



SECRETARÍA DE COORDINACIÓN
GENERAL DE GOBIERNO

SECRETARÍA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL
SCGG - UNIDAD TÉCNICA DE SEGURIDAD
ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL
UTSAN

EUROSAN
OCCIDENTE

Produzcamos Lechuga Escarola

Guía técnica





LA HISTORIA DETRÁS...

Rikolto (anteriormente conocida como VECO) es una ONG internacional con más de 40 años de experiencia en la transformación de cadenas de valor, el fortalecimiento de organizaciones de agricultores a pequeña escala y de actores de la cadena alimentaria en África, Asia, Europa, Centroamérica y Latinoamérica. Rikolto implementa programas en 14 países de todo el mundo a través de ocho oficinas regionales.

En el marco del Proyecto Eurosan-Occidente se estructura el Apoyo al desarrollo de la innovación en Seguridad

Alimentaria Nutricional en Honduras, y es así como Rikolto obtiene los recursos para la implementación de la subvención “Tecnología y diálogo de saberes para fomentar la seguridad alimentaria y nutricional en Honduras”, la cual tiene como objetivo principal contribuir con soluciones innovadoras que fortalezcan sistemas agro-productivos sostenibles con tecnologías, intercambios de saberes y nutrición saludable, que mitiguen los problemas que afectan a la seguridad alimentaria y nutricional en Honduras.

Desde el 2014, Rikolto apoya al Consorcio Agrocomercial de Honduras, constituido



por FUNDER. El Consorcio Agrocomercial de Honduras representa una alianza entre 7 PYMES de pequeños productores, específicamente del sector fruti-hortícola de Honduras. Las empresas que integran el consorcio son: HORTISA, PROVIASA, La Meseta, Tropical Yojoa, ECARAI, AGRIDAN y Vegetales Lencas. Estas empresas están ubicadas en 5 departamentos, Intibucá, La Paz, Cortés, Francisco Morazán y El Paraíso.

La “Guía técnica para la producción de lechuga escarola (*Lactuca sativa*) en sistema hidropónico NFT bajo estructura protegida”, es un producto de las

experiencias obtenidas durante el proceso de producción de lechuga escarola en hidroponía, manejado por equipo técnico y por los productores beneficiados de los municipios de Chiligatoro, Intibucá, Pacayal y Matamula, Marcala, Azacualpa, Francisco Morazán, Güinope y Danlí, El Paraíso, con el financiamiento de la Unión Europea, a través de Eurosan Occidente y la unidad Técnica de Seguridad Alimentaria Nutricional.

Esperamos disfruten su lectura y compartan esta herramientas cuantas veces sea necesario.



CRÉDITOS

Guía técnica para la producción de lechuga escarola (Lactuca sativa var. crispata) en sistema hidropónico NFT bajo estructura protegida tipo invernadero.

Contenido

Walter Pereira – FUNDER

Revisión y edición

Patricia Arce – Rikolto

Guillermo Gutierrez- Rikolto

Selene Casanova – Rikolto

Diseño

Stephani Figueroa- Boceto

Fotografías

Jeremías García Argueta - Fotógrafo

Patricia Arce – Rikolto

Walter Pereira – FUNDER

Esta publicación ha sido elaborada en el marco de la subvención “Tecnología y diálogo de saberes para fomentar la seguridad alimentaria y nutricional en Honduras” ejecutada por Rikolto, a través de Eurosan Occidente y el Gobierno de Honduras con el apoyo financiero de la Unión Europea. Su contenido es responsabilidad exclusiva de Rikolto, y no refleja necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
HIDROPONÍA	8
CULTIVO DE LECHUGA ESCAROLA	21
TIPOS DE LECHUGA	23
MANEJO DEL SISTEMA HIDROPÓNICO	24
MANEJO DEL CULTIVO DE LECHUGA	34



**PLAGAS DEL CULTIVO
DE LECHUGA**

ESCAROLA 38

**COSECHA DE
LECHUGA ESCAROLA 41**

**RELACIÓN BENEFICIO
COSTO EN LA
PRODUCCIÓN DE
LECHUGA 43**

LISTA DE ACRÓNIMOS 49

BIBLIOGRAFÍA 50

La **hidroponía** es parte de los sistemas de producción llamados **cultivos sin suelo**. En estos sistemas el medio de crecimiento y/o soporte de la planta está constituido por sustancias de diverso origen, orgánico o inorgánico, inertes o no inertes es decir con tasa variable de aportes a la nutrición mineral de las plantas (Gilsanz, 2017).



INTRODUCCIÓN

La posibilidad de producir alimentos, especialmente hortalizas de alta calidad, es cada día de mayor importancia en Honduras, sin embargo, su factibilidad está limitada por el rápido crecimiento de la ciudad y de la industria utilizando la mayor parte del recurso suelo así mismo la reducción del espacio de suelo cultivable, la menor disponibilidad de agua para el riego y el aumento de las exigencias del mercado en calidad y sanidad de las hortalizas especialmente en las de consumo en fresco, han hecho que la producción de hortalizas en hidroponía estén tomando un auge cada día.

La lechuga (*Lactuca sativa*) es considerada la hortaliza de hoja por excelencia, dada su alta calidad culinaria como ensalada fresca. Pertenece a la familia de las Compuestas, es el cuarto vegetal más importante que se cultiva de forma hidropónica. El tomate, pepino, chiles pimientos, le precede, mientras que la producción de lechuga es pequeña en comparación a la producción tradicional (campo abierto).

En Honduras la producción de lechuga escarola, se hace de manera tradicional cultivo en suelo, donde los costos de producción

son elevados por la incidencia de plagas y enfermedades, esta presión nos obliga a hacer un uso irracional de agroquímicos, y cada día la demanda de alimento en el mundo aumenta, pero lastimosamente y debido a varios factores, seguir produciendo de manera tradicional, es más limitado, es por ello que estamos obligados a cambiar nuestros sistemas de producción y que sean amigables con el medio ambiente, eficientes y sostenibles en el tiempo para poder ser competitivos con las exigencias del mercado.

Esta guía enmarca las buenas prácticas agrícolas para la producción de lechuga escarola, desde el establecimiento del cultivo, hasta llegar a cosecha, para que cada productor pueda alcanzar el éxito en su unidad productiva, pero al final el éxito depende estrictamente del agricultor en su desempeño por hacer las cosas bien.



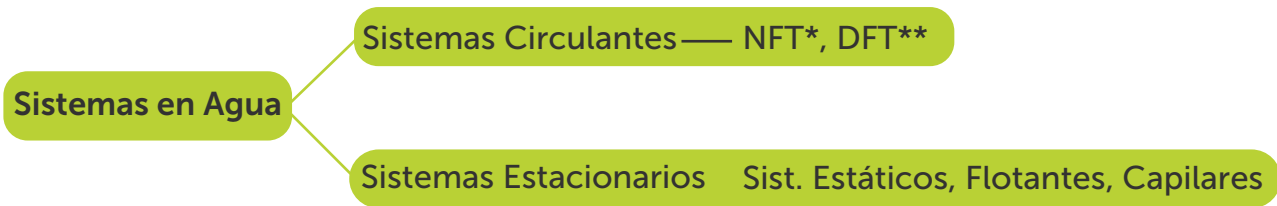
HIDROPONÍA

Se concibe a la **hidroponía** como una serie de **sistemas de producción en donde los nutrientes llegan a la planta a través del agua**, ya que en estos sistemas de producción el agua está circulando constantemente por todo el sistema (Gilsanz, 2017).

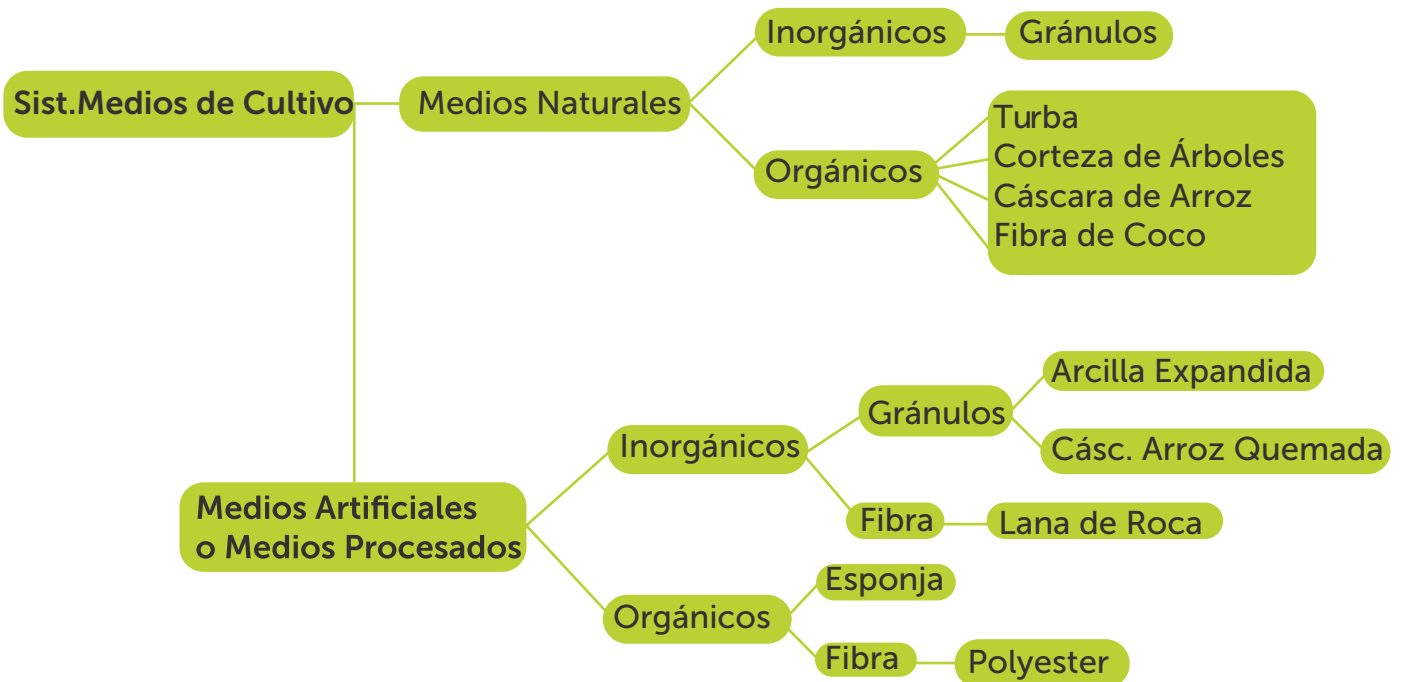
En estos sistemas de producción el medio para que las plantas puedan crecer y desarrollarse puede obtenerse a partir de perlita, vermiculita o lana de roca, materiales que son consideradas propiamente inertes y donde la nutrición

de la planta es estrictamente externa, o medios orgánicos realizados con mezclas que incluyen turbas o materiales orgánicos como corteza de árboles picada, cáscara de arroz etc. que interfieren en la nutrición mineral de las plantas. Seguidamente se presenta una descripción (Ilustración 1) de los diferentes sistemas de producción y sustratos utilizados en hidroponía (Urrestarazu Gavilan , 2015).

Sistemas de producción y sustratos utilizados en hidroponía



Sistemas Aeropónicos, Spray



*NFT: Nutrient Film Technic

**DFT: Dip Flow Technic

Fuente: Universidad de OSAKA, Japón, JICA, Curso de Horticultura Protegida 1998

Ventajas de la producción de hortalizas en hidroponía

Menor número de horas de trabajo y más livianas

En general estos sistemas requieren de un menor número de horas de trabajo que los sistemas convencionales de producción, ya que no sólo pueden automatizarse, si no también se requiere un menor esfuerzo físico para la producción.

No es necesaria la rotación de cultivos

En estos sistemas no es necesaria la rotación de cultivos ya que la presión de plagas y enfermedades es mínima, y si existe alguna incidencia como ser: insectos, hongo, bacteria, nematodo, cuando finaliza el ciclo del cultivo se desinfecta y se limpia todo el sistema hidropónico.

Tecnología amigable con el ambiente

Con esta tecnología se reduce en un 80% el consumo de agua en comparación con los sistemas de producción tradicionales, ya que el agua está circulando constantemente durante el ciclo del cultivo, la única pérdida de agua que hay es por la transpiración natural de las plantas y fugas que pueda tener el sistema.





Producción más limpia para el consumidor

En la hidroponía se reduce en un 99% el uso de agroquímicos, esto nos permite tener un alimento más inocuo para el consumidor final, y disminuir los costos de producción en comparación con los sistemas tradicionales.



No existe competencia por nutrientes

En estos sistemas de producción no existen otras plantas, aparte del cultivo establecido, por tal razón las plantas son más eficientes en el aprovechamiento de los nutrientes.



Las raíces se desarrollan en mejores condiciones

La raíz del cultivo adquiere su mejor desarrollo sin impedimentos físicos ni nutricionales, ya que el sistema radicular se puede monitorear a diario, comparado con los sistemas tradicionales donde se pueden presentar problemas de compactación y normalmente no se monitorea el sistema radicular, porque no es visible.



El sistema se ajusta a áreas de producción no tradicionales

La implementación de estos sistemas no permite ampliar la frontera agrícola permitiendo la inclusión de áreas urbanas y suburbanas para la producción. En general es posible desarrollar producciones comerciales exitosas en áreas pequeñas.

Desventajas de la producción de hortalizas en hidroponía



Inversión inicial alta

Como en cualquier proyecto para establecer el sistema de producción hidropónica, la inversión inicial es alta y el costo variará dependiendo del sistema elegido.



Energía eléctrica

Es indispensable que haya energía eléctrica donde se va a instalar el sistema hidropónico para que pueda funcionar, y contar con un generador eléctrico para cuando no haya energía, ya que estos sistemas de producción no pueden estar sin funcionar por más de 4 horas.

En los lugares donde no hay energía eléctrica otra de las opciones es la instalación de paneles solares. Se recomienda realizar un estudio previo a la instalación para que pueda accionar el sistema ya que depende de las horas luz de la zona.



Conocimiento para manejo del cultivo y equipo

Se necesita conocimiento en fisiología vegetal y nutrición para poder manejar el cultivo. El equipo que se utiliza en estos sistemas requiere de una interpretación adecuada para poder tomar decisiones acertadas.



Desbalances nutricionales causan efecto inmediato en el cultivo

Al no existir suelo se pierde la capacidad buffer. De forma inmediata se presentan los síntomas tanto de excesos como de déficits nutricionales. El productor deberá estar muy atento al equilibrio de la fórmula nutricional y a sus cambios durante el ciclo.



Agua de buena calidad

Se requiere agua de buena calidad, con un pH cerca del neutro (7), sin contaminantes, sin exceso de sales. Es importante realizar un análisis microbiológico y químico del agua a utilizar para poder tomar buenas decisiones.



Análisis comparativo de cultivos tradicionales e hidropónicos o sin suelo

ASPECTOS	SOBRE SUELO	SIN SUELO
Nutrición de planta	Muy variable Difícil de controlar	Controlada, estable. Fácil de chequear y corregir
Espaciamiento	Limitado a la fertilidad	Densidades mayores, mejor uso del espejo y la luz.
Control de malezas	Presencia de malezas	Prácticamente inexistentes
Enfermedades y patógenos del suelo nematodos	Enfermedades del suelo	No existen patógenos del suelo
Agua	Plantas sufren estrés Ineficiente uso del agua	No existe estrés hídrico. Perdida casi nula.

Sistemas de producción en hidroponía

Existen diferentes sistemas de producción de hortalizas en hidroponía, cada sistema tiene sus ventajas y desventajas, cada productor debe de establecer el que mejor se adapte a las condiciones de su zona, disponibilidad de recursos, siempre y cuando sea funcional y eficiente.

Diferentes sistemas de producción en hidroponía y técnicas



Fuente: (Asociación hidropónica mexicana , 2015)



● Raíz Flotante

El sistema flotante es el más sencillo de realizar, de bajo costo y no demanda el uso de energía extra comparado con los otros sistemas. Consta de un recipiente en donde se coloca la solución nutritiva y sobre ella flotando la plataforma de poliuretano que soporta las plantas. En este sistema es necesario el cambio de la solución nutritiva semanalmente o parte de ella, y se tiene que estar oxigenando la solución nutritiva, como en todo sistema hidropónico. En este sistema los cultivos que mejor se adaptan son los de hoja como lechuga, espinaca y el de plantas aromáticas (Gilsanz, 2017).

● Sistema DFT

DFT: “Deep Flow Technic” conocido en español como “Técnica de flujo profundo”, se cataloga como un híbrido entre los sistemas raíz flotante y NFT, ya que este sistema está a nivel y la solución nutritiva está recirculando igual que el NFT. En este sistema pueden ser instalados los mismos cultivos que en el sistema flotante: cultivos de hoja y plantas aromáticas (Gilsanz, 2017).

● Sistema NFT

NFT: "Nutrient Film Technic" conocido en español como "Técnica de película nutritiva". Consiste en bombear agua para la recirculación de la misma a través de los tubos o soportes. Se debe de mantener una lámina de agua de 2" en la tubería, para que las plantas puedan realizar la absorción de los nutrientes. Este sistema requiere un porcentaje entre 1 a 2 % de desnivel. Este tipo de sistemas se adapta bien en zonas donde la temperatura ambiental es elevada, ayuda a tener una mayor circulación a la solución nutritiva, logrando que la temperatura de esta no se caliente (Gilsanz, 2017).



● Sistema NFT modificado

El funcionamiento y principio es el mismo al del sistema NFT normal, la única diferencia es que en este sistema la estructura está a nivel. Estos sistemas son más adaptables para zonas no tan calientes, ya que nos da la facilidad de que el agua que está en la tubería pueda recircular evitando el calentamiento de esta.

En el marco del proyecto se trabajó con el sistema NFT modificado el cual conoceremos en detalle en esta guía de manejo y producción de lechuga escarola.

Componentes del sistema NFT modificado

Barril o tanque recolector

Tiene la función de almacenar la solución nutritiva que alimenta las plantas ubicadas en el sistema de producción. La elección del tanque dependerá de la calidad, capacidad y número de plantas que se tendrán en el sistema de producción. Por ejemplo, si vamos a tener un sistema de producción de 3,600 plantas de lechuga, se requiere un tanque con una capacidad de 1,080 litros, ya que la lechuga requiere 0.3 litros de agua, por planta.

La ubicación del tanque debe ser en un lugar seguro, mantenerlo tapado, además de ubicarse en un lugar con un diferencial de altura menor, entre 1 a 2 metros con relación al sistema de producción para que el agua del sistema regrese al tanque por gravedad.

Bomba

Su función es impulsar permanentemente la solución nutritiva desde el tanque donde está la solución nutritiva hasta los tubos del sistema de producción.

Dentro de la gran variedad de tipos de bombas y características de funcionamiento destacan las de accionamiento eléctrico de operación sumergida o no sumergida. En este caso para la solución nutritiva, normalmente se utilizan las bombas sumergibles, para evitar que las sales de la solución nutritiva puedan dañar la bomba, pero las no sumergibles también funcionan bien.

Para la selección de la bomba deben considerarse los siguientes aspectos:

➤ **Solidez y calidad de los componentes del motor y bomba.** Con la utilización de una bomba de buena calidad se permitirá resistir a las horas de funcionamiento, como lo son las requeridas por el sistema de producción «NFT».

➤ **Resistencia de la bomba a la acción corrosiva de la solución nutritiva a través del tiempo.** Si la bomba no es resistente a la corrosión, la vida útil de ésta disminuirá rápidamente, por lo cual se deberán reponer frecuentemente los elementos deteriorados para mantener su operación.

➤ **Caudal.** mínimo se requieren 2 litros por minuto de la solución nutritiva por lance de tubo de 6 metros. Si el sistema de producción será de 3,600 plantas, y cada tubo tiene una densidad de siembra de 30 plantas a un distanciamiento de 20 cm cada planta, significa que en el sistema de producción tendremos 120 tubos para poder establecer las plantas, en total se requiere un caudal de 240 litros por minuto, a ello se le suma un 20% de eficiencia de trabajo de la bomba, que equivale a 48 litros, en total el sistema de producción demanda 268 litros por minuto, con este valor se elige la bomba a utilizar.

Si no se encuentra una bomba con capacidad para emitir al sistema 268 litros por minuto o por temas de presupuesto no se puede adquirir se podría utilizar una bomba que provea un caudal de 90 litros por minuto, con esta opción se podría diseñar el sistema en 3 módulos de producción de 1200 plantas cada uno, y hacer recirculación de agua de 20 minutos por modulo.

La bomba debe localizarse en forma próxima al tanque colector, es necesario que su funcionamiento sea observado periódicamente, en términos del flujo, ruidos o vibraciones que puedan detectarse, lo cual sería indicativo de un funcionamiento defectuoso que requeriría una reparación.

Planta eléctrica

Es muy importante contar con una planta eléctrica en nuestro sistema de producción para cuando no haya energía disponible, recordemos que estos sistemas de producción

no pueden estar sin funcionar por más de 4 horas continuas, la planta eléctrica a tener en nuestro sistema y la elección de esta dependerá de la bomba, por ejem: la bomba que tenemos el sistema es 750w, la planta eléctrica tiene que ser de 1200w para que pueda accionar la bomba.

Red de distribución

Es la tubería de PVC que conduce la solución nutritiva del tanque impulsada por la bomba, hacia el sistema de producción, normalmente se utiliza tubería con un diámetro de 1", por los volúmenes de agua que se conducen, de esta tubería sale el tubin, o manguera que introduce el agua a cada uno de los tubos del sistema.

Tubería para el establecimiento del cultivo

La tubería de PVC descansa sobre una estructura de metal o madera, que debe de tener una altura de 1.0 m de alto, por 2.0 m de ancho, donde se colocan hasta 10 lances de 6 metros de largo, incluso puede tener hasta 12 metros de largo, la distancia entre cada estructura soporte depende del calibre de la tubería a utilizar.

Se utiliza tubería de drenaje SDR 64, el distanciamiento de cada estructura donde descansa la tubería debe de ser no mayor de 1.3 m, para evitar fluctuaciones en la tubería de conducción de la solución nutritiva.

Si se utiliza tubería de PVC con un calibre SDR 41, se puede dar una separación hasta de 1.5 m ya que esta tubería resiste hasta 100 PSI.

El sistema «NFT» se caracteriza por no utilizar ningún sustrato, sino por el contrario, es un sistema estrictamente hidropónico, se cultiva directamente en agua con sales minerales disueltas. Otra función de la tubería es conducir la solución nutritiva desde la entrada hasta el drenaje de circulación de agua, por tal razón es muy importante que la tubería se encuentre en perfectas condiciones y sin materiales extraños, para que la solución pueda hacer su recorrido y las plantas puedan aprovechar los nutrientes disueltos en agua.

Canastas hidropónicas o cestas de soporte del cultivo

La canasta hidropónica tiene la función de sujetar a la planta durante el ciclo del cultivo, tiene las siguientes medidas: largo: 2", diámetro en la parte superior 2", de diámetro inferior de la canasta 1.78 ". Estas cestas son introducidas en un agujero perforado en la tubería. Es muy importante que el agujero quede bien hecho y con el diámetro de 2", ya que si queda con un diámetro mayor al de la parte superior de la canasta, esta quedara floja, se introducirá mucho en el tubo y con ello la solución nutritiva tendrá contacto con el tallo de planta y esto provocará enfermedades en el cultivo.

Existen otras opciones para sujetar a la planta, como ser vasos desechables número 8, o 6, y esponja, todas las opciones son funcionales, el uso de estas dependerá del diseño de cada sistema hidropónico y disponibilidad de recursos en la zona.

Drenaje del sistema

En el sistema de producción NFT modificado, se debe de mantener una lámina de la solución nutritiva de 2", equivalente a 11.78 litros de solución, el diámetro de la tubería que se puede utilizar para la siembra de lechuga es 3".

El drenaje es todo el volumen de la solución nutritiva que sobrepase los 11.78 litros, este volumen, al final de cada tubería es recolectado por un tubo que manda esta solución de nuevo al tanque, de esta manera el agua está recirculando, y con ello ganamos oxigenación del agua y se mantiene la temperatura ideal de la solución nutritiva para el buen desarrollo del cultivo.

Oxigenador

La oxigenación de la solución nutritiva es uno de los factores relevantes para poder alcanzar el éxito en el sistema de producción, es por ello la importancia de oxigenar el agua de manera artificial con un oxigenador, de los que se utilizan para las peceras, o hacerlo de manera natural con el mismo sistema de producción.



CULTIVO DE LECHUGA ESCAROLA

➤ Descripción del cultivo

La lechuga es la planta más importante del grupo de las hortalizas de hoja, se consume en ensaladas, es ampliamente conocida y se cultiva en casi todos los países del mundo (MCA , 2009).

➤ Requerimientos del cultivo

El éxito del cultivo es que se hagan las actividades en función del ciclo del cultivo en tiempo y forma, ya que una labor mal realizada o realizada de forma tardía genera una merma irreversible en el rendimiento provocando una mala rentabilidad (MCA , 2009).

➤ pH óptimo

El pH ideal para el buen desarrollo del cultivo oscila entre 5.5 y 6.5, siendo el ideal en hidroponía 6.3, ya que es donde tenemos la mayor disponibilidad de nutrientes para la planta (MCA , 2009).

➤ Clima

El cultivo se desarrolla muy bien principalmente en zonas altas, donde su mejor desarrollo y calidad lo obtiene por encima de los 1,100 msnm con una temperatura media alrededor de los 18°C, es tolerante a las bajas temperaturas, pero a altas temperaturas su calidad desmejora y la vida de anaquel se limita. Para un desarrollo normal de la planta, es necesario que las temperaturas durante la fase de crecimiento permanezcan entre 20 y 24°C. Para poder iniciar la fase de inducción floral se necesita entre 10 y 15° C durante varias horas del día (MCA , 2009).

➤ Época de siembra

En este tipo de producción, se puede sembrar durante todo el año.

TIPOS DE LECHUGA



TIPO	D.D.T.	VARIEDADES
Iceberg	52-58	Cartagena RZ, Faunas RZ
Batavias	45-50	Invicta RZ, Radial RZ, Impulsion RZ
Romanas	45-50	Auvona RZ, Patrona RZ , 41-200
Salanovas	30-35	Xavier RZ, Cook RZ, Duplex RZ, Expedición RZ, Madrigòn RZ ,Sastre RZ.
Lollo Rosso	50-55	Anthony RZ
Butterhead	45-50	Ballerina RZ, Distinguo RZ
Oak Leaf	50-55	Kristine RZ, Monday RZ
Fresse	50-55	Barundy RZ
Mini Romanas	40-45	Baeza RZ, Tudela RZ, Rincon RZ

Fuente: Rijk Zwaan

➤ Semillero de lechuga

Muy pocos productores hacen sus semilleros haciendo uso de bandejas, aunque esta labor debería ser generalizada ya que son muchas las ventajas que tiene respecto al establecimiento de semilleros de forma tradicional establecidos en el suelo. Otros productores compran la plántula lista para trasplante. Tener una planta de buena calidad es clave para poder lograr un buen rendimiento final de la lechuga (Oficina de las Naciones Unidas & VCDI-UNODC, 2017).



MANEJO DEL SISTEMA HIDROPÓNICO

Trasplante del cultivo paso a paso

Funcionamiento del sistema

Antes de realizar el trasplante del cultivo, se tiene que verificar que el sistema esté funcionando perfectamente y se tiene que verificar los siguientes aspectos.

- Que no haya fugas en el sistema hidropónico
- Disponibilidad de agua y calidad de agua
- Sistema calibrado lámina de agua 2" de agua, 11.78 litros de agua por lance de tubo
- Funcionamiento de la bomba
- Buena circulación y drenaje del agua
- Temperatura, pH y conductividad eléctrica del agua

➤ Temperatura ambiente y humedad relativa

➤ Disponibilidad de energía y planta eléctrica.

➤ Canastas hidropónicas en los tubos, vasos o esponja, según lo que se utilice para la siembra

➤ Disponibilidad de equipo de medición (phmetro, termómetro, equipo de medición de cloro y oxigenación)

➤ Oxigenador

Es importante tener un análisis microbiológico del agua para poder determinar la calidad de agua que se tiene, siempre se recomienda, antes de realizar el trasplante de lechuga potabilizar el agua

del sistema para eliminar la presencia de coliformes totales, fecales, algas, bacterias. La cantidad de cloro a utilizar dependerá de la concentración del cloro. A continuación, se presenta una fórmula sencilla para poder realizar el cálculo y alcanzar 0,2 y 0,5 ppm de cloro libre en el agua.

$$CCU=5\text{ppm}*\text{VAP CDC}*10,000*1000$$

Descripción de la fórmula

- **CCU:** Cantidad de cloro a utilizar
- **5 ppm:** Partes por millón que se requieren para potabilizar el agua
- **VAP:** Volumen de agua a potabilizar
- **CDC:** Concentración del cloro a utilizar
- **10,000.00:** Constante
- **1000:** Factor de conversión a gramos o mililitros

Ejemplo

Se requiere potabilizar el agua de un sistema hidropónico. El tanque tiene una capacidad de 1,100 litros, en la zona solo tienen disponibilidad de cloro granulado al 65%.

¿Qué cantidad de cloro deben utilizar?

$$CCU=5\text{ppm}*1100\ 65*10,000*1000 \quad CCU=5500\ 650,000.00*1000 \quad CCU=0.08$$

$$\text{Kg}*1000=8.46\ \text{G}$$

El resultado se obtiene en kg, ya que se utilizó cloro granulado para el ejemplo, por tal razón se multiplicó por 1,000 para pasar los kilogramos a gramos.

Si utilizamos cloro líquido el resultado que se obtendrá será en litros, se realiza el mismo procedimiento para pasar litros a cc o ml.

También se recomienda agregar fungicida al barril y accionar el sistema para que este pueda recircular dentro del mismo. Este se aplica con el objetivo de prevenir enfermedades en la raíz de la lechuga. El fungicida que ha dado buen resultado como preventivo es el Propamocarb 53% + Fosetil-al 31% a una dosis de 100 cc por cada 1000 litros de agua, se recomienda realizar de 2 a 3 aplicaciones durante el ciclo del cultivo.

Regular el pH del agua

El pH es el grado de acidez o alcalinidad que puede tener el agua. El pH del agua ideal para el cultivo es 6.3. Si el pH del agua anda por debajo del rango deseado o en un valor superior a 6.3 se deben de utilizar reguladores de pH.

Las cantidades a utilizar tanto para corregir la acidez o alcalinidad del agua, dependerá del valor de pH, por tal razón se recomienda hacer pruebas en volúmenes conocidos de agua.

Ejemplo

Si se utilizan 20 gramos de cal para modificar el pH de 4.5 a 6.3, en un volumen de 400 litros de agua, ¿Cuántos gramos de cal debe utilizar para modificar el pH, en 1,100 litros de agua?

Se realiza el cálculo por regla de 3.

20 gr	400 litros de agua
X	1,100 litros de agua

Se realiza el siguiente cálculo: $20 \times 1100 / 400 = 51$ gramos a utilizar.

Este mismo procedimiento se realiza cuando es necesario bajar el pH del agua

Trasplante de la lechuga

Una vez realizadas todas las actividades anteriormente descritas se procede a realizar el trasplante. Se colocan las plantas en cada una de las canastas con todo y pilón. Es muy importante que el nivel de agua no sobrepase el pilón de cada planta, es por ello la importancia de mantener la lámina de agua de 2", ya que si esto pasa la solución nutritiva entrará en contacto con el tallo y hojas de la planta y se tendrán problemas de enfermedades. Se han realizado pruebas de trasplante de plantas a raíz desnuda pero no se han tenido buenos resultados.

Incorporación de la solución nutritiva al sistema

La solución nutritiva es uno de los factores más importantes para el éxito del cultivo, contiene todos los nutrientes disueltos en agua, para poder lograr un buen desarrollo del cultivo.

La solución nutritiva se diseña de manera que suministre un nivel adecuado de todos los nutrientes, permitiendo así, un fácil manejo. Se diseña con base en los requerimientos nutricionales del cultivo y la curva de absorción de nutrientes durante el ciclo del cultivo.

Tipos y elección de formulaciones nutritivas

Los parámetros a considerar para la elección de una formulación nutritiva:

Uno de los aspectos a considerar, es la incorporación mínima de elementos minerales no esenciales para el crecimiento de las plantas (sulfatos, hierro, cobre, por ejemplo), ya que su acumulación aumenta la concentración de sales de manera innecesaria, que de llegar a un nivel límite, inhibe la absorción de agua por las plantas. De esta forma, la formulación elegida debería contener aquellos fertilizantes que aporten en mayor proporción los elementos esenciales (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio Magnesio) y, en una reducida cantidad aquellos no deseados. También es necesario evaluar el costo de la solución nutritiva al momento de optar por una formulación, lo importante es darle a la planta lo necesario para el desarrollo del cultivo.

Preparación de la solución nutritiva

Al momento de preparar la solución nutritiva es necesario contar con lo siguiente:

- Agua de buena calidad
- Potabilizar el agua
- Disponer de una balanza analítica o grameras
- 3 recipientes para poder realizar las mezclas (Solución A, B, C)
- Peachimetro para monitorear el pH del agua y conductividad eléctrica

Una vez que hemos tomado en cuenta todos los elementos anteriormente descritos se procede a preparar la solución nutritiva. Un elemento importante es estabilizar el pH del agua a 6.3, para que cada uno de los fertilizantes que incorporamos tenga buena solubilidad, y no se formen precipitados.

Formulación y preparación de la solución nutritiva

En los ensayos realizados en el marco de la subvención Tecnología y diálogo de saberes para fomentar la seguridad alimentaria nutricional en Honduras, se ha probado la siguiente formulación la cual para obtener una mezcla homogénea de los solubles se prepara en tres soluciones A.B.C.

FERTILIZANTE	CANTIDAD PARA UN VOLUMEN DE 2500 LITROS	CANTIDAD PARA UN VOLUMEN DE 2100 LITROS	CANTIDAD PARA UN VOLUMEN DE 1250 LITROS	CANTIDAD PARA UN VOLUMEN DE 833 LITROS	CANTIDAD PARA UN VOLUMEN DE 416 LITROS
MAP (fosfato monoamónico)	472	396,48	236	157	118
Nitrato de calcio	722	606,48	361	241	180,5
Nitrato de potasio	758	636,72	379	253	189,5
Sulfato de magnesio	305	256,2	152,5	102	76,25
Solubor	2,22	1,86	1,11	0,7	0,555
Zinc	4,44	3,7	2,22	1,5	1,11
Cobre	4,44	3,73	2,22	1,5	1,11
Hierro(6%)	25	21	13	8	6
ce/ms	1	0,84	0,50	0,33	0,25

Nota: Para todos los fertilizantes descritos en la tabla de nutrición la unidad de medida es en gramos, a excepción del hierro y zinc la unidad de medida es cc o ml, esto puede variar en función de la fuente nutricional que disponga.

Preparación solución B (2 litros)

Sulfato de Magnesio, Hierro, Boro, Zinc (fertilizantes solubles)

Pasos:

- Medir en un recipiente 1 litro de agua
- Adicionar uno por uno los fertilizantes en el orden descritos anteriormente
- Agregar agua hasta completar los 2 litros y agitar durante 3 minutos para que haya una buena solubilidad.

Preparación solución C (2 litros)

Nitrato de calcio (fertilizante soluble)

Pasos:

- Medir en un recipiente 1 litro de agua
- Adicionar el nitrato de calcio
- Agregar agua hasta completar los 2 litros y agitar durante 3 minutos para que haya una buena solubilidad

asimilar todos los nutrientes incorporados en la solución, de no estar el pH en el rango deseado se modifica, haciendo los procedimientos anteriormente descritos.

Así mismo se monitorea la conductividad eléctrica, que es la cantidad de sales disueltas en la solución nutritiva, la lechuga se debe de mantener en los siguientes valores de conductividad

De 0 a 20 DDT: 1ms/c²

De 20 A 45 DDT o cosecha: 1.3 ms/c²

Monitoreo de pH y conductividad eléctrica

Estos valores se deben de monitorear como mínimo 4 veces al día para poder tomar decisiones acertadas, de igual manera el equipo de medición que se utilice debe estar calibrado, para tener precisión en la toma de datos, ya que un resultado no real nos puede llevar a tomar una decisión incorrecta y dañar el cultivo.

Es necesario identificar las unidades de medición para conductividad eléctrica. A continuación, una tabla de conversiones y formas de medición de conductividad eléctrica.

Una vez que se tengan preparadas las soluciones nutritivas se incorpora al barril y se hace recircular el agua por todo el sistema, durante 10 minutos, luego se realiza la medición de pH, conductividad eléctrica y temperatura de la solución nutritiva.

El valor de pH en la solución nutritiva debe de ser 6.3, para que las plantas puedan

Conversiones y formas de medición de conductividad eléctrica

CF	EC: mS/cm ²	EC: μS/cm ²	ppm: 0.50	ppm: 0.64	ppm: 0.70
1	0.1	100	50	64	70
2	0.2	200	100	128	140
3	0.3	300	150	192	210
4	0.4	400	200	256	280
5	0.5	500	250	320	350
6	0.6	600	300	384	420
7	0.7	700	350	448	490
8	0.8	800	400	512	560
9	0.9	900	450	576	630
10	1.0	1000	500	640	700
11	1.1	1100	550	704	770
12	1.2	1200	600	768	840
13	1.3	1300	650	832	910
14	1.4	1400	700	896	980
15	1.5	1500	750	960	1050
16	1.6	1600	800	1024	1120
17	1.7	1700	850	1088	1190
18	1.8	1800	900	1152	1260
19	1.9	1900	950	1216	1330
20	2.0	2000	1000	1280	1400
21	2.1	2100	1050	1344	1470
22	2.2	2200	1100	1408	1540
23	2.3	2300	1150	1472	1610
24	2.4	2400	1200	1536	1680
25	2.5	2500	1250	1600	1750
26	2.6	2600	1300	1664	1820
27	2.7	2700	1350	1728	1890
28	2.8	2800	1400	1792	1960
29	2.9	2900	1450	1856	2030
30	3.0	3000	1500	1920	2100
31	3.1	3100	1550	1984	2170
32	3.2	3200	1600	2048	2240
33	3.3	3300	1650	2112	2310
34	3.4	3400	1700	2176	2380
35	3.5	3500	1750	2240	2450

Fuente: (Cardador , 2020)

Temperatura del agua

La temperatura de la solución nutritiva es muy importante **mantenerla en un rango de 15 °C a 25 °C, durante el ciclo del cultivo.**

Uno de los problemas que se tiene al momento de producir lechuga en hidroponía es temperaturas elevadas en la solución nutritiva, esto ocasiona daños al cultivo se **recomienda realizar lo siguiente:**

- Colocar Sarán dentro del invernadero con un porcentaje de sombra de 70%
- Aumentar el flujo de entrada de agua
- Colocar hielo en el barril de la solución nutritiva.

Oxigenación del agua

Al igual que los seres humanos las plantas necesitan el oxígeno para poder sobrevivir, por tal razón **la oxigenación es otro elemento importante para poder lograr el éxito del cultivo.** Existen diferentes formas de oxigenar el agua las cuales se detallan a continuación:

- La solución se oxigena cuándo el agua ingresa a la tubería donde están las plantas

- Circulación de agua a través de la tubería
- Cuando el agua del drenaje cae abruptamente al barril donde está la solución nutritiva almacenada, ya que se genera turbulencia
- Oxigenación con la misma bomba que impulsa la solución nutritiva al sistema (oxigenar durante 10 minutos antes de encender el sistema)
- Oxigenador artificial



Consumo de oxígeno en lechuga, tomate y pepino en canales de cultivos de sistema NFT


	Lechuga	TOMATE	PEPINO
Concentración de oxígeno ppm			
Concentración de oxígeno en el tanque de almacén	7.9	7.9	7.9
Concentración de oxígeno en la parte inicial de canales de cultivo	6.7	4.5	5.4
Concentración de oxígeno en la parte media de canales de cultivo	6.4	3.1	1.8
Concentración de oxígeno en la parte final de canales de cultivo	5.8	2.2	0.8
Consumo de oxígeno en el canal de cultivo	2.1	5.7	7.1


Fuente: (Producción de Hortalizas en Sistema Hidropónico NFT, 2015)




Limpieza del sistema hidropónico


Este proceso se debe de realizar una vez se termine el ciclo de producción o se puede realizar unos días antes de la siembra en el sistema. Para la limpieza del sistema se incluyen las siguientes tareas:

 Lavado exhaustivo de los tubos con jabón y agua, pueden pasarse esponjas o cepillos por la superficie, de un extremo a otro de cada uno de los tubos, esta acción se repite varias veces, con el fin de eliminar cualquier tipo de contaminación del sistema.

 Llenar el tanque con agua limpia a un 50 % de su capacidad como máximo, para

la desinfección con peróxido de hidrógeno, luego encender el sistema y hacer la circulación del sistema por 30 minutos y luego dejar reposar por 30 minutos.

 Llenar el tanque con agua limpia a un 50 % de su capacidad como máximo y activación de la circulación del sistema para su desinfección con cloro 5 ppm, a 90% de cloro (usar 5 gramos) y hacer circular la solución para desinfección por 30 minutos y dejar reposar por 30 minutos, luego eliminar el agua.

 Luego lavar la tubería nuevamente y barril para eliminar los residuos utilizados para la desinfección y luego llenar el tanque a la capacidad total, el tanque está listo.



MANEJO DEL CULTIVO DE LECHUGA



El manejo del cultivo de lechuga en hidroponía incluye varias actividades, las cuales se describen a continuación:

Prácticas culturales



Rondas y limpiezas alrededor del cultivo

Es muy importante el control de malezas dentro y fuera de la estructura protegida ya que las malezas sirven de hospederos para las plagas y enfermedades.



Estructura de protección del cultivo (invernadero)

Debe de verificarse que la malla que cubre el invernadero no esté rota, esto ayudará a que los insectos no entren, al igual que las puertas del invernadero deben de mantenerse cerradas todo el tiempo para evitar el ingreso de insectos.



Desinfectante para ingresar al invernadero

Para esta actividad se debe tener un pediluvio y atomizador para desinfectar a cada una de las personas que ingresen al invernadero, así mismo no se recomienda el consumo de alimentos dentro del invernadero y fumar.



Control de algas

Las algas al igual que las plantas realizan fotosíntesis, esto es uno de los problemas más frecuentes en el sistema de producción de lechuga en hidroponía ya que afectan el sistema radicular y esto impide la asimilación de nutrientes.

Para poder controlar las algas se recomienda realizar las siguientes actividades

- **Uso de agua oxigenada 33 cc/1,100 litros de agua (forma preventiva)**
- **Cloro a 5 ppm (dosis depende de la concentración, verificar fórmula anteriormente descrita)**
- **Cobre 10 gramos por cada 1,000 litros**
- **Evitar la entrada de luz a la solución nutritiva para evitar la formación de algas**

➤ **Herramientas y equipo de trabajo limpias**

Todas las herramientas que se utilizan en el sistema de producción de lechuga en hidroponía se deben mantener en buen estado, al igual que el equipo de medición utilizado.

➤ **Monitoreo de raíces del cultivo**

Se debe de monitorear el sistema radicular del cultivo a diario, con ello se garantiza el éxito del cultivo, estas deben de mantenerse de una coloración blanca, esto nos indica un sistema radicular sano.

➤ **Malla en el drenaje del agua para evitar sedimentos extraños**

A medida circula el agua y hace contacto con el pilón de las plantas se va desprendiendo el sustrato, por tal razón en la tubería que recolecta la solución y que va de regreso al sistema se recomienda colocar una malla como filtro para evitar la entrada de sedimentos al barril.

➤ **Monitoreo del flujo de agua**

El caudal de entrada de agua es muy importante ya que con ello aseguramos

la entrada de agua a cada uno de los tubos del sistema, por tal razón el flujo de entrada de agua debe de andar entre 1.5 a 4 litros/minuto.

➤Fluido eléctrico

La energía eléctrica es fundamental para el funcionamiento de estos sistemas. Es importante estar monitoreando las fallas que se puedan presentar, si esto sucede se puede hacer uso del generador eléctrico para evitar problemas en el cultivo.

➤Revisar el nivel de agua barril

Existen diversas formas de perder agua en el contenedor; **una de ellas puede ser por fugas y transpiración de las plantas**, la cual es la pérdida de agua de las plantas a través de los estomas. En promedio una planta transpira un litro de agua durante el ciclo. En un sistema de producción donde se tiene **2880 plantas**, se pierden en promedio por transpiración **80 litros de agua diarios**.

Cada vez que se incorpore agua al barril se debe de clorar el agua, monitorear pH y la conductividad eléctrica, ya que se modifica.





PLAGAS DEL CULTIVO DE LECHUGA ESCAROOLA

Las plagas de mayor importancia económica en Honduras para el cultivo de lechuga son: **los áfidos, gusano del fruto y las babosas**

➤ **Áfidos** (*Mysus persicae*, *Aphis gossypii*)

Esta plaga no solo afecta el rendimiento del cultivo, sino que hay un grave problema con la pérdida de la calidad comercial por la presencia del áfido en las hojas y cogollos de las lechugas (Martínez R., Ceballos V, Suris C, Duarte M, & Baños D, 2013)

➤ **Gusano del fruto** (*Helicoverpa spp*)

Aunque es considerada una plaga secundaria, esta causa daño en etapa

de larva, la lesión desmejora la calidad comercial de la lechuga y la vuelve sin valor comercial, las larvas en sus estados iniciales (1er al 3er instar) no son difíciles de controlar. En sus estados avanzados (final del 3er instar hasta que empupan) son difíciles de controlar y altamente destructivos y se pueden quedar dentro de la lechuga llegando al consumidor final (MCA , 2009).

Control

Para evitar la presencia de los áfidos y gusano del fruto dentro del invernadero se recomienda las siguientes medidas:

- Rondas limpias dentro y fuera de la estructura
- Barreras rompevientos

- Muestreo dos veces por semana
- Invernadero total sellado, que la malla no tenga agujeros para evitar la entrada del insecto
- Puertas del invernadero totalmente cerradas
- En caso de existencia de plaga en el cultivo, hacer uso de un controlador biológico en primera instancia y de algún controlador químico como último recurso.

➤ **Babosa (*Sarasinula plebeia*)**

La presencia de la babosa es significativa en ciertas zonas húmedas o si existe algún rastrojo. El daño ocasionado por babosas hace que la lechuga no sea comercializable. El muestreo se puede hacer cuando se monitoreen las otras plagas, se pueden identificar por el daño en el follaje o por la baba que dejan en este (Garcia Mari & Ferragut Perez, 2002).

- Mantener una ronda de 5 metros completamente en tierra y cal alrededor del cultivo
- Manejo de barreras vivas, evitando la acumulación de materia orgánica en la orilla
- Cebos envenenados con cerveza, melaza o con metaldehído
- Si se tiene o tuvo problema con babosa hay que aplicar el cebo de metaldehído alrededor de los lotes afectados

Esta plaga es una de las de mayor importancia económica ya que la babosa es hospedera de un nematodo *Angiostrongylus costaricensis*, la cual transmite una enfermedad al humano llamada *Angiostrongiliasis abdominal* causada por el nematodo.

Control

Para poder prevenir y controlar esta plaga en el cultivo se recomienda:

- Historial del lote
- Realizar un buen control de malezas
- Muestreo dos veces por semana (ver si hay caminos de liga)
- Mantener los campos libres de rastrojos y basuras

Enfermedades del cultivo de lechuga

Las enfermedades producidas por bacterias como la *Erwinia* sp y hongos como el *Fusarium* sp, y la *Alternaria* sp, son las de mayor importancia económica en el cultivo de lechuga hidropónica.

➤ Alternaria sp

Es un hongo oportunista y su presencia dependerá del estado nutricional del cultivo. Las plantas débiles son más propensas al ataque de alternaria y hay riesgo de infestación cuando la circulación de agua es deficiente o las condiciones de humedad relativa son altas (Ñacato Suintaxi & Valencia Gordón, 2016).

➤ Pudrición blanda (*Erwinia sp.*)

Es bastante común visualizar pudrición en la parte interior de la lechuga al momento de realizar la cosecha. Las bacterias normalmente infectan la planta a través de lesiones por insectos, hongos o daños mecánicos, pero en el caso de la pudrición interna, al momento de la cosecha, es por una situación de mal manejo del tiempo de cosecha (Franco, 2008).

➤ Fusarium sp.

Una de las enfermedades más comunes en la producción de lechuga en hidroponía es fusarium, por tal razón se deben de realizar las siguientes actividades (Villa-Martínez, y otros, 2015).

- Variedades resistentes
- Una buena nutrición
- Un buen manejo cultural de todo el cultivo y mantenerlo libre de malezas
- Muestreo dos veces por semana para la detección temprana de la enfermedad
- Buena circulación de agua
- Eliminación de plantas afectadas
- El uso de Trichozam y/o Bacillus subtilis de manera preventiva
- Control químico usar los fungicidas (Propamocarb 53% + Fosetil-al 31% 84 SL, a una dosis de 100 cc por cada 1000 litros de agua,
- Clorar el agua





COSECHA DE LECHUGA ESCAROLA

Antes de cosechar la lechuga, se debe de realizar un muestreo o estimación de cosecha tomando como base los estándares de calidad del mercado al cual va dirigido su producto.

Cosecha

La cosecha de la lechuga escarola normalmente se realiza entre 40 a 45 días después del trasplante (DDT) esto puede variar dependiendo la zona de producción.

La lechuga debe de cosecharse el mismo día que se va a entregar al supermercado para evitar la deshidratación, de igual manera se debe de utilizar cestas plásticas su recolección y cuchillos especiales para evitar la oxidación del tallo.

Criterios de calidad

El productor antes de establecer su cultivo tiene que definir cuál será el mercado, ya que los estándares de calidad varían de acuerdo con este. Cada productor debe asegurarse de la calidad del cultivo y de las exigencias del mercado.

Empaque

Normalmente la lechuga escarola se empaca en bolsas transparentes, perforadas. Esto depende del mercado donde serán enviadas. En una cesta plástica se pueden colocar en promedio 8 lechugas.

Transporte

Para el transporte de las lechugas escarolas se deben de considerar los siguientes aspectos:

- En camiones: cubierto y ventilado
- En canastas plásticas con esto se logra minimizar el daño

➤ Si se puede transportar en camión con unidad de frío (es lo recomendado)

➤ No transportar con otros productos que tengan liberación alta de etileno

➤ Se debe proteger el producto del sol y la lluvia

Almacenamiento

La lechuga se almacena a 0°C y una humedad relativa mayor de 95%, en estas condiciones se logra optimizar la vida de anaquel. La lechuga es muy sensible al etileno, por esta razón no es recomendable almacenarla con frutas generadoras de etileno tales como manzanas, peras y duraznos.



The background of the entire page is a close-up, high-angle photograph of fresh, vibrant green lettuce leaves. The leaves are densely packed and show natural variations in color and texture, with some appearing more curled and others more flat. The lighting is bright, highlighting the veins and edges of the leaves.

RELACIÓN BENEFICIO COSTO EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA

A continuación, se describen los costos de producción para el establecimiento del cultivo de lechuga escarola en sistema hidropónico, bajo invernadero

INVERSIÓN, COSTOS Y UTILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA ESCAROLA EN HIDROPONÍA NFT (200 m² para 2,880 plantas)

INVERSIÓN / COSTOS FIJOS

Materiales y Accesorios de riego

No	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (L)	Total (L)
1	Tubería de 3 Pulgadas SDR 64	Lance	96	169.57	16278.72
2	Tubería de 1 Pulgadas SDR26	Lance	3	75.65	226.95
3	Estructuras soporte Hg (1.2*1.8) (llave en Mano)	Estructura	60	310.00	18600.00
4	Canasta hidropónica	Canasta	2880	2.50	7200.00
5	Tubin 16 mm	Metros	96	4.48	430.08
6	Conector mini válvula	Conector	96	16.00	1536.00
7	Empaques	Empaque	18	3.00	54.00
8	Válvula de 1 Pulgadas (presión)	Válvula de Bola	18	68.00	1224.00
9	Te de 1 Pulgadas (presión)	Te	16	10.00	160.00
10	Codos de 1 Pulgadas (presión)	Codo	5	8.00	40.00
11	Unión universal de 1 Pulgadas	Unión	1	32.00	32.00
12	Codos de 3 Pulgadas (presión)	Tapones	96	27.39	2629.44
13	Adaptadores macho de 1 Pulgadas (presión)	Adaptadores	4	12.00	48.00
14	Adaptadores macho de 1 1/2 Pulgadas (presión)	Adaptador	2	25.00	50.00
15	Tapón con rosca de 1 Pulgadas	Tapones	4	13.00	52.00
16	Reductor de 1 1/2 a 1	Reductor	1	15.00	15.00
17	Adaptador hembra de 1 1/2 Pulgadas	Adaptador	2	25.00	50.00
18	Adaptadores hembra de 1 Pulgadas (presión)	Adaptadores	3	10.00	30.00
19	Broca 2 Pulgadas	Broca	1	70.00	70.00
20	Broca 1/2 Pulgadas	Broca	1	70.00	70.00
21	Tubería de 6 Pulgadas (lances) SDR 64	Tubería	3	510.00	1530.00
22	Reductor de 4 a 2 Pulgadas	Reductor	3	380.00	1140.00
23	Pegamento ¼	Pegamento	1	15.00	15.00
24	Teflón	Teflón	1	15.00	15.00
25	Planta eléctrica	Planta	1	3299.00	3299.00
26	Tapón con rosca de 1 Pulgadas (presión)	Tapón	2	12.00	24.00

27	Contenedor de 1100 Litros	Bin	1	3739.13	3739.13
Sub Total Materiales Sistema hidropónico					58,558.32
Equipos					
28	Bomba de caudal 1.5 HP	Bomba	1	2750.00	2750.00
29	Oxigenador (motor, aireador, manguera)	Oxigenador	1	740.00	740.00
30	Medidor de pH, conductividad eléctrica, temperatura	Medidor de pH	1	5562.58	5562.58
31	Reloj programador digital 120 V	Reloj	1	1874.50	1874.50
Sub Total Equipos					10,927.08
Instalación Eléctrica					
32	Instalación eléctrica	Instalación	1	10573.00	10573.00
Sub Total Instalación eléctrica					10,573.00
Sub Total Invernadero					85,000.00
Sub Total sistema hidropónico					88,558.32
SUB TOTAL INVERSIÓN SIN DEPRECIACIÓN					25,3616.72
33	Depreciación de Sistema Hidropónico/ Ciclo Productivo	Anual	20%	58558.32	11711.66
34	Depreciación de instalación eléctrica/Ciclo Productivo	Anual	20%	10573.00	2114.60
35	Depreciación de Invernadero/Ciclo Productivo	Anual	20%	85000.00	17000.00
36	Depreciación instalación sistema hidropónico	Anual	20%	30000.00	6000.00
37	Depreciación de equipos	Anual	20%	10927.08	2185.42
SUB TOTAL INVERSIÓN CON DEPRECIACIÓN					39,011.68
COSTOS VARIABLES / MATERIALES					
Plantas de lechuga escarola					
38	Plantas de lechuga escarola	Plantas	2880	1.00	2880.00
Subtotal plantas de lechuga escarola					2,880.00
Fertilizantes, Mano de Obra y energía					
39	Mano de obra manejo del cultivo	Mano de Obra	6	900.00	5400.00
40	Poliquel hierro	Litros	1	158.00	158.00
41	Nitrato de Potasio 25 Kg	Kilogramos	6	28.30	169.80

42	Nitrato de calcio 25 Kg	Kilogramos	6	12.20	73.20
43	Sulfato de magnesio 25 kg	Kilogramos	3	9.00	27.00
44	Sulfato de zinc 25 kg	Kilogramos	0.03	28.00	0.84
45	Sulfato de cobre 25 kg	Kilogramos	0.03	67.00	2.01
46	Solubor	Gramos	15	0.06	0.90
47	MAP (Fosfato Monopotásico) kg	Kilogramos	4	21.76	87.04
48	Cloro granulado 65%	Libra	10	20.00	200.00
49	Agua oxigenada	Agua Oxigenada	6	45.00	270.00
50	Fungicida prevalor 250 MI	Litro	3	314.00	942.00
51	IBA (Enraizador)	Sobre	1	184.00	184.00
52	Curzate fungicida	500 gr	1	289.00	289.00
53	Pegasus 250 MI	250 ml	1	584.00	584.00
54	Combustible para la planta (Galón)	Combustible	8	103.00	824.00
55	Aceite dos tiempos	Cuarto	2	310.00	620.00
56	Energía eléctrica	Mes	6	1100.00	6600.00
Subtotal fertilizantes, mano de obra y energía					16,431.79
Cosecha / Postcosecha					
57	Cosecha de lechuga escarola	DH	8	150	1200.00
58	Transporte de lechuga escarola	Transporte	1	2500	2500.00
Subtotal cosecha post cosecha					3,700.00
COSTOS VARIABLES / MATERIALES					23,011.79
TOTAL INVERSIÓN CON DEPRECIACIÓN Y COSTOS VARIABLES					62,023.47
Costos de comercialización (6%)					9,360.00
Costos financieros					0.00
COSTO TOTAL (L)					71,383.47
COSTO TOTAL (USD\$)					2,893.53
TIPO DE CAMBIO L / USD \$			24.67		

PRODUCCIÓN / RENDIMIENTO MÍNIMO		PRODUCCIÓN/RENDIMIENTO MÁXIMO	
Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
Número de plantas	2880	Número de plantas	2880
Unidades	2600	Unidades	2800
Total	2600	Total	2800
	2500		

PRECIOS DE LECHUGA ESCAROLA (L)		PRECIOS DE LECHUGA ESCAROLA (L)	
Precio mínimo	6.00	Precio mínimo	6.00
Precio máximo	9.00	Precio máximo	9.00
Promedio	7.50	Promedio	8.00
INGRESO BRUTO DE LECHUGA ESCAROLA RENDIMIENTO MÍNIMO (L)		INGRESO BRUTO DE LECHUGA ESCAROLA RENDIMIENTO MÁXIMO (L)	
Precio mínimo	124800.00	Precio mínimo	134400
Precio máximo	187200.00	Precio máximo	201600
Promedio	156000.00	Promedio	168000
UTILIDAD NETA DE LECHUGA ESCAROLA RENDIMIENTO MÍNIMO (L) INGRESO BRUTO - TOTAL DE INVERSIÓN CON DEPRECIACIÓN Y COSTOS VARIABLES		UTILIDAD NETA DE LECHUGA ESCAROLA RENDIMIENTO MÁXIMO (L) INGRESO BRUTO - TOTAL DE INVERSIÓN CON DEPRECIACIÓN Y COSTOS VARIABLES	
Precio mínimo	53416.53	Precio mínimo	63016.53
Precio máximo	115816.53	Precio máximo	130216.53

AÑOS DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA CON UN RENDIMIENTO MÍNIMO PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN TOTAL		AÑOS DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA CON UN RENDIMIENTO MÁXIMO PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN TOTAL	
Precio mínimo	4.75	Precio mínimo	4.02
Precio máximo	2.19	Precio máximo	1.95



Se estima recuperar la inversión en un plazo de 5 años (inversiones fijas), tomando en cuenta la vida útil de los activos y tabla de depreciación de la ley hondureña, en ese sentido se estimó un 20% de depreciación de los activos por año (instalación y establecimiento del sistema hidropónico, invernadero, Instalación eléctrica y equipo) sumando un costo total de la inversión de L. 253,616.72.

Así mismo se presenta a detalle los costos variables (insumos agrícolas, plantas, costos de cosecha y postcosecha) a ello se le suma el porcentaje de depreciación anual, teniendo un costo total por ciclo de producción de L. 71,383.47.

Se presenta detalles de los rendimientos mínimos y máximos posibles a tener, esto dependerá del manejo del cultivo y experiencia en el manejo de la tecnología. Según las experiencias y las condiciones de clima en donde se establezca la producción de lechuga escarola el ciclo de cultivo anda alrededor de 42 días después de trasplante (DDT), en ese sentido en un año se puede tener 8 ciclos de producción. Los ingresos que se presentan están basados por los 8



ciclos de producción, de igual manera se presenta una banda de precios mínimo y máximo, esto dependerá del mercado en el cual se comercialice la lechuga, máxime si se le da un valor agregado puede superar los precios establecidos para la estimación de ingresos.

También se expresan el rendimiento y precio de venta mínimo y máximo, en ambos casos, en cada ciclo de producción se genera un margen de utilidad, así mismo se puede observar los años de producción que se requieren para recuperar la inversión total.

ACRÓNIMOS

%: Porcentaje	m ² : Metros cuadrados
": Pulgadas	Mg: Magnesio
Plg: Pulgadas	ppm: Partes por millón
°C: Grados centígrados	MgSO ₄ : Sulfato de magnesio
B: Boro	Mn: Manganeso
C: Carbono	N: Nitrógeno
Ca: Calcio	P: Fósforo
Cal: Calorías	PVC: Cloruro de Polivinilo
CaNO ₂ : Nitrato de Calcio	MAP: Fosfato monoamónico 12-61-0
CE: Conductividad Eléctrica	SDR: Calibre de la tubería (razón dimensional estándar)
Cu: Cobre	Mz: Manzana
CuSO ₄ : Sulfato de Cobre	ms: Unidad de medida de conductividad eléctrica
DFT: Deep Flow Technique	DDT: Después de trasplante
Fe: Hierro	cm ² : Centímetro Cuadrado
gr: Gramos	mm: Milímetro
K: Potasio	L: Lempiras
Kg: kilogramos	lbs: Libras
pH: Unidad de Medida de Alcalinidad o acidez	
KNO ₃ : Nitrato de potasio	
M.O.: Materia Orgánica	
cm: centímetros	
m: Metro	
NFT: Técnica de Película Nutritiva	
PSI: Unidad de presión	
ml: mililitros	

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M. J., Matos, A. V., & Belén, D. (2002). Degradación de betalainas en remolacha (*Beta vulgaris* L.) estudio cinético. Recuperado el 20 de 8 de 2020, de <http://saber.ula.ve/handle/123456789/27617>
- Asociación hidropónica mexicana . (25 de abril de 2015). Hidroponia Cultivos Alternativos. Obtenido de Hidroponia blog: <https://hidroponiablog.wordpress.com/referencias/>
- Cardador , M. (01 de abril de 2020). Conductividad eléctrica. Obtenido de Hidroponía al cubo: <https://hidroponiaalcubo.wordpress.com/conductividad-electrica/>
- Carpio, C. A. (2017). Combate químico de THRIPS TABACI (thysanoptera: thripidae) en el cultivo de cebolla, en Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 39-44.
- Choi, Y.-J., Hong, S.-B., & Shin, H.-D. (2007). Reconsideración de la infección por *Peronospora farinosa* *Spinacia oleracea* como especies distintas, *Peronospora effusa*. *The British Mycological Society*, 381-391.
- Coca Abia , M. (2009). De Gusano blanco a Escarabajo Sanjuanero (Coleoptera, Scarabaeidae). Características morfológicas, modo de vida e incidencia. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 581-586.
- Domínguez García-Tejero, F. (2005). Plagas de remolacha. Barcelona : Gráficas Uguina.
- Espinosa B., L., Gil, R., Menza, G., Jiménez, J., & Niño E, N. (2011). Enfermedades de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Cota (Cundinamarca) y control del mildew vellosa (*Peronospora farinosa*, Byford). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*.
- Franco, Y. (2008). Caracterización de aislamientos de *Erwinia* spp. causantes de pudrición blanda en papa (*Solanum tuberosum* L). Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.
- Garcia Mari , F., & Ferragut Perez, F. (2002). Las plagas agrícolas. España: M.V. PHYTOMA.
- Gilsanz, J. (2017). Hidroponia. Uruguay: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología.
- Koch, G., & Weiland, J. (2004). Enfermedad de la mancha foliar de la remolacha azucarera (*Cercospora beticola* Sacc.). *Sociedad Británica de Fitopatología*, 157-166.
- La Rosa Villarreal, O. J. (2015). Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo condiciones del valle del Rímac, Lima. Universidad Agraria La Molina.
- López Avila, A. (2000). Insectos plagas del cultivo de la papa en Colombia y su manejo. Biblioteca Agropecuaria de Colombia.

Martínez R., M., Ceballos V, M., Suris C, M., Duarte M, L., & Baños D, H. (2013). Áfidos y sus parasitoides en sistemas urbanos de producción de hortalizas en Cuba. *Revista Colombiana de Entomología*, 13-17.

MCA , H. (2009). *Manual de Producción de Lechuga*.

Ñacato Suntaxi, C., & Valencia Gordón, M. (2016). Aislamiento, identificación y pruebas in vitro de cepas autóctonas de *Bacillus subtilis* como agente de biocontrol de *Alternaria spp* en *Brassica oleracea var.italica*. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana .

Oficina de las Naciones Unidas , & VCDI-UNODC. (2017). *El cultivo de hortalizas*. Bolivia: PROYECTO JATUN SACH'A.

Pereira Argueta, W. I. (2020). *Agronegocios*. FUNDER.

Producción de Hortalizas en Sistema Hidropónico NFT. (19 de 01 de 2015). Obtenido de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/produccion-de-hortalizas-en-sistemas-hidroponicos>

Resh, H. (1992). *Cultivos Hidropónicos*. Mundi Prensa.

Romero Murillo, F. (11 de agosto de 2018). En Choloma está la primera empresa de vegetales hidropónicos. *La Prensa*.

Urrestarazu Gavilan , M. (2015). *Manual Practico de cultivo sin suelo e hidroponía*. Madrid: Ediciones Mundi Prensa.

Villa-Martínez, A., Pérez-Leal, R., Morales-Morales, H., Basurto-Sotelo, M., Soto-Parra, J., Martínez-Escudero, E. (2015). Situación actual en el control de *Fusarium spp*. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, Universidad Nacional de Colombia, 194-205.

Wilkinson, T., & Douglas, A. (2003). Aminoácidos del floema y gama de plantas hospedadoras del pulgón polífago, *Aphis fabae*. *Entomología Experimentalis*, 103-113.

rikolto

VECO



RikoltoLatam



RikoltoLA



RikoltoLatam



HONDURAS SIN HAMBRE



Bélgica

socio para el desarrollo