN. El presente trabajo se desarrolló en áreas del organopónico perteneciente al Laboratorio Provincial de Suelos de la provincia de Matanzas, con el objetivo de evaluar el comportamiento del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de organopónico y semiprotegido. Se estudiaron dos variedades: Fomento 95 y Black Seeded Simpson (BSS). El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar. Los datos fueron procesados según el paquete Statgraphic plus 5.1 sobre Windows. Se evaluó el número de hojas totales, número de hojas comerciales, diámetro de la roseta de hojas, rendimiento en kg/m², contenido de proteínas y carbohidratos solubles totales. Los resultados obtenidos permitieron concluir que en condiciones de organopónico, la variedad Fomento 95 mostró un incremento significativo del número de hojas totales y comerciales con relación a las condiciones de semiprotegido; mientras que la variedad BSS mostró solo diferencias significativas en las hojas comerciales; no reportándose diferencias significativas en cuanto a rendimiento para ambas variedades bajo las condiciones estudiadas; el análisis de carbohidratos y proteínas solubles totales disminuyó significativamente bajo condiciones de semiprotegido.

Palabras clave: Lechuga, organopónico, semiprotegido, rendimiento.

ABSTRACT. The research was done in the organoponico at the Soil Laboratory in Matanzas. The objective was to evaluate the response of the of the lettuce (*Lactuca sativa*, L.) cultivation under conditions of organoponic and Semi-protected cultivation systems. Two varieties were studied: Fomento 95 and Black Seeded Simpson (BSS). The random block design was used. The data were processed using the Statgraphic plus 5.1 package for WINDOWS. The total number of leaves, number of commercial leaves, diameter of bush, yield in kg/m², total content of soluble proteins and carbohydrates were evaluated. In conclusion, the variety Fomento 95 showed a significant increment of the total number of leaves in the organoponico system and commercial leaves with respect to the semi-protected conditions; the BSS variety showed only significant differences in commercial leaves; no significant differences in yield for both varieties were reported under the studied conditions. The analysis showed that the total soluble carbohydrates and proteins content decreased significantly in both varieties under semi-protected conditions.

Key words: Lettuce, organoponic, semi-protected, yield.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de la población a nivel mundial demanda la búsqueda de una respuesta alimentaria que supla las necesidades humanas. Dentro de la Agricultura Urbana, la producción en organopónicos ha resultado una alternativa y recientemente se ha venido trabajando en la producción bajo condiciones semiprotegidas para atenuar las condiciones del clima, tecnología que resulta conveniente aplicar a muchas especies de

vegetales de hoja, de flores y de frutos, con vista a buscar mayor calidad y depender de los cultivos, lo que ofrece cierta protección ante los frecuentes cambios climáticos que se presentan en Cuba, con las altas temperaturas.

La organoponía semiprotegida (cultivo bajo tendales o zarán) constituyen una tecnología que se ha ido perfeccionando en Cuba a partir de los estudios

realizados por un Grupo Multidisciplinado del INIFAT. Se basa en un paradigma orgánico donde la calidad del sustrato incluye la garantía y disponibilidad del humus de lombriz, producto que resulta esencial, además de formar parte hoy en día de uno de los subprogramas de la Agricultura Urbana. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) para dos condiciones de producción en organopónico y semiprotegido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en áreas del organopónico perteneciente al Laboratorio Provincial de Suelos de la provincia de Matanzas. Como material vegetal se emplearon las variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Fomento 95 y Black Seeded Simpson. El experimento se realizó en los meses de febrero y marzo del 2012, en condiciones de organopónico y semiprotegido.

Se realizó un análisis del sustrato utilizado para determinar el contenido de materia orgánica por el método de Walkley Black (combustión húmeda), P_2O_5 ($cmol.kg^{-1}$) y K_2O ($mg/100 g$), utilizando H_2SO_4 y dicromato de potasio como agentes oxidantes; así como el pH en agua destilada.

El montaje del experimento en ambas modalidades fue utilizando tres canteros contiguos de 5 m de largo. Se identificaron dos parcelas experimentales de 2 m^2 , separadas por barreras de 50 cm.

En el momento de la cosecha se tomaron 25 plantas aleatoriamente por parcela experimental determinándose:

- Número de hojas totales. Por conteo directo.
- Número de hojas comerciales. Por conteo directo, desechando aquellas hojas no aptas para el consumo por estar dañadas al entrar en contacto directo con el sustrato.
- Diámetro de la roseta de hojas. Empleando una cinta métrica.
- Rendimiento en kg/m^2 .
- Contenido de proteínas solubles totales. Se determinó a través del método colorimétrico descrito por Lowry *et al.* (1951), empleando albúmina de suero bovino (BSA) como patrón. Las mediciones espectrofotométricas descritas en el presente trabajo

fueron realizadas con un espectrofotómetro UV/VIS Ultrospec 2000 (Pharmacia Biotech, Suecia).

· Contenido de carbohidratos solubles totales. Se determinó en las hojas por vía colorimétrica utilizando el método del fenol-ácido sulfúrico (Dubois *et al.*, 1956), empleando D-glucosa como azúcar patrón. Las muestras fueron leídas a una absorbancia de 490 nm.

El diseño estadístico utilizado fue el de bloques al azar con tres réplicas. Los datos obtenidos fueron procesados con el paquete Statgraphic plus 5.1 sobre WINDOW. Se determinó el ajuste de los datos a una Distribución Normal mediante la prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov-Smirnov y la Homogeneidad de Varianza mediante las Pruebas de Bartlett (Sigarroat, 1985). En los casos en que los datos cumplieron los requisitos exigidos, se procesaron los mismos mediante ANOVA de clasificación simple con un nivel de confianza del 95 %.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados analíticos de las muestras de sustrato demuestran que la materia orgánica, los contenidos de fósforo y de potasio asimilable son muy bajos al ser comparados con los parámetros establecidos (tabla 1). El pH de manera general es ligeramente ácido, con valores que oscilan entre 6,54 y 6,85.

Al evaluar la respuesta agroproductiva representada en el número de hojas totales (figura 1) se aprecia que la variedad Black Seeded Simpson no presentó diferencias significativas en las condiciones estudiadas; por el contrario, las plantas cultivadas de la variedad Fomento 95, en condiciones de semiprotegido, mostraron una reducción significativa del número total de hojas con relación a las plantas en condiciones de organopónico (figura 1). Estos resultados sugieren una mayor susceptibilidad de esta variedad a las variaciones de la radiación solar, factor relacionado con la formación de las hojas. En tal sentido, Wurr *et al.* (1981) consideran muy importante el efecto de la radiación y la temperatura sobre la tasa de crecimiento de la lechuga, lo que se expresa en el incremento del número de hojas y el peso seco de la planta. Resultados similares fueron obtenidos por Arozarena *et al.* (2008) en condiciones de semiprotegido, referente al número

Tabla 1. Resultados analíticos del sustrato

Canteros	MO (%)	P ₂ O ₅ cmol.kg ⁻¹	K ₂ O mg/100 g	pH
Organopónico	1,758	25,38	0,191	6,55
Organopónico	1,853	24,91	0,178	6,69
Organopónico	2,051	24,61	0,156	6,54
Semiprotegido	1,963	25,64	0,285	6,59
Semiprotegido	2,352	25,85	0,294	6,74
Semiprotegido	1,584	24,85	0,257	6,85

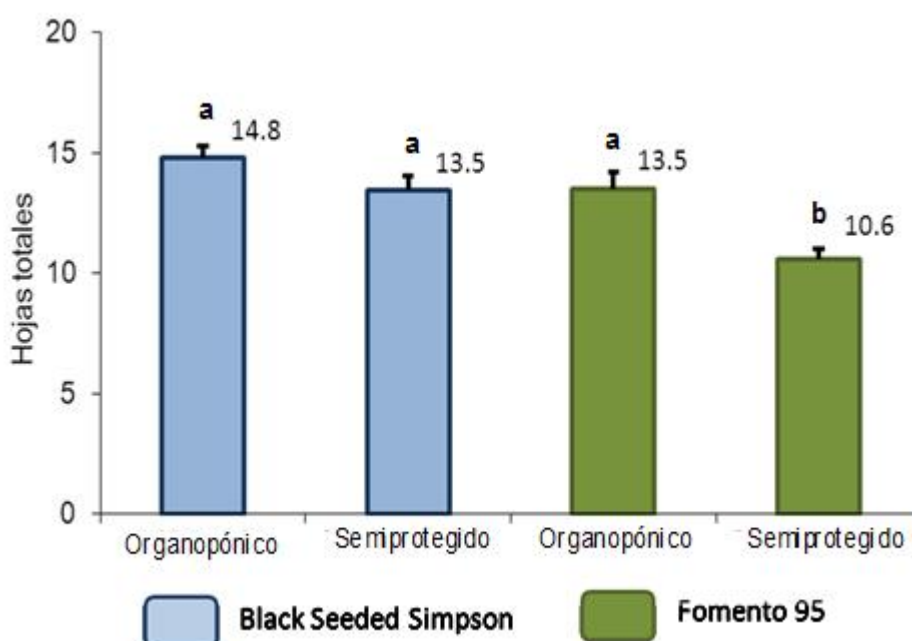


Figura 1. Número de hojas totales

*Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de una misma variedad ($p < 0,05$)

de hojas totales para la variedad Fomento 95 (10,38) y la variedad Black Seeded Simpson (14,63).

Los resultados correspondientes al número de hojas comerciales (figura 2) mostraron un decrecimiento significativo para las variedades estudiadas cuando las condiciones son las de cultivo semiprotegido. Las mayores diferencias se presentaron en la variedad Fomento 95.

El diámetro de la roseta de hojas en variedad Black Seeded Simpson mostró una disminución considerable cuando las plantas se encuentran bajo

cobertor (condiciones de semiprotegido) la cual difiere significativamente con el diámetro de las plantas sembradas en el organopónico. El diámetro de la roseta mostró valores estadísticamente similares en la variedad Fomento 95 para ambas condiciones de cultivo (figura 3).

Al analizar los rendimientos, la variedad Black Seeded Simpson obtuvo el mismo rendimiento bajo las condiciones estudiadas, alcanzando un valor de 2,2 kg/m² (figura 4). De manera similar, en la variedad Fomento 95 no se observaron diferencias significativas. Estudios realizados por Arozarena *et al.* (2008) reportaron rendimientos de 5,35 kg/m² y

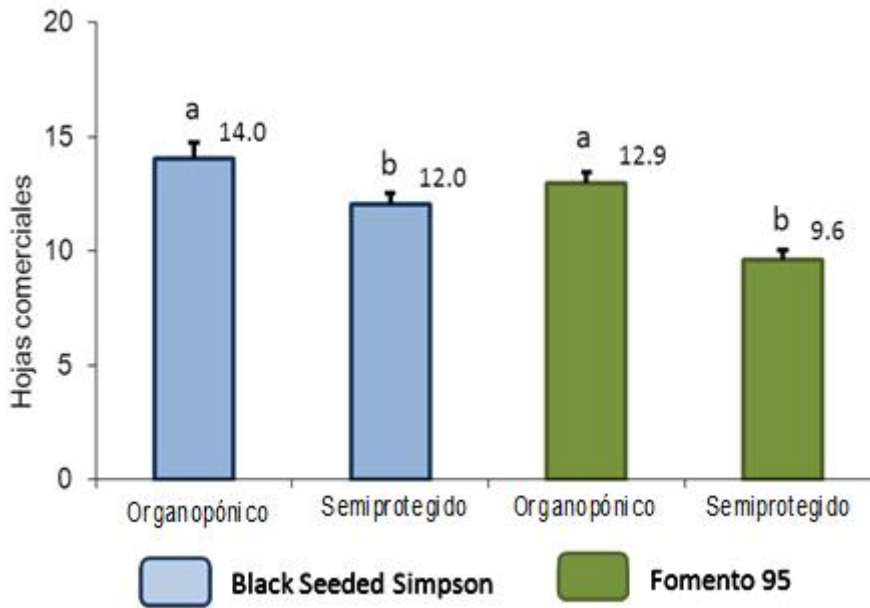


Figura 2. Número de hojas comerciales

*Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de una misma variedad ($p < 0,05$).

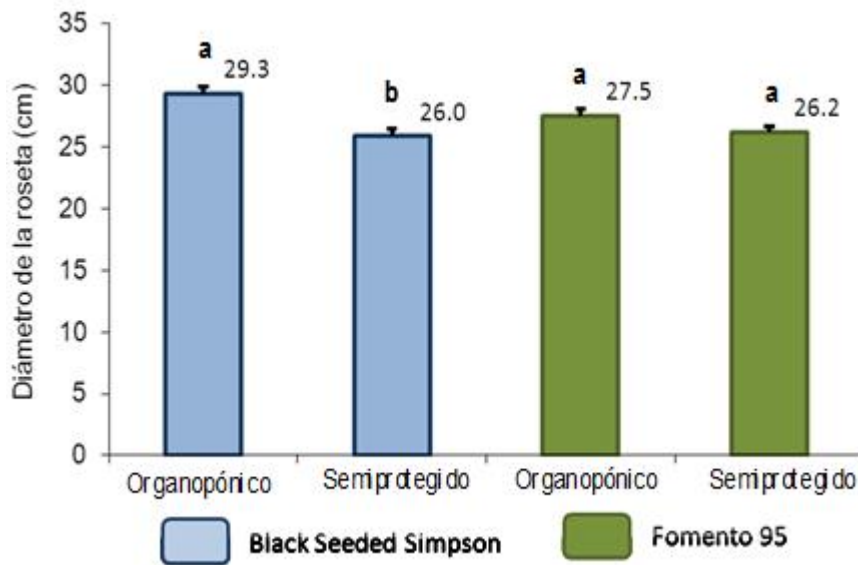


Figura 3. Diámetro de la roseta de hojas

*Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de una misma variedad ($p < 0,05$).

3,34 kg/m² para la variedad Fomento 95 y Black Seeded Simpson, respectivamente. Los resultados obtenidos por estos autores pueden estar asociados al manejo nutricional del sustrato (materia orgánica, microorganismos biofertilizadores), a diferencia de la presente investigación donde los contenidos de materia orgánica, fósforo y potasio fueron muy bajos.

El análisis del contenido total de carbohidratos solubles totales mostró que existe un decrecimiento

de este indicador en ambas variedades para las condiciones de semiprottegido, en comparación con los valores bajo condiciones de organopónico (figura 5). Estos resultados sugieren que decrece la actividad fotosintética de la planta, lo que se corresponde con Manaker (1981) cuando expresa que esto ocurre por la disminución de la intensidad luminosa, ya que la fotosíntesis es el principal proceso en que el CO₂ es fijado por las plantas verdes y es la vía para la producción de carbohidratos.

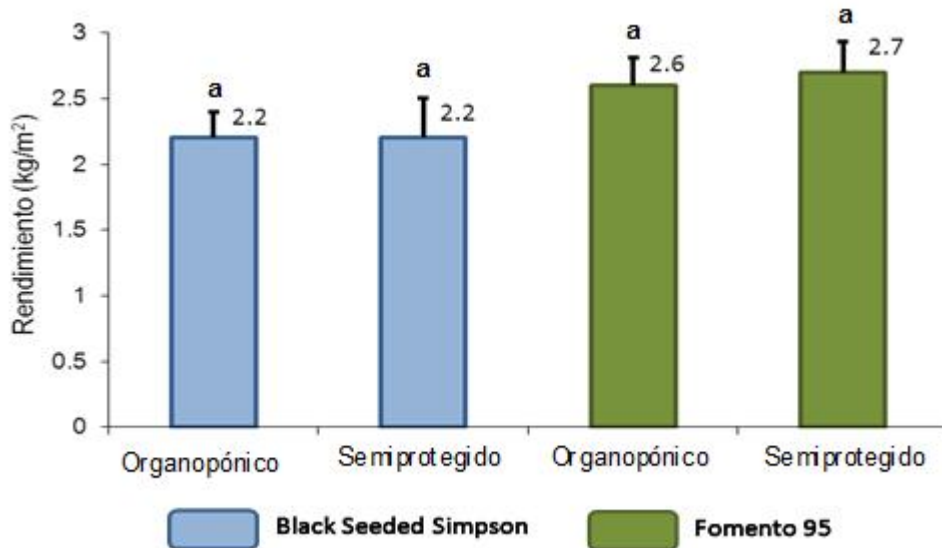


Figura 4. Rendimiento del cultivo

*Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de una misma variedad ($p < 0,05$)

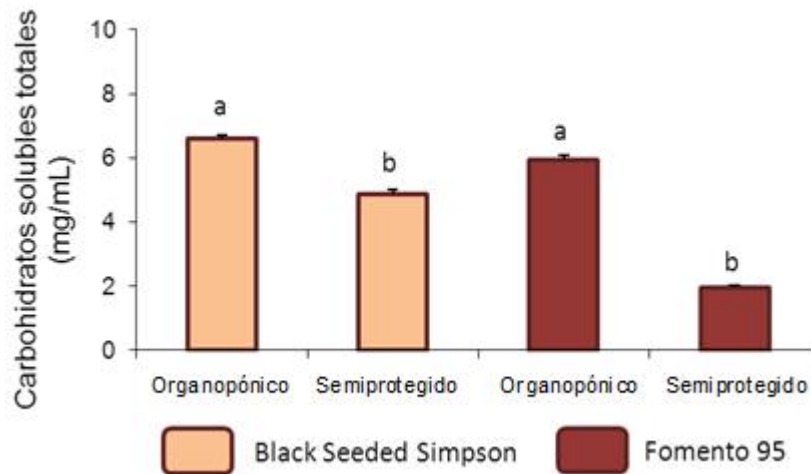


Figura 5. Contenido de carbohidratos solubles totales

*Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de una misma variedad ($p < 0,05$)

En numerosas investigaciones la radiación y la temperatura se han identificado como los factores que mayor importancia tienen en la tasa de crecimiento de la lechuga debido a que se asocian a una disminución del contenido de clorofila (Leja *et al.*, 1994; Sorensen *et al.*, 1994; Custic *et al.*, 1994; Dapoigny *et al.*, 1996). 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.

La temperatura aparece como el principal factor regulador del crecimiento durante los estadios iniciales del cultivo (De Grazia *et al.*, 2001) ya que este factor

modula las reacciones químicas al igual que aquellas catalizadas por las enzimas. La mayoría de las reacciones enzimáticas se incrementan de manera exponencial con el aumento de la temperatura hasta valores de 35°C.

En el presente experimento, el uso de mallas plásticas para atenuar la radiación pudieron incidir en una leve disminución de la temperatura (23°C como promedio), lo que dificulta discernir si este factor tuvo un mayor control sobre la tasa de crecimiento (producción de carbohidratos) que la radiación, aspecto que ha sido afirmado por otros autores (Cracker y Seibert, 1983; Knight y Mitchell, 1988; Wien, 1997).

De manera similar, los valores correspondientes a las proteínas solubles totales disminuyeron significativamente en las plantas desarrolladas bajo las condiciones de semiprotegido respecto a las condiciones de organopónico (figura 6).

El contenido de proteínas constituye un indicador del estado metabólico de las plantas y contribuye a los valores de peso seco. Estudios realizados por De Grazia *et al.* (2001) en lechuga, bajo condiciones de cultivo semiprotegido, mostraron una incidencia negativa del sombreado sobre el peso seco de las hojas, lo que estuvo asociado a la reducción del nivel de radiación.

Estos resultados pueden estar asociados a que una disminución en la radiación debido al sombreado puede disminuir la fotooxidación de las auxinas y en consecuencia, aumentar la concentración activa de la misma, la cual estimula el alargamiento celular y la formación de nuevas estructuras vegetales. Esto provoca la translocación de fotoasimilados por la planta hacia los órganos en crecimiento, lo cual reduce la consistencia de los tejidos en términos de masa seca acumulada (Taiz y Zeiger, 2004). Por otra parte, la disminución en el contenido de carbohidratos encontrada, pudo haber influido en los niveles determinados de proteínas por una disminución en el metabolismo energético de la planta.

CONCLUSIONES

1. El número de hojas comerciales de las variedades Fomento 95 y Black Seeded Simpson resultaron superiores en condiciones de organopónico cuando se comparan con las condiciones de semiprotegido.
2. El número total de hojas para la variedad Black Seeded Simpson mostró un aumento en las condiciones de organopónico.
3. En las variedades objetivo de estudio no se reportaron diferencias significativas en el parámetro de rendimiento para ambas condiciones de organoponía.
4. El análisis de los carbohidratos y las proteínas solubles totales disminuyó significativamente cuando las plantas se cultivaron bajo condiciones de semiprotegido.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arozarena, N.J.; A. Brito; R. Pérez; J. Vidal; H. Ramos; J. Fernández; B.C. González; G. Croche; S. Álvarez; U.A. Socas; E.A. Mesa; D. Sánchez; M. Díaz: Cultivo de especies hortícolas en organoponía semiprotegida: densidad de siembra y manejo nutrimental. *Agrotecnia de Cuba* (5): 1-11, 2008.

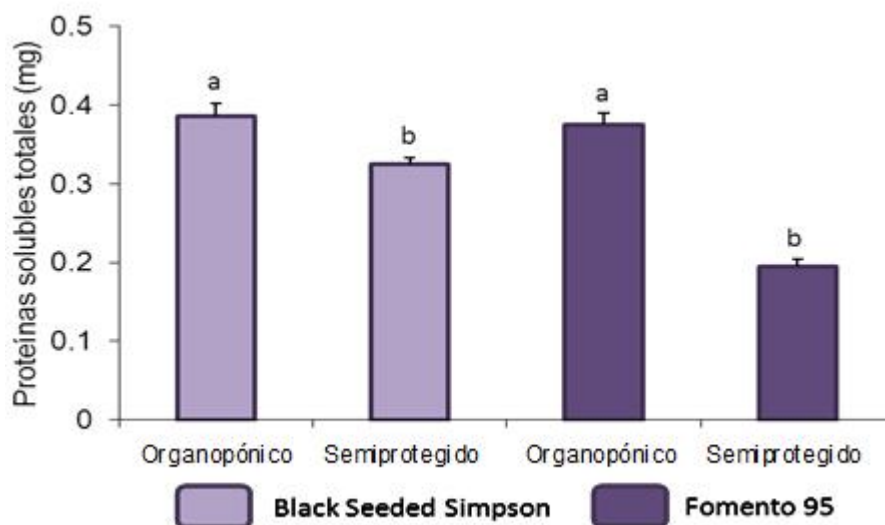


Figura 6. Contenido de proteínas solubles totales

*Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de una misma variedad ($p < 0,05$)

2. Cracker, L. E.; M. Seibert: Light and the development of «Grand Rapids» lettuce. *Canadian Journal of Plant Science*, 63: 277-281, 1983.
3. Cusic, M.; M. Poljak; T. Cosic; I. Babik; J. Rumpel: Nitrate content in leafy vegetables as related to nitrogen fertilization in Croatia. 7th International symposium on timing field production of vegetables. Skierniewice, Poland. *Acta Horticulturae* 371: 407-412, 1994.
4. Dapoiny, L.; P. Robin; C. Raynal-Lacroix; A. Fleury: Relation between vitesse relative de croissance et la teneur en azote chez la laitue (*Lactuca sativa* L.). Effects de l'ombrage et du niveau de l'alimentation minérale. *Agronomie* 16: 529-539, 1996.
5. De Grazia, J.; P.A. Tiftonell; Á. Chiesa: Efecto de la época de siembra, radiación y nutrición nitrogenada sobre el patrón de crecimiento y el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* 16 (3):1-11, 2001.
6. Dubois, M.K.; A. Gilles; J.K. Hamilton; P.A. Rebers; F. Smith: Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356, 1956.
7. Knight, S.L.; C.A. Mitchell: Effect of incandescent radiation on photosynthesis, growth rate and yield of «Waldmann's Green» leaf lettuce. *Scientia Horticulturae*, 35: 37-49, 1988.
8. Leja, M.; S. Rozek; J. Myczkowski: The effect of fertilization with different forms of nitrogen on greenhouse lettuce quality and its changes during storage. III. Phenolic metabolism. *Folia Horticulturae*, 6: 63-72, 1994.
9. Lowry, O. H.; N.J. Rosebrough; A.L. Farr; R. Randall: Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275, 1951.
10. Manaker, G.H.: Interior Landscapes: Installation, Maintenance, and Management. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc. 1981, 283 p.
11. Sigarroa, A.: Biometría y Diseño Experimental. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba. 1985, 743 p.
12. Sorensen, J.; A. Johansen; N. Poulsen: Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce: 1. Marketable and nutritional quality as affected by nitrogen supply, cultivar and plant age. *Plant-Foods for Human Nutrition* 46: 1-11, 1994.
13. Taiz, L.; E. Zeiger: Plant Physiology, 4th Ed. Sinauer, Sunderland, M. A. 2004, 682 p. ISBN 0-87893-856-7.
14. Wien, H. C. Lettuce. En: The physiology of vegetable crops. CAB International. Ed. H.C. Wien, Oxon, UK. pp. 479-509, 1997.
15. Wurr, D. C.; J.R. Fellows; G.E. Morris: Studies of the hearting of butterhead lettuce: temperature effects. *Journal of Horticultural Science*, 56: 211-218, 1981.

Recibido: 4/09/2014

Aceptado: 10/06/2015