

INVERNADERO RUSTICO PARA EL CULTIVO DE LECHUGA HIDROPONICA

Martínez Montoya Gabriel 1, Alvarado Bárcenas Estefana 2, Chable Moreno Francisco 3

1 Ingeniería en agronomía, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Roque, gmm-23111@hotmail.com

2 Dpto. de ingenierías, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Roque, estefana3@hotmail.com

3 Dpto. de ingenierías, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Roque, fchable4oct@hotmail.com

Resumen

La producción de lechuga en campo requiere de mucha agua, pero su escases requiere plantear alternativas para su producción con menor cantidad de agua, para ello se propone la producción en invernadero. Los nuevos sistemas de cultivo no requieren suelo, las plantas se alimentan de un sustrato líquido que circula entre las raíces. Los invernaderos rústicos son sencillos y fáciles de construir, no requieren de equipo sofisticado. El prototipo se desarrolló en el Instituto Tecnológico de Roque, los materiales para su construcción se utilizó plástico calibre 720 para la cubierta superior, mientras que en las partes laterales se utilizó malla antiáfida, polines, tubos de PVC (3 pulg). El diseño y construcción de la estructura fue de dos aguas. En el macro túnel se establecieron los circuitos de forma rectangular construidos con tubos de PVC (NMX-E-199). Dentro del invernadero se estableció un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y 23 repeticiones. El ANVA para peso fresco en todas las fechas evaluadas, presentó diferencias altamente significativas, la prueba de comparación de medias se obtuvo que (MS, 1962) al 10% es mejor. En los invernaderos rústicos se puede producir lechugas hidropónicas.

Abstract (ESTILO “TÍTULO ABSTRACT” Candara 14 pts.)

Lettuce production field requires a lot of water, but their scarcity requires propose alternatives for production with less water, for that greenhouse production is proposed. The new cropping systems do not require soil, plants feed on a liquid substrate circulating between the roots. The rustic greenhouses are simple and easy to build, do not require sophisticated equipment. The prototype was developed at the Instituto Tecnológico de Roque, materials for its construction was used plastic 720 gauge for the upper deck, while the anti-aphid mesh sides, poles, PVC pipes (3 inches) was used. The design and construction of the structure was two waters. In the macro tunnel rectangular circuits built with PVC tubes (NMX-E-199) they were established. Inside the greenhouse a completely randomized experimental design with three treatments and 23 repetitions was established. The ANVA for fresh weight in all evaluated dates, showed highly significant differences, mean comparison test was obtained (MS, 1962) at 10% it is better. In the rustic greenhouses can produce hydroponic lettuce.

Palabras Clave

Cultivo hidropónico; Lechuga; Solución nutritiva; Invernadero rústico.

INTRODUCCIÓN

La lechuga es una especie ampliamente conocida y cultivada en todo el mundo, presenta un número amplio de tipos y variedades. Siendo la planta más importante entre las hortalizas de hoja que se consumen crudas [1][2]. En condiciones de campo abierto, la producción en campo abierto es un gran reto, debido a las condiciones climáticas tan variables y en ocasiones a la presencia de patógenos que causan serios problemas en la producción, además de requerir de buena cantidad de agua que debe realizarse en riegos continuos bajo esta condición se alcanza a producir de 6-8 lechugas por m² [3][4]. Ante ello la hidroponía es una técnica alternativa de elevar la producción así como obtener plantas de alta calidad, permite producir plantas sin la utilización de suelo donde se pueden establecer de 25 a 30 lechugas por m² [4]. Por consiguiente la presente investigación consistió en realizar la construcción de un invernadero rústico para la producción de lechuga en condición hidropónica, como una alternativa productiva de esta hortaliza

MATERIALES Y MÉTODOS

El prototipo se desarrolló en el área de Macrotúnel del Instituto Tecnológico de Roque en el km 8 de la carretera Celaya-JR, la variedad de lechuga empleada fue Iceberg. Para la construcción se empleó maderas (polines), tubos de PVC (3 pulg). Los materiales utilizados para construcción del invernadero se utilizó plástico del calibre 720 se empleó en la cubierta superior, mientras que en las partes laterales se utilizó malla antiáfida. El diseño y construcción de la estructura fue de dos aguas. En el macro túnel se establecieron los circuitos de forma rectangular fueron construidos con tubos de PVC (NMX-E-199) y con orificios de 5.5 cm de diámetro, a los cuales se les cierra en cada extremo con una tapa y se realizó una abertura en cada extremo para la entrada y salida de la solución nutritiva. Dentro del invernadero se estableció un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y 23 repeticiones por tratamiento. Las plántulas fueron colocadas en macetas de plástico no. 6, con 40 g de tezontle rojo previamente lavado con la finalidad de darle soporte.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANVA, se puede observar en el cuadro 1, donde tanto en la altura de la planta como la longitud de raíces se obtuvieron diferencias altamente significativas, solamente en la LR8 en su primera lectura de la variable no presentó diferencia estadística (ns); sin embargo, en las evaluaciones posteriores se observó que estas variables presentaron diferencias altamente significativas ($P \geq 0.01$) de acuerdo con los tratamientos evaluados. Los coeficientes de variación fueron bajos, que debido a las condiciones del manejo del cultivo se presentó una amplia uniformidad en la evaluación realizada.

Tabla 1. Análisis de varianza del establecimiento de lechuga hidropónica variedad Iceberg, en el macro túnel del Instituto Tecnológico de Roque.

Fuente	g.l.	Alt 8 [¶]	Alt 16 ^{¶¶}	Alt 24 ^{¶¶¶}	LR 8 [¥]	LR 16 ^{¥¥}	LR 24 ^{¥¥¥}
Trat	2	148.5 **	324.1 **	407.4 **	34.9ns	175.5**	159.5**
Error	12	0.34	0.343	0.172	13.53	2.237	0.833
Total	14	301.11	652.43	816.87	232.29	377.92	329.08
CV (%)		4.4	3.4	2.1	26.2	6.7	3.8
R ²		0.98	0.99	0.99	0.30	0.92	0.96

¶, ¶¶, ¶¶¶ = Altura de planta de lechuga a 8, 16 y 24 días, ¥, ¥¥, ¥¥¥ = Longitud de raíz a 8, 16 y 24 días, *, ** significativo a niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente, ns = no significativo estadísticamente.

En los resultados de la prueba de comparación de medias (Tukey ≤ 0.05) se determinó que la mejor solución de las evaluadas fue el medio básico de Murashige y Skoog (1962) al 10% de su concentración original, esto permite considerar es una solución alternativa para la producción de esta especie y lograr los mejores resultados de crecimiento y desarrollo de las plantas de lechuga. La variación de la altura desde los 8 hasta los 24 días fue de 28.58%, con un promedio de crecimiento de 3.7 cm entre el periodo de evaluación, mientras que en la longitud de raíz en el mismo periodo es de 46.21%, con crecimiento promedio de 6.7 cm en el periodo evaluado en el tratamiento con MS (1962), mientras que para el testigo se observa un crecimiento más reducido y

con falta de vigor de la planta de lechuga (Tabla 2).

Tabla 2. Prueba de comparación de medias del establecimiento de lechuga hidropónica variedad Iceberg.

Trat	Alt 8 [¶]	Alt 16 ^{¶¶}	Alt 24 ^{¶¶¶}	LR 16 ^{¶¶}	LR 24 ^{¶¶}
3	18.5 a	23.7 a	25.9 a	28.0 a	29.0 a
2	13.0 b	19.6 b	22.0 b	22.0 b	25.0 b
1	7.6 c	8.2 c	8.7 c	16.1 c	17.8 c

¶, ¶¶, ¶¶¶ = Altura de planta de lechuga a 8,16 y 24 días, ¶¶, ¶¶¶ = Longitud de raíz a 16 y 24 días, Cifras con la misma letra en cada variable son estadísticamente iguales entre los diferentes tratamientos (Tukey \leq , 0.05).

En trabajo desarrollados por (Murshidul *et al.*, 2010)[5] al evaluar dos variedades de lechuga (Iceberg y Romana), obtuvo que con el empleo alto contenido de nitrógeno favorece tanto la altura de la planta y mayor desarrollo de las raíces, esto contribuye con un incremento más pronunciado en la producción y se puede observar un mejor vigor de la planta, hojas más anchas, así como de mayor longitud de hojas y brotes más altos [6][7] estos resultados corroboran los resultados obtenidos en este experimento, aunque si es importante señalar que un exceso de fuente de nitrógeno puede ocasionar problemas de salud a los consumidores, por lo que debe de considerarse la utilización de fuentes de nitrógeno orgánicas y que sean inocuas para el consumo de la población y proteger la salud de todos los consumidores.

Los resultados del ANVA para el peso fresco se observó que en todas las fechas evaluadas, se obtuvieron diferencias altamente significativas lo que indica que los soluciones evaluadas difieren significativamente en el peso fresco de la plantas de lechuga de la variedad Iceberg. Los CV, son bajos, indicando que el experimento se manejó adecuadamente y de manera uniforme y el coeficiente de correlación expresaron alto grado de correlación del crecimiento de las plantas en función de las soluciones evaluadas, en este caso la solución MS (1962) representa una buena opción para utilizarse como una solución hidropónica en la producción de lechuga hidropónica (Tabla 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza del establecimiento de lechuga hidropónica variedad Iceberg, en el macro túnel del Instituto Tecnológico de Roque.

Fuente	GI	PFresco 8	PFresco 16	PFresco 24
Trat	2	1237.8**	13996.6**	17633.3**
Error	12	3.04	27.806	3.327
Total	14	2512.22	28327.057	35306.633
CV (%)		7.34	7.726	2.184
R ²		0.98	0.98	0.99

*, ** Significativo a niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente, ns = no significativo estadísticamente.

En los resultados de la prueba de comparación de medias (Tukey \leq 0.05) se determinó que la mejor solución de las evaluadas fue el medio básico de Murashige y Skoog (1962) al 10% de su concentración original, esto permite considerar es solución como una alternativa para la producción de este especie y lograr los mejores resultados de crecimiento y desarrollo de las plantas de lechuga de la variedad Iceberg en el peso fresco final del experimento, lo mismo que en el peso seco (datos no mostrados), la producción promedio de esta variable fue de 99.3 g en 16 días, en este sentido se puede señalar que los incrementos porcentuales en durante este periodo de evaluación fue de un 65%, mientras que en el testigo se incrementó su peso en un 54%, aunque hay que considerar que en este tratamiento se presentó una planta con características de debilidad, falta de color y hojas más pequeñas (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de comparación de medias para el peso fresco en el establecimiento de lechuga hidropónica variedad Iceberg.

Trat	PFresco 8	PFresco 16	PFresco 24
3	40.8 a	120.3 a	140.1 a
2	20.5 b	69.7 b	88.7 b
1	9.8 c	14.6 c	21.7 c

Cifras con la misma letra en cada variable son estadísticamente iguales entre los diferentes tratamientos (Tukey \leq 0.05).

En cuanto a la evaluación de soluciones [8][2] al emplear dos soluciones (química y orgánica) la mejor respuesta la obtuvo con el empleo de solución a base fertilizantes químicos, resultados que (Meagy *et al.*, 2013)[9] al evaluar 18 variedades de lechuga con fertilizantes químicos y solución orgánica no obtuvo diferencias estadísticas significativas entre genotipos evaluados, pero al realizar el análisis conjunto factorial obtuvieron que con respecto al origen genético y en el tipo de lechuga se obtuvo diferencia estadística. En relación con el rendimiento (Robredo *et al.*, 2003; Murshidul *et al.*, 2010) [10] [5] obtuvieron que la utilización de mayor concentración de N elevó el rendimiento de la lechuga en la variedad Iceberg menos que en la lechuga romana, pero un empleo moderado de N y P incrementa las cualidades de los parámetros postcosecha en lechuga romana: marchitamiento, decaimiento, fragilidad, brillo y quemadura de las hojas, para la variedad iceberg se evaluaron defectos, quemadura de hojas, turgencia, firmeza y color; todas estas variables se observaron afectadas en postcosecha cuando la aplicación de N fueron las dosis más altas de las evaluadas, peso fresco se vio favorecido con el empleo de soluciones nutritivas con mayor concentración de nitrógeno, los resultados de estos autores concuerdan con los resultados obtenidos en este trabajo experimental.

CONCLUSIONES

El sistema de producción de lechugas hidropónicas en invernaderos rústicos de baja tecnología es un sistema viable bajo método de recirculación de solución nutritiva. La utilización del medio MS (1962), permite establecer una recomendación para ser empleada en la producción de lechuga en condiciones hidropónicas. La altura de la planta, la longitud de la raíz y el peso fresco se observaron un crecimiento adecuado para esta especie, en específico en la variedad de lechuga Iceberg. Que el establecimiento del sistema hidropónico en espacios reducidos puede incrementar la producción en forma intensiva y obtener plantas de alta calidad sanitaria.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo al Departamento de Estudios y Posgrado e investigación por las facilidades otorgadas para el desarrollo del trabajo, así como el apoyo recibido por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (Parte del proyecto de la Academia de Niños y jóvenes en la Ciencia)

REFERENCIAS

- 1.- Giaconi V (1995) Cultivo de hortalizas. Undécima edición. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 337 p.
- 2.- Licea ZI (2012). Efecto de la solución nutritiva en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en dos sistemas hidropónicos: camas flotantes y aeroponía. Tesis de ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. 61 p.
- 3.- Malca GO, Alvarado Ch D, Ch C F, Wilhelmina K A (2001). Seminario de agronegocios. Lechugas hidropónicas. Universidad del pacífico. Facultad de administración y contabilidad. 96 p. Consultado en línea el 30 de Enero 2016. www.upbusiness.net
- 4.- Grande EO, Luna RP (2010). Comparación de la producción de lechuga a 6, 12 y 18 plantas/m² con 40 y 70 ppm de nitrógeno total en acuaponía con tilapia. Tesis de licenciatura. El zamorano, Honduras, 16 p.
- 5.-Murshidul HM, Ajwa H, and Othman M (2010). Yield and Postharvest Quality of Lettuce in Response to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Fertilizers. *HortScience* 45(10):1539–1544.
- 6.- Fageria NK (2009). The use of nutrients in crop plants. Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL.
- 7.- Liu CW, Sung Y, Chen BC, Lai HY (2014). Effects of nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 11(4):4427-4440. DOI:10.3390/ijerph110404427.
- 8.- Garzón LSS (2006). Evaluación del rendimiento de tres variedades de lechuga bajo el sistema NFT (Nutrient Film Technique) de hidroponía con dos soluciones de nutrientes. Tesis de licenciatura. El Zamorano, Honduras, 27 p.
- 9.- Meagy MDJ, Touria EE, and Barker AV (2013). Nutrient density in lettuce cultivars grown with organic or conventional fertilization with elevated calcium concentrations. *HortScience* 48(12):1502–1507.
- 10.- Robredo P, Quiroga M, Echazú R, 2003. Análisis comparativo de soluciones nutritivas en cultivos hidropónicos en invernadero. Universidad Nacional de Salta Buenos Aires, Salta, Argentina. 1-6 p.