



SECRETARÍA DE COORDINACIÓN  
GENERAL DE GOBIERNO

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

**EUROSAN**  
OCCIDENTE

# Produzcamos espinaca en hidroponía

## Guía técnica



**rikolto**  
VECO



# LA HISTORIA DETRÁS...

Rikolto (anteriormente 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.

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 presente “Guía técnica para la producción de espinaca (*Spinacia oleracea*) en sistema hidropónico NFT bajo estructura protegida”, es un producto

de las experiencias obtenidas durante el proceso de producción de espinaca en hidroponía, manejado por el equipo técnico y por los productores beneficiados de los municipios de Matamula, Pacayal, departamento de Marcala y Azacualpa, Francisco Morazán, 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 espinaca (*Spinacia oleracea*) 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

LA HISTORIA DETRÁS... 2

---

CRÉDITOS 5

---

INTRODUCCIÓN 9

---

HIDROPONÍA 10

---

CULTIVO DE  
ESPINACA 23

---

MANEJO DEL SISTEMA  
HIDROPÓNICO 28

---

MANEJO DEL CULTIVO  
DE ESPINACA 36

---

**PLAGAS DEL CULTIVO DE  
ESPINACA 40**

---

**ESTIMACIÓN DE  
COSECHA 43**

---

**RELACIÓN BENEFICIO COSTO  
EN LA PRODUCCIÓN  
DE ESPINACA 46**

---

**ACRÓNIMOS 52**

---

**BIBLIOGRAFÍA 53**

---

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 *Spinacia oleracea* L es una hortaliza que se cultiva muy poco en Honduras aproximadamente se cultiva alrededor de 5 mz en forma escalonada durante el año. Tiene un mercado reducido y diferenciado ya que el consumo está segmentado, sin embargo, influye la poca demanda por parte del consumidor por el desconocimiento del cultivo y sus beneficios.

La espinaca tiene muchos beneficios y propiedades nutricionales. Es un cultivo rico en fibra, vitamina A, B1, B2, C, K, calcio, fósforo, hierro, ácido fólico, magnesio, zinc y betacarotenos.

Las espinacas son comúnmente utilizadas en dietas nutricionales ya que producen saciedad y sólo aporta 16 calorías por cada 100 gramos. Es uno de los alimentos anticancerígenos más destacados, ayuda a frenar la acción de los radicales libres sobre las células. Es muy recomendable su consumo durante el embarazo, pues el zinc interviene en la formación de los huesos, y el ácido fólico previene defectos en la columna vertebral, malformaciones en el feto, tales como espina bífida y labio leporino, además favorece el funcionamiento del sistema inmunológico, así como el control de la diabetes pues contiene un antioxidante conocido como ácido alfa lipoico, que aumenta la sensibilidad a la insulina.

En Honduras existen muy pocas referencias de la producción de espinaca por tal razón se está desarrollando la guía para el manejo y producción de este.



# HIDROPONÍA

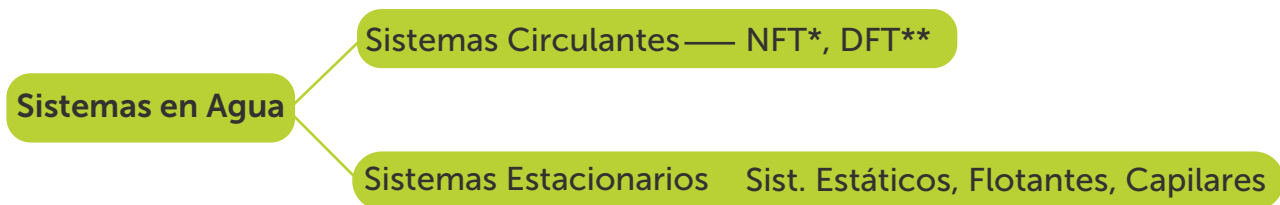
El vocablo hidroponía proviene de dos palabras griegas HYDRO que significa agua y PONOS que significa trabajo, también conocida como la producción de cultivos sin suelo. Se concibe a la hidroponía como una serie de sistemas de producción en donde los nutrientes llegan a la planta a través del agua, ya 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

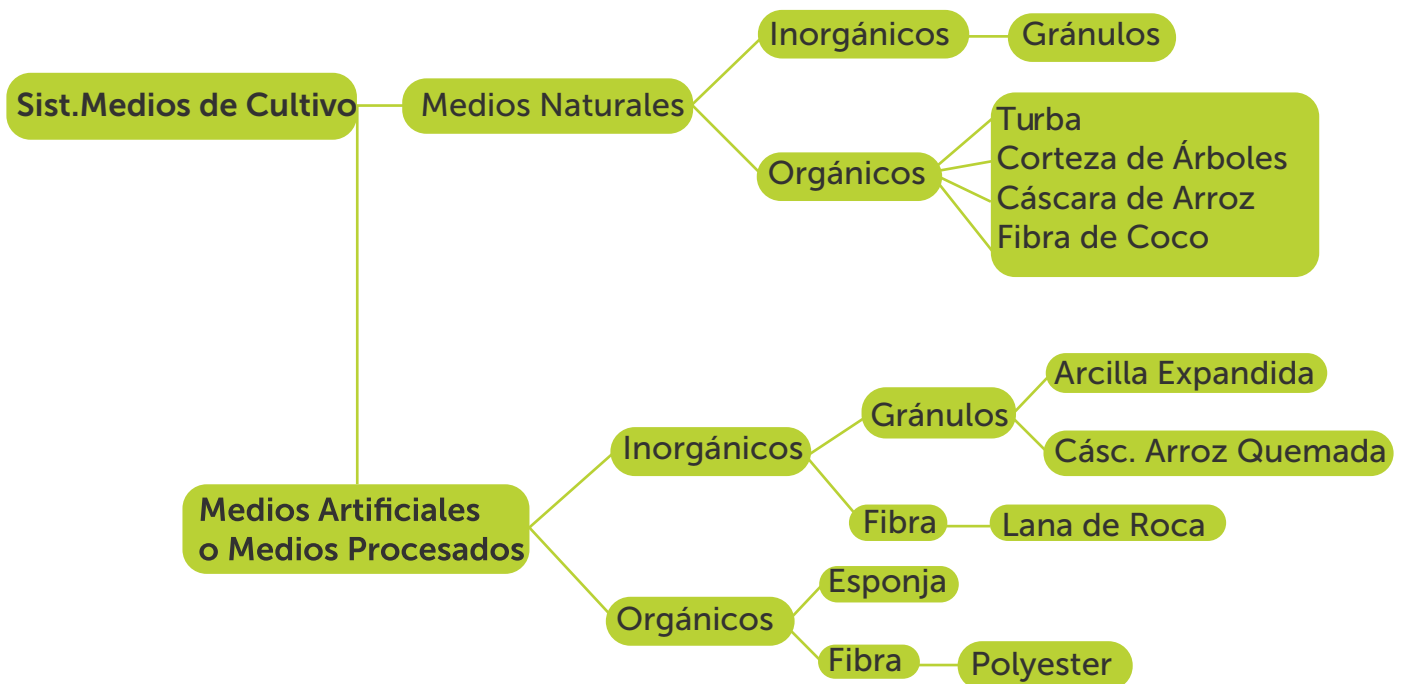
desarrollarse puede obtenerse a partir de perlita, vermiculita o lana de roca, materiales que son consideradas propiamente inertes y donde la nutrición de la planta es estrictamente externa, o medios orgánicos realizados con mezclas que incluyen turbas o materiales orgánicos como corteza de árboles picada, 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 ESPINACA

## Descripción botánica y morfológica

Nombre común: Espinaca. Alemán: spinat. Inglés:

spinach. Holandés: spinazie

Nombre Científico: *Spinacia oleracea* L

Familia: Chenopodiaceae.

Género: *Spinacia*

Especie: *Spinacea oleracea*

Variedad: Oleracea

Tipo: Hortaliza



Ilustración 3. Planta de espinaca

## Descripción del cultivo

La espinaca es un producto de consumo mundial. Son plantas herbáceas de ciclo de vida semestral, aunque según la variedad pueden realizarse también recolecciones trimestrales; requiere suelos con alto contenido de materia orgánica.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura indica que en el periodo comprendido entre los años 2000 a 2012 se ha incrementado el consumo de espinacas significativamente, por su parte, China se constituye como el mayor productor de espinaca en el mundo, seguido por Estados Unidos, Japón, Turquía, Indonesia e Irán, quienes contribuyeron con 20.626.239 toneladas, es decir, el 96% de la producción mundial (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).



## Tipos de espinaca



### Espinaca de hoja rizada oriental o savoy

Es la variedad más popular de espinaca, se come cocida debido a su textura firme, se venden en mazos normalmente, sus hojas son onduladas, crujientes y de un color verde oscuro, es la que se siembra en Honduras (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).



### Espinaca de hoja semi savoy

Esta variedad conserva las mismas características que la espinaca savoy pero de una manera más ligera, la textura y lo ondulado de sus hojas es menor, aunque prevalecen las mismas características a la hora de limpiarlas y prepararlas para su consumo (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).



### Espinaca de hoja lisa

Al igual que la anterior también se consume cocida, sus hojas son más grandes, más lisas y más tiernas que la variedad anterior, son más fáciles de lavar, normalmente se venden en bolsas sin tallos (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).



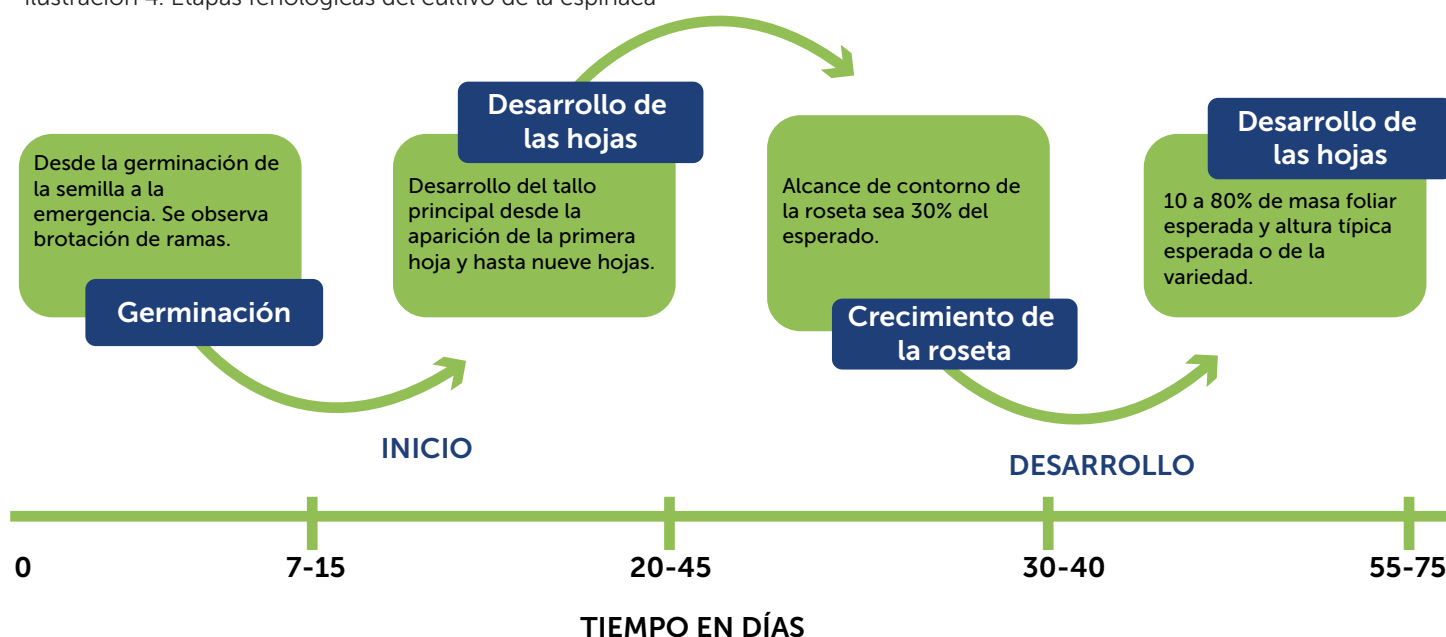
### Espinaca Baby

Se destacan por ser más pequeñas y más tiernas que las anteriores. Se usan en la preparación de diferentes ensaladas. La espinaca Baby, no es más que la espinaca de hoja lisa que ha sido cosechada en forma temprana. Tiene un sabor más dulce y se vende en bolsas con sus tallos, que no necesitan ser removidos ya que son igual de tiernos. Poseen menor cantidad de ácido oxálico (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

## Ciclo fenológico del cultivo

El ciclo fenológico de la espinaca inicia con la germinación de la semilla (bien sea bajo cubierta para la obtención de plántulas, o en campo con la siembra directa), seguido por el desarrollo de las hojas el cual es el órgano de interés y del que depende también su ciclo final, es decir, el de recolección (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

Ilustración 4. Etapas fenológicas del cultivo de la espinaca



## Semillero de espinaca

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 del cultivo (Oficina de las Naciones Unidas & VCDI-UNODC, 2017).

La espinaca se puede hacer siembra directa, pero no es recomendable, ya que cuando se realiza la siembra directa no seleccionamos el sistema radicular del cultivo.

## Ventajas

- El estrés de trasplante es mínimo.
- Mejor sanidad de la plántula.
- Uso óptimo de la semilla.
- Se controlan mejor las condiciones ambientales.
- Mejor recuperación luego del trasplante.
- Permite trasplantar todo el día.

## Desventajas

- Requiere mayor inversión inicial
- Más sensible al manejo
- Requiere mayor conocimiento por el personal a cargo.
- Las bandejas de espinaca son de celdas de 2.5 X 2.5 X 3.8 centímetros (1 X 1 X 1 ½ pulgadas) de 150 celdas por bandeja (lo importante es el tamaño de celda, no el número de celdas). La cantidad de semilla de espinaca que se requiere para una hectárea de cultivo depende de varios factores como densidad de siembra, variedad a establecer, en hidroponía se utilizan entre 20 a 25 plantas por m<sup>2</sup>.





# 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 acelga

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/c<sup>2</sup>

De 20 A 45 DDT o cosecha: 1.3 ms/c<sup>2</sup>

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

Si se tiene temperaturas elevadas 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





**MANEJO DEL CULTIVO  
DE ESPINACA**

El manejo del cultivo de espinaca en hidroponia incluye varias actividades las cuales se describen a continuación:

## Prácticas culturales

### ➤ Rondas y limpieas 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 acelga 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 acelga 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.

## ➤ Limpieza del sistema hidropónico

Este proceso se debe de realizar una vez se termine el ciclo de producción o se puede realizar esta actividad unos días antes de la siembra en el sistema.

Para la limpieza es necesario considerar lo siguiente:

➤ Lavar los tubos con jabón y agua, tanto de la superficie como de un extremo a otro de cada uno de los tubos, incluye el tanque de la solución nutritiva.

➤ Para la desinfección, llenar el tanque al 50 % de capacidad, puede utilizar peróxido de hidrógeno al 3 % (usar 300 ml) o cloro al 90 % (usar 5 gramos) encender el sistema, hacer la circulación del sistema por 30 minutos y luego dejar reposar por 30 minutos.

➤ Luego lavar la tubería nuevamente y tanque para eliminar los residuos utilizados en la desinfección. Llenar el tanque a la capacidad total de esta manera, está listo para poder utilizarlo.





# PLAGAS DEL CULTIVO DE ESPINACA

A continuación se mencionan posibles plagas que podrían afectar el cultivo de espinaca.

## ➤ **Chizas (*Ancognata scarabaelodes*; *Clavipalpus ursinus*)**

Las larvas se conocen como Mojojoy y se alimentan de raíces, ocasionando daño en las plantas al interferir con la toma de nutrientes por las heridas ocasionadas. Estas heridas a su vez permiten el ingreso de hongos patógenos que afectan la producción y pueden causar la muerte de la planta; los adultos normalmente se conocen como ronrón de mayo. (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

## ➤ **Tierreros (*Agrotis ipsilon*)**

El adulto es una mariposa de color gris que al igual que en su estado larval está cubierta de puntos oscuros. Recién nacidas miden 1 mm llegando a medir hasta 4 a 5

cm, siendo en esa edad de color café o negro. Causan la muerte de las plántulas al comer el cuello de la raíz, las larvas se encuentran cerca de esta zona en plantas muertas (López Avila, 2000).

## ➤ **Trips (*Trips tabaci*)**

Son insectos pequeños que no sobrepasan los 2 mm, de cuerpo alargado, color amarillento o negruzco; succionan el alimento de las hojas y frutos, ocasionando amarillamientos en la planta, y en las frutas raspaduras, altas poblaciones pueden inducir pérdida prematura de flores, además son transmisores de virus que afectan la producción (Carpio, 2017).

Los adultos y las larvas son los que ocasionan daño en el cultivo, sin embargo, las pupas son de difícil control puesto que caen al suelo y se protegen, es por esto por



lo que se recomienda realizar aplicaciones dirigidas a suelo con insecticidas químicos o biológicos como es el caso de *Beauveria bassiana*, teniendo en cuenta que éstas no penetran más de 2 cm en el perfil de suelo; a nivel foliar se debe acompañar las aplicaciones con extractos de ajo-ají que permiten exponer la plaga.

### ➤ **Acaros (*Tyrophagus putrescentiae*)**

El ataque de esta plaga se evidencia por el encrespamiento de las hojas de la espinaca, dado su tamaño diminuto se requiere de una lupa para poder verlos, es similar a gotas de rocío por su color transparente, se alimentan de tejido tierno por lo que se evidencia en los primeros 30 días de cultivo, iniciando con un encrespamiento de las hojas (García Mari & Ferragut Pérez, 2002).

Se recomienda realizar monitoreos frecuentes y realizar aplicaciones en los focos de infección, una vez que haya presencia de los ácaros. Para el control, en el mercado existe una diversidad de productos a base de *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana* y *Entomophthera virulenta* como excelentes controles; también extractos vegetales a base de neem, ruda, tabaco, azufre,

menta y eucalipto que incluidos en una rotación permiten el manejo adecuado de esta plaga (Cámara de Comercio de Bogotá 2015).

### ➤ **Áfidos (*Aphis sp*)**

Normalmente se localizan en los brotes tiernos de la planta y chupan la savia de las hojas ocasionando una deformación y un leve enrollamiento de estas; esto ocasiona problemas en el crecimiento de la planta.

### Control

**Para el control de plagas en el cultivo se recomienda hacer lo siguiente:**

- Mantener las rondas limpias dentro y fuera de la estructura
- Establecer barreras vivas rompevientos alrededor del invernadero
- Hacer muestreo dos veces por semana
- Mantener el invernadero totalmente sellado para que no ingresen los insectos
- Hacer buen uso de la doble puerta del invernadero para evitar el ingreso de las plagas

En producciones bajo estructura protegida no deberíamos de tener presencia e incidencia de plagas, si esto sucede es porque algo hicimos mal y no estamos haciendo un buen manejo. Como última

opción para el control de las plagas se recomienda el uso de agroquímicos de acuerdo con el tipo de plaga.

## Enfermedades del cultivo de espinaca

Se mencionan posibles enfermedades que podrían afectar el cultivo de espinaca si no se hace un buen manejo.

➤ **Mal de talluelo *Damping off* o mal del talluelo (complejo de hongos: *Pythium nees*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium tode*.)** Puede ser uno o varios de los hongos mencionados anteriormente los que causan esta enfermedad y atacan principalmente en etapa de plántulas, ingresan a la planta a través de las raicillas más pequeñas (pelos absorbentes) o por medio de heridas ocasionadas al momento del trasplante, una vez dentro de la planta se reproducen y tapan los haces vasculares impidiendo el transporte de nutrientes, esto se refleja en la planta por amarillamiento de las hojas y eventualmente la caída de la planta del cuello de la raíz ocasionando su muerte (*Cámara de Comercio de Bogotá 2015*).

➤ **Manchas foliares (*Colletotrichum dematium*; *Cladosporium macrocarpum*, *Alternaria sp* y *Stemphylium botryosum*)** Se caracteriza por manchas irregulares en las hojas, alternaria son manchas necróticas (secas) de color café claro generalmente en hojas viejas mientras que *Stemphylium* presenta manchas de color gris y a medida que progresa seca los tejidos; la diferencia con alternaria radica en que sus manchas son más pequeñas (*Cámara de Comercio de Bogotá 2015*).

➤ **Mildiu Velloso (*Peronospora farinosa*)** Es la enfermedad más limitante en la producción de espinaca; se presentan manchas cloróticas en las hojas por el haz, mientras por el envés se observan de color gris azulado, ocasionando gran pérdida de plantas (*E. Niño, Espinosa B., Gil, Menza, & Jiménez, 2011*).

**Como última opción para el control de las enfermedades anteriormente descritas se recomienda el uso de agroquímicos de acuerdo con el tipo hongo.**



# ESTIMACIÓN DE COSECHA

Antes de cosechar la espinaca, se recomienda 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 espinaca se realizará a los 35 a 45 DDT, con un tamaño de la hoja de 6 cm, esto puede variar un poco dependiendo de la zona de producción, el tipo de espinaca que se tenga establecido, madurez fisiológica del cultivo y el mercado destino, ya sea para el consumo en fresco o industrial.

La cosecha depende del interés de comercialización, el productor debe tener claro cuál será el destino del producto y cosechar cuando esté complete el ciclo de cosecha o alcance el tamaño y número de hojas deseados.

## Criterios de calidad

El productor antes de establecer su cultivo tiene que definir cuál será el mercado de su producto, ya que los estándares de calidad de cada supermercado varían. Cada productor debe asegurarse de producir espinaca de buena calidad, es muy importante planificar las siembras en función de la demanda, ya que si el productor produjo espinaca de buena calidad y no la puede comercializar no es culpa del mercado, si no del productor que produjo sin una buena planificación.

## Mercado de destino

La mayor parte de la comercialización de la espinaca se realiza en etapa temprana (no se deja que alcance su madurez fisiológica) por lo que se hace una sola cosecha. Si se trata de mercado industrial, la cosecha se realiza cuando el producto alcance buen tamaño, peso y se recolectan las mejores hojas, las más lisas. Se recomienda hacer la cosecha de la espinaca en horas frescas.

## Número de hojas y tamaño

Normalmente se cosecha cuando las plantas alcanzan entre 18 a 22 hojas y un peso promedio entre 180 a 250 gramos. En el caso de la variedad Baby, cuando alcanza de 10-11 hojas, si es espinaca oriental se puede vender en mazos esto depende del mercado.

Generalmente en Honduras, la espinaca se comercializa en presentaciones de 5 onzas por bolsa y acomodadas máximo 15 bolsas por cesta plástica (Hortifruti , 2020).

## Postcosecha

La estructura, transporte y mobiliario utilizado, debe responder lo más eficientemente posible a las necesidades para el mantenimiento de la calidad de la espinaca, pues ésta pierde la turgencia rápidamente, se puede ver afectada por cortes y daños sobre la hoja afectando el rendimiento. La espinaca es transportada en diferentes puntos del

proceso: de la zona de producción del cultivo al centro de acopio para hacer pesaje, inspección sanitaria y registro del producto recibido; a las mesas de selección donde se hacen las consideraciones de acuerdo con el estado de las plantas y la presencia o no de rastros de plagas y enfermedades; debe pasar por la limpieza; se traslada a la zona de empaque y almacenamiento para finalmente ser transportada de nuevo al punto de recepción.

## Selección

Agrupar hojas homogéneas haciendo a un lado las que tienen síntomas de haber sido atacadas por plagas y/o enfermedades, la selección se hace de acuerdo con el tamaño y al color, separando el producto comercial de acuerdo con el estándar.

## Limpieza y lavado

Es la labor de inicio de acondicionamiento del producto y se realiza para eliminar cualquier material extraño que haya quedado de exceso entre raíces y hojas, debe realizarse a la sombra en mesas, se pueden realizar a través de dos métodos de lavado: por inmersión o por ducha de agua.

## Empaque

Según las exigencias del mercado, la espinaca se empaca en presentaciones de 5 onzas por bolsa plástica, este peso representa aproximadamente 115 hojas de espinaca o en mazos. En promedio 10 hojas de espinaca pesan 15.6 gramos.

## Transporte

El parámetro más importante en el transporte es la limpieza e higiene del vehículo por lo que éste debe estar lavado y desinfectado. Se debe evitar colocar las cestas con espinacas directamente sobre el piso y manejar la cubierta del vehículo para alejar las plantas de otras fuentes de calor y contaminación.



# RELACIÓN BENEFICIO COSTO EN LA PRODUCCIÓN DE ESPINACA

Se describen los costos de producción del establecimiento del sistema hidropónico, bajo invernadero.

<b>INVERSIÓN, COSTOS Y UTILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ESPINACA EN HIDROPONÍA NFT (240 m<sup>2</sup> para 432 plantas)</b>					
<b>INVERSIÓN / COSTOS FIJOS</b>					
<b>Materiales para el invernadero</b>					
No	Descripción	Unidad	Cantidad	PrecioUnitario (L)	Total (L)
1	Tubería de 3 Pulgadas SDR 64	Lance	96	169.57	16,278.72
2	Tubería de 1 Pulgada SDR 26	Lance	3	75.65	226.95
3	Estructuras soporte Hg (1.2*1.8) (llave en mano)	Estructura	60	310.00	18,600.00
4	Canasta hidróponica	Canasta	2880	2.50	7,200.00
5	Tubin 16 mm	Metros	96	4.48	430.08
6	Conector mini válvula	Conector	96	16.00	1,536.00
7	Empaques	Empaques	18	3.00	54.00
8	Válvula de 1 pulgada (Presión)	Válvula de bola	18	68.00	1,224.00
9	Te de 1 pulgada (presión)	Te	16	10.00	160.00
10	Codos de 1 pulgada (presión)	Codo	5	8.00	40.00
11	Unión universal de 1 pulgada	Unión	1	32.00	32.00
12	Codos de 3 pulgadas (presión)	Tapones	96	27.39	2,629.44
13	Adaptadores macho de 1 pulgada (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 pulgada	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 pulg.	Adaptador	2	25.00	50.00
18	Adaptadores hembra de 1 pulg. (presión)	Adaptadores	3	10.00	30.00
19	Broca de 2 pulgadas	Broca	1	70.00	70.00
20	Broca de 1/2 pulgadas	Broca	1	70.00	70.00

21	Tubería de 6 pulg. (Lances SDR64)	Lance	36	750.00	27,000.00
22	Reductor de 4 a 2 pilgadas	Unidad	72	125.00	9,000.00
23	Pegamento 1/4	Unidad	12	15.00	180.00
24	Teflón	Unidad	13	8.00	104.00
25	Planta eléctrica	Lance	6	46.00	276.00
26	Tapón con rosca de 1 pulg. (Presión)	Lance	5	112.00	560.00
27	Contenedor de 1100 litros	Unidad	12	12.00	144.00
<b>SUBTOTAL MATERIALES SISTEMA HIDRÓPONICO</b>					<b>L.58,558.32</b>
<b>EQUIPOS</b>					
28	Bomba de caudal 1.5HP	Unidad	28	8.00	224.00
29	Oxigenador (motor, aireador, manguera)	Unidad	2	280.00	560.00
30	Medidor de pH, conductividad eléctrica, temperatura	Unidad	6	18.00	108.00
31	Reloj Programador digital120V	Unidad	12	4.00	48.00
<b>SUBTOTAL EQUIPOS</b>					<b>L.10,927.08</b>
<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FERTILIZANTES</b>					
32	Instalación eléctrica	Instalación	1	10,573.00	10,573.00
<b>SUB TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FERTILIZANTES</b>					<b>L.10,573.00</b>
<b>SUB TOTAL INVERNADERO</b>					<b>L.85,000.00</b>
<b>SUB TOTAL SISTEMA HIDRÓPONICO</b>					<b>L.88,558.00</b>
<b>SUB TOTAL INVERSIÓN SIN DEPRECIACIÓN</b>					<b>L.253,616.00</b>
33	Depreciación de Sistema Hidropónico/ Ciclo Productivo	Anual	20%	58,558.32	11,711.66
34	Depreciación de instalación eléctrica/ciclo productivo	Anual	20%	10,573.00	2114.60
35	Depreciación de Invernadero/ Ciclo Productivo	Anual	20%	85,000.00	17,000.00
36	Depreciación de instalación Sistema Hidropónico	Anual	20%	30,000.00	6,000.00
37	Depreciación de equipos	Anual	20%	10,927.08	2,185.42
<b>SUB TOTAL INVERSIÓN CON DEPRECIACIÓN</b>					<b>L.39,011.68</b>
<b>COSTOS VARIABLES/ MATERIALES</b>					
38	Plantas de espinaca	Plantas	2880	1.00	2,880.00
<b>SUBTOTAL PLANTAS DE ESPINACA</b>					<b>L. 2,880.00</b>
<b>FERTILIZANTES, MANO DE OBRA Y ENERGÍA</b>					
39	Mano de obra manejo del cultivo	Mano de obra	6	900.00	5,400.00
40	Poliquel Hierro	Litro	1	158.00	158.00



41	Nitrato de Potasio 26 Kg	Kg	6	28.30	169.80
42	Nitrato de calcio 25 Kg	Kg	6	12.20	73.20
43	Sulfato de magnesio 25 Kg	Kg	3	9.00	27.00
44	Sulfato de zinc 25 Kg	Kg	0.03	28.00	0.84
45	Sulfato de cobre 25 Kg	Kg	0.03	67.00	2.01
46	Solibor	Gramos	15	0.06	0.9
47	MAP (Fosfato Monopotásico) Kg	Kg	4	21.76	87.04
48	Cloro granulado 65%	Libras	10	20.00	200.00
49	Agua oxigenada	Agua oxigenada	6	45.00	270.00
50	Fungicida prevalor 240 ML	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 ML	210 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	2	110.00	6,600.00
<b>SUBTOTAL FERTILIZANTES, MANO DE OBRA Y ENERGÍA</b>					<b>16,341.79</b>
<b>Cosecha / Postcosecha</b>					
57	Cosecha de espinaca	DH	8	150.00	1,200.00
58	Transporte de espinaca	Transporte	1	2,500.00	2,500.00
<b>SUBTOTAL COSECHA Y POST COSECHA</b>					<b>L. 3,700.00</b>
<b>Costos variables - materiales</b>					<b>L.23,011.79</b>
<b>Total inversión con depreciación y costos variables</b>					<b>L.62,023.47</b>
<b>Costos comercialización (6%)</b>					<b>L.8,656.13</b>
<b>Costos financieros</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL (L)</b>					<b>L. 70,679.60</b>
<b>COSTO TOTAL (\$)</b>					<b>L.2,865.00</b>
<b>TIPO DE CAMBIO (\$)</b>					<b>24.67.</b>

<b>PRODUCCIÓN / RENDIMIENTO MÍNIMO</b>		<b>PRODUCCIÓN/RENDIMIENTO MÁXIMO</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Número de plantas</b>	<b>2880</b>	<b>Número de plantas</b>	<b>2880</b>
<b>Hojas por planta</b>	<b>340</b>	<b>Hojas por planta</b>	<b>430</b>
<b>Total, hojas</b>	<b>979200</b>	<b>Total, hojas</b>	<b>1238400</b>
<b>Rendimiento en bolsas de 180 g</b>	<b>8486</b>	<b>Rendimiento en bolsas de 180 g</b>	<b>10732.8</b>
<b>Total, bolsas</b>	<b>8486</b>	<b>Total, bolsas</b>	<b>10732.8</b>
<b>PRECIOS DE ESPINACA (L)</b>		<b>PRECIOS DE ESPINACA (L)</b>	
<b>Precio mínimo</b>	<b>8.00</b>	<b>Precio mínimo</b>	<b>8.00</b>
<b>Precio máximo</b>	<b>9.00</b>	<b>Precio máximo</b>	<b>9.00</b>
<b>Promedio</b>	<b>8.50</b>	<b>Promedio</b>	<b>8.50</b>
<b>INGRESO BRUTO DE ESPINACA RENDIMIENTO MÍNIMO (L)</b>		<b>INGRESO BRUTO DE ESPINACA RENDIMIENTO MÁXIMO (L)</b>	
<b>Precio mínimo</b>	<b>135782.40</b>	<b>Precio mínimo</b>	<b>171724.8</b>
<b>Precio máximo</b>	<b>152755.20</b>	<b>Precio máximo</b>	<b>193190.4</b>
<b>Promedio</b>	<b>144268.80</b>	<b>Promedio</b>	<b>182457.6</b>
<b>UTILIDAD NETA DE ESPINACA RENDIMIENTO MÍNIMO (L) INGRESO BRUTO - TOTAL DE INVERSIÓN CON DEPRECIACIÓN Y COSTOS VARIABLES</b>		<b>UTILIDAD NETA DE ESPINACA RENDIMIENTO MÁXIMO (L) INGRESO BRUTO - TOTAL DE INVERSIÓN CON DEPRECIACIÓN Y COSTOS VARIABLES</b>	
<b>Precio mínimo</b>	<b>65102.80</b>	<b>Precio mínimo</b>	<b>101045.20</b>
<b>Precio máximo</b>	<b>82075.60</b>	<b>Precio máximo</b>	<b>122510.80</b>
<b>AÑOS DE PRODUCCIÓN DE ESPINACA PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN TOTAL</b>		<b>AÑOS DE PRODUCCIÓN DE ESPINACA PARA RECUPERAR LA INVERSIÓN TOTAL</b>	
<b>Precio mínimo</b>	<b>3.90</b>	<b>Precio mínimo</b>	<b>2.51</b>
<b>Precio máximo</b>	<b>3.09</b>	<b>Precio máximo</b>	<b>2.07</b>

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, 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.

lo cual dependerá del mercado donde se comercialice la espinaca, máxime si se le da un valor agregado puede superar los precios establecidos para la estimación de ingresos.

Así mismo se puede observar los años de producción que se requieren para recuperar la inversión total, considerando 2 ciclos de cultivo por año.

Así mismo se presenta a detalle los costos variables (insumos agrícolas, plantas, costos de cosecha y postcosecha y a ello se le suma el porcentaje de depreciación anual), teniendo un costo total por ciclo de producción de L. 70,679.60

Se presenta la información detallada de los rendimientos mínimo y máximo posibles. Esto dependerá del manejo del cultivo, experiencia en el manejo de la tecnología, experiencias y las condiciones de clima en donde se establezca la producción de espinaca. Se puede llegar a cosechar hasta dos ciclos por año.

De igual manera se presenta una banda de precios mínimo y máximo de venta,



# ACRÓNIMOS

‰: Porcentaje

": Pulgadas

Plg: Pulgadas

°C: Grados centígrados

B: Boro

C: Carbono

Ca: Calcio

Cal: Calorías

CaNO<sub>2</sub>: Nitrato de Calcio

CE: Conductividad Eléctrica

Cu: Cobre

CuSO<sub>4</sub>: Sulfato de Cobre

DFT: Deep Flow Technique

Fe: Hierro

gr: Gramos

K: Potasio

Kg: kilogramos

pH: Unidad de Medida de Alcalinidad o acidez

KNO<sub>3</sub>: Nitrato de potasio

M.O.: Materia Orgánica

cm: centímetros

m: Metro

NFT: Técnica de Película Nutritiva

PSI: Unidad de presión

ml: mililitros

m<sup>2</sup>: Metros cuadrados

Mg: Magnesio

ppm: Partes por millón

MgSO<sub>4</sub>: Sulfato de magnesio

Mn: Manganeseo

N: Nitrógeno

P: Fósforo

PVC: Cloruro de Polivinilo

MAP: Fosfato monoamónico 12-61-0

SDR: Calibre de la tubería (razón dimensional estándar)

Mz: Manzana

ms: Unidad de medida de conductividad eléctrica

DDT: Después de trasplante

cm<sup>2</sup>: Centímetro Cuadrado

mm: Milímetro

L: Lempiras

lbs: Libras

# BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, M. J., Matos, A. V., Belén, D. (2002). Degradación de betalaínas 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/>

Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). Manual Espinaca. PROGRAMA DE APOYO AGRÍCOLA Y AGROINDUSTRIAL.

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.

E. Niño, N., Espinosa B., L., Gil, R., Menza, G., Jiménez, J. (2011). Enfermedades de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Cota (Cundinamarca) y control del mildew veloso (*Peronospora farinosa*, Byford). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas.

García Mari , F., Ferragut Pérez, F. (2002). Las plagas agrícolas. España: M.V. PHYTOMA.

Gilsanz, J. (2017). Hidroponia. Uruguay: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología.

Hortifruti , H. (2020). Información de estándares de calidad . Departamento de Frutas y Verduras.

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.

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-protegida/produccion-de-hortalizas-en-sistemas-hidroponicos>

Quiroga Sossa, M., Candia Pacheco, L. (2017). Producción de acelga (*Beta vulgaris*) en sistema vertical a diferentes distancias en ambiente protegido. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales.

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.

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