

Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno

Universidad de Costa Rica

Guion para curso de hidroponía Sistemas de cultivo en agua: “Hágalo fácil en casa”, Sembrando hortalizas y cosechando salud

Dr. Freddy Soto Bravo. Alajuela, 2020.

Sistemas de cultivo en agua.

Descripción: La *hidroponía* se deriva de los términos en latín *hidro* (agua) y *ponos* (trabajo), por lo cual literalmente significa “trabajo en agua”, y por definición el auténtico cultivo hidropónico. En el sistema de cultivo en agua, el medio de enraizamiento es el agua más los nutrientes minerales, donde los sistemas más utilizados son:

1. Técnica de raíz flotante.
2. Técnica de la película nutriente, conocida como “NFT” (nutrient film technic).
3. Aeroponía.

Cultivo en raíz flotante modificado

Descripción: En el sistema de raíz flotante original, las plantas están sostenidas en una lámina que flota sobre la solución nutritiva, la cual es aireada periódicamente. En el sistema modificado la solución nutritiva es estática y no utiliza ningún sistema de aireación. La lámina que soporta a las plantas no flota sobre el agua, sino que esta soportado en los bordes y al centro, de tal forma que queda un espacio de aire entre lámina de estereofón y la solución de nutritiva (Figura x). Esto permite el intercambio de oxígeno por difusión entre el agua y la cámara de aire, asegurando una adecuada oxigenación del sistema radical.



Foto. Producción de lechuga en el sistema de raíz flotante modificado.

El sistema comprende tres etapas de cultivo: 1- almácigo, 2- primer trasplante y 3- segundo trasplante. La duración de dichas etapas depende del manejo del agua y la fertilización, del cultivo y del clima de la zona.

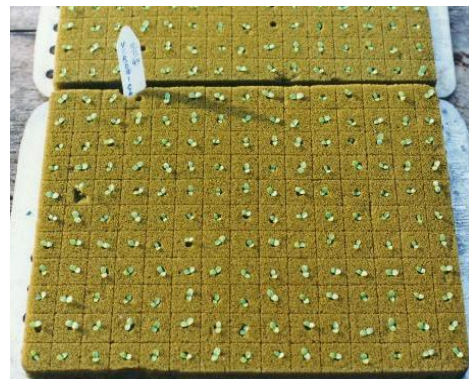
Procedimiento:

1. Evaluar la calidad del agua: Se refiere al conjunto de sustancias orgánicas (minerales) e inorgánicas (materia orgánica o arcilla) presentes en el agua, lo cual implica un estudio detallado de las características físicas, químicas y biológicas.
2. Etapa de almácigo: Existen varias formas de preparar el almácigo para el cultivo en agua:

- 2.1. En bandejas plásticas para almácigos, tal como se vende en empresas comerciales de almácigos, utilizando como sustrato peatmoss o fibra de coco.



- 2.2. En cubos de espuma fenolica (esponja), lana de roca u oasis. En este caso no se utiliza sustrato, la semilla se siembra directamente en los cubos hasta el trasplante.



- Paso 1. Marcar los cubos de espuma

- Paso 2. Siembra
- Paso 3. Pregerminación
- Paso 4. Manejo del almácigo.

2.3. En cajas de madera o plástico, utilizando sustratos inorgánicos con buen drenaje, inocuos y sueltos con tamaño de partícula entre 0.5 y 2.5 milímetros, tales como piedrilla, arena o pómez.



3. Foto. Almácigos en piedrilla volcánica, arena o piedra pómez.

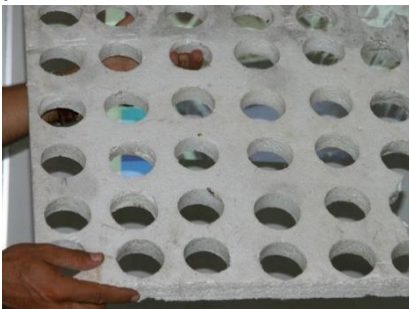
- Paso 1. Se selecciona el tamaño de partícula pasando el sustrato por una zaranda de 3 a 5 milímetros, y seguidamente se lava en una zaranda fina.
- Paso 2. Se desinfecta con una solución de cloro comercial (3.5 a 4% Hipoclorito de sodio) diluido a 40 mililitros por litro de agua (4%) aplicado con regadera o sumergiéndolo por 20 a 30 minutos.
- Paso 3. Posteriormente se lava o se deja al aire libre para que el cloro se evapore y proceder a sembrar.
- Paso 4. La semilla se coloca a una profundidad homogénea de 0.5 centímetros, se tapa y luego se pone a pregerminar en un lugar oscuro o tapado con algún material tales como sacos, periódicos o bolsas negras.
- Paso 5. Después de germinación aparecen las primeras hojas cotiledones y cuando aparece la primera hoja verdadera (tercera hoja) se inicia la aplicación del riego.
- Paso 6. Manejo del riego: Si el almácigo está creciendo muy rápido, es frágil, alargado y succulento, se puede regar con agua sin solución nutritiva o someter las plantas a un ligero estrés hídrico suspendiendo los riegos sin llegar a marchitar la planta. Esto con el objetivo de regular crecimiento, haciendo la plántula más dura, fibrosa y compacta consistencia.

- Paso 7. Revisar periódicamente las raíces, tallos y hojas de las plantas para detectar la posible presencia de plagas de insectos y enfermedades.
- Paso 9. Adaptación al trasplante: Si las plantas están muy suaves y tiernas, 5 a 7 días antes de trasplantar, se somete a un proceso de endurecimiento, el cual consiste en disminuir la cantidad y frecuencia del riego, sometiendo las plántulas a un proceso de estrés sin llegar a la marchites.

3. Etapa de trasplante: A nivel comercial, se puede realizar una etapa de primer trasplante o realizar un trasplante directo (etapa II de segundo trasplante) al sitio de cultivo hasta la cosecha.

3.1. Etapa de primer trasplante;

- Paso 1. Paso 8. Definir criterio del momento óptimo de trasplante, tales como altura, la edad de la planta y el número de hojas, aunque esto puede variar con el clima y el manejo. Por ejemplo, para cultivos como lechuga el trasplante se realiza cuando las plántulas tienen de 2 a 3 semanas y de 4 a 5 hojas, mientras que en apio el trasplante se hace entre 4 - 6 semanas y con 5 – 6 hojas.
- Paso 2. Selección del contenedor: se puede utilizar tubos de PVC, cajones de madera u otro material impermeabilizados con plástico.
- Paso 3. El estereofón: Se recorta una lámina de estereofón de 1 pulgada de grosor, la cual soportara las plántulas suspendidas sobre la solución nutritiva. Por facilidad de manipulación de la lámina con las plántulas a la hora de realizar el segundo trasplante, conviene usar láminas de un tamaño de 50 x 50 x 5 centímetros (largo x ancho x profundidad).
- Paso 4. Trazado y orificios de siembra: Se marcan los puntos de siembra aproximadamente a 8 x 8 centímetros en cuadro. Se perfora la lámina de estereofón en los puntos de siembra previamente marcados utilizando un tubo metálico caliente de 1.0 pulgada de diámetro si se utiliza esponja para prensar y sostener la planta; o de 2 pulgadas de diámetro si se utilizan vasos plásticos o “net pot”.



- Paso 5. Volumen de solución nutritiva: depende de las dimensiones del contenedor, sin embargo, lo más práctico es medir directamente el volumen de agua utilizando un balde marcado en litros. No se recomienda llenar todo el recipiente, por ejemplo, en un contenedor de 5 centímetros de profundidad se llena hasta aproximadamente 3,5 centímetros. De esta forma, queda un espacio de aire

de unos 1.5 centímetros entre la lámina de estereofón y la lámina de solución nutritiva, que permite un intercambio gaseoso entre la fase líquida y el aire, asegurando una adecuada oxigenación de las raíces.

Dibujar o fotografiar balde con marcas de litro agregando el agua

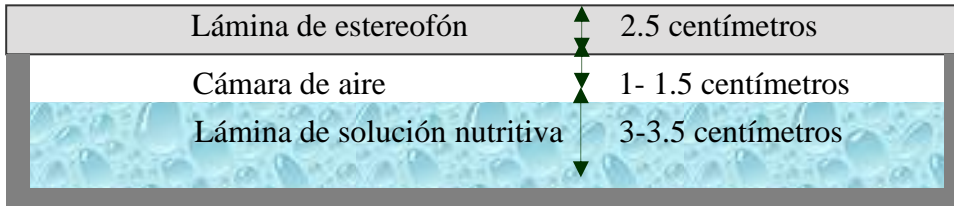


Figura 2. Esquema de la técnica de raíz flotante.

- Paso 6. Determinar el volumen de solución nutritiva concentrada con una dosis recomendada para cultivos en primer trasplante de 3.75 mililitros de solución A, B y C por cada litro de agua según tamaño del contenedor. Para 20 litros de agua calculado en el punto anterior, las cantidades de solución nutritiva a agregar sería el resultado de multiplicar 20 litros x 3.75 mililitros que es igual a 75 mililitros de A, de B y de C, diluidas en los 20 Litros de agua. Se agregan al agua en el mismo orden A, B y C agitando constantemente.
- Paso 7. Extracción de las plántulas: Si el almácigo se realizó en sustrato, es opcional realizar el trasplante con raíz desnuda lavando la raíz o con el sustrato (sin lavar).



Si se trasplanta a raíz desnuda, el sustrato se desprende agitando suavemente las raíces con sustrato en un recipiente con agua.

- Paso 8. El trasplante: Si se trasplanta la raíz con sustrato, o sea sin lavar, las plántulas se colocan directamente en los recipientes “net pot” o vasos plásticos desechables y seguidamente en los huecos de siembra realizados en la lámina de estereofón.



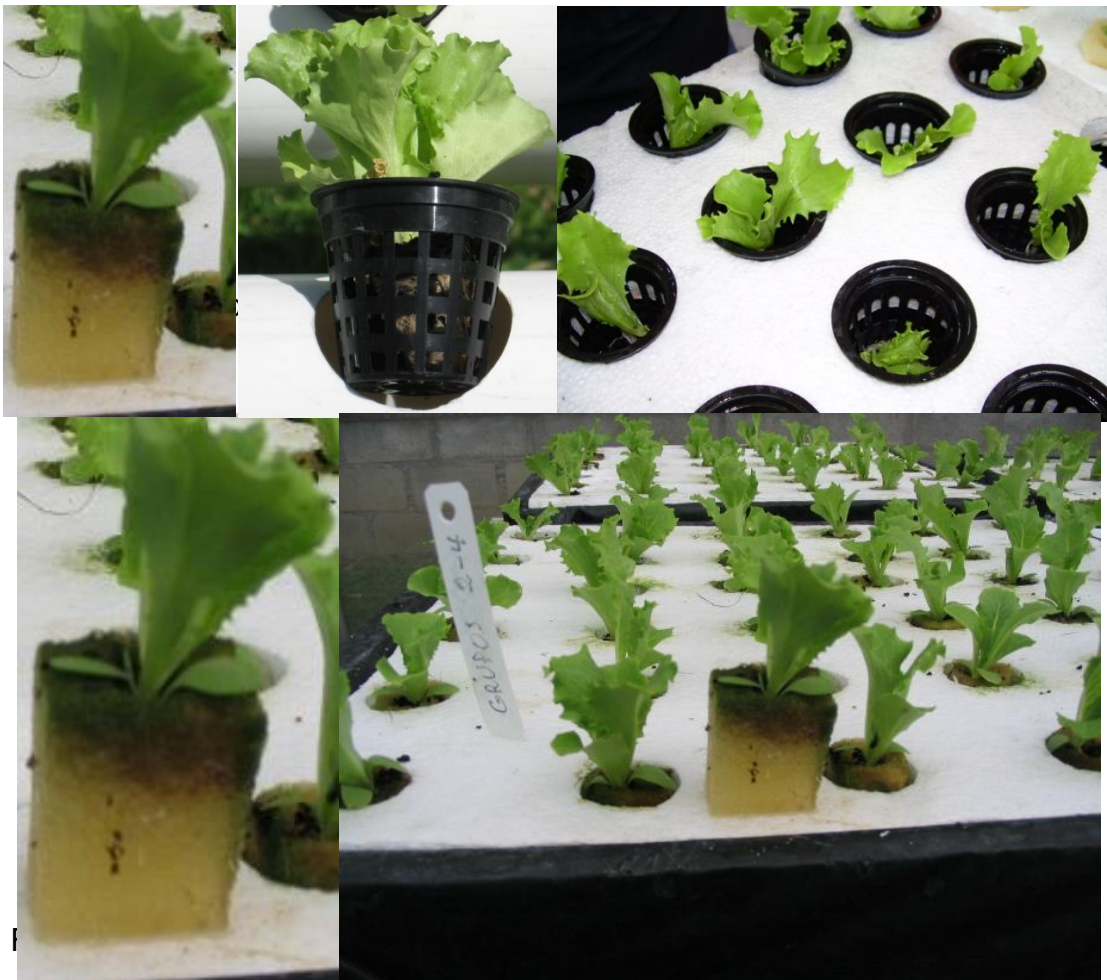
Si se trasplanta a raíz desnuda, el sustrato se desprende agitando suavemente las raíces con sustrato en un recipiente con agua. **Incluir foto lavando raíz.** Luego se sujeta en la base de planta con un pedazo de esponja y se coloca en recipientes “net pot” o vasos plásticos desechables y seguidamente en los huecos de siembra realizados en la lámina de estereofón.



Otra opción es utilizar un trozo de esponja para sujetar la planta en la base y colocarla directamente sobre los huecos de siembra realizados en la lámina de estereofón.



Si el almacigo se realizó directamente en cubos de espuma, de oasis o de lana de roca, no es necesario lavar raíces. Las plantas se colocan directamente en recipientes tipo “net pot” o en vasos plásticos desechables, y seguidamente se trasplanta en los huecos del estereofón.



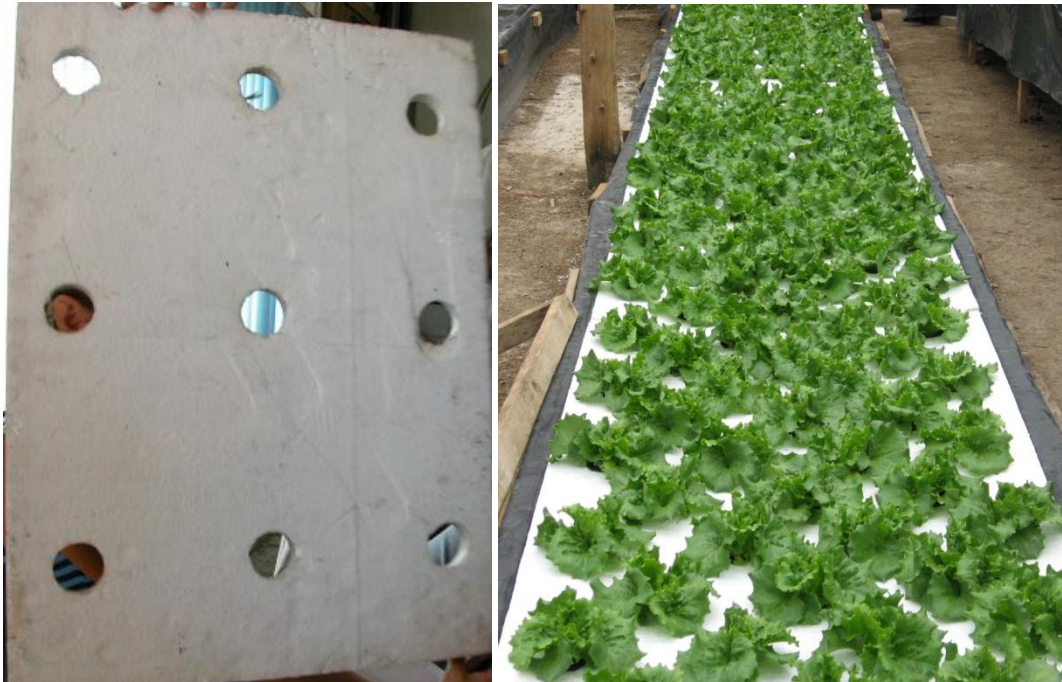
on el
e sin

En todos los casos, debe asegurarse que las raíces queden en contacto con la solución nutritiva.

3.2. Etapa de segundo trasplante.

Descripción: Una vez que las plantas tienen más follaje y empiezan a competir por espacio y luz solar en etapa de primer trasplante, se procede a realizar el segundo trasplante, que consiste en trasladar las plantas a otro contenedor con mayor espaciamento, donde crecerán hasta la cosecha. En lechuga el segundo trasplante se realiza cuando las plántulas tienen de 2 a 3 semanas, mientras que en apio se hace a las 4 - 6 semanas.

- Paso 1. El contenedor: para el trasplante definitivo se puede utilizar cajones de madera u otro material impermeabilizados con plástico, cuyas dimensiones se adaptan a las medidas de la lámina de soporte del cultivo, con una profundidad aproximada de 7,5 a 10 centímetros.
- Paso 2. Lámina de soporte del cultivo: Usualmente se utiliza lámina de estereofón de 1 pulgada de grosor, la cual se recorta con medidas similares al contenedor.
- Paso 3. El trazado: Se marcan los sitios de siembra con un marcador permanente según la distancia recomendada para cada cultivo (Cuadro x).
- Paso 4. Huequeado: Se hacen los huecos en la lámina de estereofón en los puntos de siembra previamente marcados, utilizando un tubo metálico caliente de 1.0 pulgada de diámetro si se utiliza esponja para prensar y sostener la planta; o de 2 pulgadas de diámetro si se utilizan vasos plásticos o “net pot”.



- Paso 5. Volumen de solución nutritiva: Esta se puede calcular según las medidas del contenedor. Por ejemplo, para un cajón de 1 m de largo x 1 m de ancho x 10 cm de profundidad, si se llena hasta 7,5 cm se requiere 75 litros de solución nutritiva, dejando así un espacio de aire de 2.5 cm entre el agua y la lámina de estereofón. Sin embargo, lo más práctico es agregar agua midiéndola con un balde marcado en litros, hasta completar el nivel de agua deseado de 7,5 cm en el contenedor.

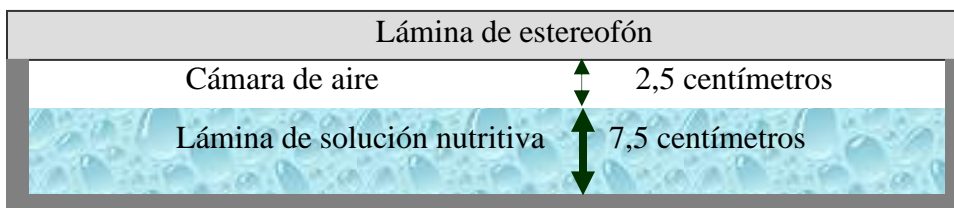
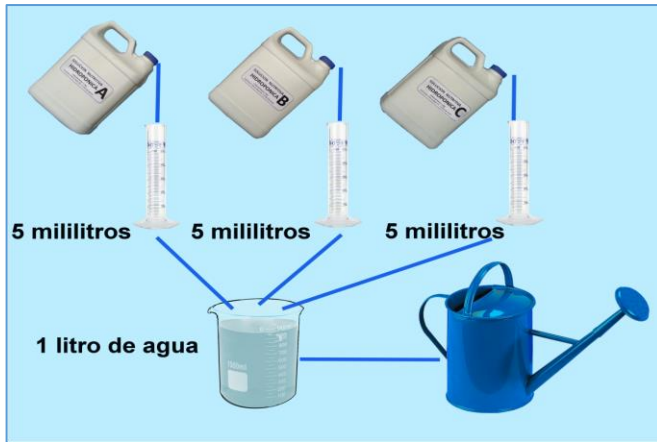


Figura 2. Esquema de la técnica de raíz flotante.

- Paso 6. Se determina el volumen de solución nutritiva concentrada utilizando una dosis de 5 mililitros de solución A, B y C por cada litro de agua del volumen del contenedor.



Para los 75 litros de agua calculado en el punto anterior, se multiplica 75 litros x 5 mililitros que equivale a 375 mililitros de A, de B y de C que se diluyen en los 75 litros de agua. Se agregan al agua en el mismo orden A, B y C agitando constantemente.

- Paso 7. El trasplante: las plántulas desarrolladas en el primer trasplante en “net pot” o vasos plásticos, se trasladan directamente a los orificios de siembra del estereofón del segundo trasplante.



Cuando el primer trasplante se realiza utilizando trozos de esponja como sostén, sin “net pot” o vasos plásticos, puede ser necesario un trozo de esponja adicional para sostener la planta y evitar que se hunda en el contenedor. Siempre debe verificarse que las raíces queden sumergidas en la solución nutritiva.



- Paso 8. Manejo de la solución nutritiva. Conforme las plantas consumen agua y nutrientes y el nivel de la solución nutritiva baja, esta se repone periódicamente manteniendo constante su nivel en el contenedor. Si se tiene un medidor de salinidad (CE: conductividad eléctrica), dependiendo de la CE de la solución, se repone agua o solución nutritiva con el fin de mantener la CE aproximadamente en 2 mS/cms. Si no se dispone de un conductímetro, la reposición se puede realizar de día por medio, alternando con agua y solución nutritiva. En las últimas semanas del ciclo del cultivo, se permite que el nivel del agua baje hasta unos 2 centímetros sin reponer solución nutritiva. Si el nivel de la solución baja a menos de 2 centímetros se repone solo agua. Tras finalizar el cultivo, los excedentes se pueden reciclar para regar el jardín o árboles frutales.



- Paso 9. La cosecha: la duración de la etapa de segundo trasplante a la cosecha, dependiendo de las condiciones de clima, puede ser de 3 a 4 semanas para lechuga y de 5 a 7 semanas para apio.



LITERATURA CONSULTADA.

- BACKES, F. SANTOS, O.; SCHMIDT, D.; NOGUEIRA, H.; MANFRON, P.; CASAROLI, D. 2003. Reposición de nutrientes durante tres cultivos de lechuga en hidroponía. *Horticultura Brasileira*, 21 (4), 12 pp
- BEMARDES, L. 1997. Hidroponia da alface- uma história de sucesso. Tomada: Estación Experimental de hidroponía "alface & cia", p 135.
- BENINNI, E.R.Y.; TAKAHASHI, H.W.; NEVES, C.S.V.J. 2003. Manejo do cálcio em alface de cultivo hidropônico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 4, p. 605-610, octubre-diciembre.
- CARLOS DE J. Cultivos hidropónicos. 4º edición. Madrid, España. Editorial mundiprensa. 1997.
- CARRASCO, G., ISQUIERDO, J. La empresa hidroponía de mediana escala: la técnica NFT. Talca, Chile. Editorial Universidad de Talca. 1996.
- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. 1995. Cultivo sem solo-hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 43p.
- CENTRO DE INVESTIGACION DE HIDROPONIA Y NUTRICION MINERAL, UNIVERSIDAD AGRARIA LA MOLINA. 1997. Hidroponía comercial, una buena opción en agronegocios, en: Conferencia internacional de Hidroponía comercial. Lima, Perú. 1997.
- CENTRO DE INVESTIGACION DE HIDROPONIA Y NUTRICION MINERAL, UNIVERSIDAD AGRARIA LA MOLINA. Curso práctico internacional de Hidroponía. Lima, Perú. 1999.
- FOSSATI, C. Cómo practicar el hidrocultivo. Madrid, España. Editorial EDAF. 1986.
- FURLANI PR; SILVEIRA LCP; BOLONHEZI D; FAQUIM V. 1999. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: IAC. 52p. (Boletim técnico, 180).
- GOTO, R.; GUIMARAES, V.; ECHER, M. 2001. Aspectos Fisiológicos E Nutricionais No Crescimento e Desenvolvimento de Plantas Hortícolas. En: Beckes, *et al.*

Reposição de nutrientes em solução nutritiva para cultivo hidropônico de alface. *Ciencia rural*, set-oct, v 34, número 005. pp: 1407-1414.

HUTERWAL, G. O. Hidroponía, cultivo de plantas sin tierra. Buenos aires, Argentina. Editorial Albatros. 1997.

INSTITUTO NACIONAL DE APRENDIZAJE. Proyecto de Hidroponía. San José, Costa Rica. Centro Nacional Especializado Granja Modelo. INA. 2002.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Gilda Carrasco. Juan Izquierdo. 1996. Manual técnico. La empresa hidropónica de mediana escala: la técnica de la solución nutritiva recirculante (NFT). Talca Chile. Editorial Universidad de Talca. 105 p.

RESH, H. 1997. Cultivos hidropónicos: nuevas técnicas de producción. 4 ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, p 509.

SANTOS, O.S. 2000. Soluções nutritivas para alface. In: SANTOS, O. Hidroponia da alface. Santa Maria: UFSM, p: 90-101.

SOTO, F. 2006. Producción de lechuga (*lactuca sativa*) con la técnica de lámina de nutrientes modificada (nft). Instituto nacional de aprendizaje Núcleo gestión de formación y servicios tecnológico. Agropecuarios. Subsector productivo fitotecnia. Área funcional hidroponía. Uruca, San José, Costa Rica. p 38.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE HIDROPONIA Y NUTRICION MINERAL. 1999. Curso práctico internacional de hidroponía. Lima, Perú. 91 p.

URRESTARAZU, M. 2000. Manual de cultivo sin suelo. Madrid, España. Ediciones Mundi- Prensa. 648 p.