



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PLAN DE NEGOCIOS DE  
PRODUCCIÓN Y DISEÑO DE  
HIDROPONIA**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Industrial**

**P R E S E N T A**

Pedro Marván García de Quevedo

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Alberto Fernando Liebig Fraustro



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017**

## ***DEDICATORIA***

Dedico esta tesis a mis padres quienes siempre me han apoyado y me han brindado una gran cantidad de oportunidades para triunfar.

A mis hermanos por servir de apoyo ante cualquier situación.

A Regina quien me ayudó a tomar las mejores decisiones cuando surgieron complicaciones.

A mis amigos Rafael, Emiliano y Elías por sus diversas aportaciones para la elaboración de esta tesis.

A mi director de tesis por su tiempo y dedicación.

## Índice

I. Planteamiento del problema.....	2
II. Objetivos, metas y alcances del proyecto.....	5
III. Justificación del problema.....	9
IV. Marco teórico y antecedentes.....	11
1. Introducción.....	11
2. Hidroponia y sistemas NFT.....	11
3. Semilleros y trasplantes.....	19
4. Sustrato.....	20
5. Solución nutritiva.....	22
6. Luminosidad.....	25
7. Limpieza y prevención de plagas y enfermedades.....	27
8. Energías alternativas y sustentabilidad.....	27
9. Mercado hidropónico.....	29
10. Definición de un plan de negocios.....	30
11. Financiamiento.....	32
12. Constitución de la empresa.....	32

V. Resumen del trabajo de investigación.....	33
VI. Desarrollo del proyecto.....	34
1. Selección de las especies candidatas a ser producidas.....	34
2. Estudio técnico de las especies seleccionadas como candidatas.....	35
3. Estudio de mercado de las especies seleccionadas como candidatas.....	36
4. Análisis comparativo para la selección de la especie a producir.....	39
5. Fase de experimentación.....	41
6. Resultados fase de experimentación.....	51
7. Diseño y desarrollo comercial.....	60
8. Sistemas y procesos para la producción de hortalizas hidropónicas.....	69
9. Financiamiento, registros y trámites.....	74
10. Capital humano.....	75
11. Análisis financiero.....	76
VII. Conclusiones y Recomendaciones.....	79

## **I. Planteamiento del problema**

*Situación a resolver, objetivo general del proyecto.*

En el presente trabajo de investigación, se estudiará y desarrollará el funcionamiento de un negocio cuyas actividades se centrarán en la producción y comercialización de hortalizas hidropónicas, así como en el diseño y comercialización de sistemas para su producción. Para elaborar el plan empresarial correspondiente, se definirá la estructura de la empresa que pondrá en marcha la idea de negocio.

Una vez concluida la investigación, la prioridad será ejecutar el plan de negocios en cuanto antes, por lo que se hará énfasis en la planeación a corto plazo (planeación operativa), así como en la investigación de los distintos procedimientos que se deberán llevar a cabo para poner en marcha, operar y administrar la empresa. Respecto al mediano y largo plazo, únicamente se describirá el alcance y la proyección del negocio, así como los medios y formas para conducirlo hacia los objetivos planteados.

Concretamente el proyecto tiene como objetivo los puntos que se mencionan a continuación:

- Elaborar un plan de negocio en el que se contemple, tanto la puesta en marcha de una empresa enfocada en la hidroponia, como la proyección de la misma en el corto, mediano y largo plazo.
- Realizar una investigación con la que se amplíen los conocimientos referentes a las técnicas de cultivo hidropónico y su operación, así como al desarrollo empresarial, de tal forma que se logre implementar un sistema de negocio con características únicas e innovadoras que permitan maximizar las utilidades y minimizar los esfuerzos operativos.
- Poner al alcance de la comunidad productos de alto consumo de mucha mayor calidad para mejorar la oferta alimenticia.

- Acercar la agricultura urbana a las personas y promover en la comunidad una cultura basada en la sustentabilidad.

A pesar de que se tienen bien definidos el tema principal y el enfoque hacia donde se quiere encaminar el proyecto (objetivos), se deberán de definir sus particularidades a través de las respuestas a las preguntas de investigación, entre las cuales figuran:

- *¿Cuál es el producto que permitirá generar mayores utilidades a la empresa?* La respuesta a esta pregunta se deberá de sustentar con un análisis financiero que compare los beneficios de los diferentes productos considerados como candidatos. Éste, deberá de realizarse con base en un pronóstico de ventas y un análisis de costos para cada una de las diferentes opciones de producto. Para poder pronosticar de forma precisa la oportunidad de venta de cada uno, se deberá de realizar un estudio de mercado que englobe la oferta, la demanda, los competidores y los consumidores de cada una de las opciones. Respecto al análisis de costos, será importante considerar que aquellas plantas de las que se consumen sus hojas y no sus frutos permiten que la producción se lleve a cabo en menor tiempo y espacio (la planta no necesita crecer tanto), lo que implícitamente reduce los costos.
- Una vez definido el producto a cosechar y las características que éste le exige al sistema, se analizará *¿Cuál es el modelo del sistema de producción hidropónica que nos permitirá el uso más eficiente del espacio de trabajo?* El modelo del sistema de producción es un punto clave ya que deberá de minimizar el espacio y maximizar la producción, de tal forma que la cosecha sea lo más rentable posible. Hoy en día existen diferentes técnicas de hidroponía, sin embargo la técnica NFT (Nutrient Film Technique) es la que permite una mayor productividad debido a la posibilidad de generar diseños de arreglos de tuberías con crecimiento vertical, lo cual reduce la ocupación del espacio de trabajo disponible. A lo largo de la investigación se definirá si se empleará alguno de los modelos de sistemas de producción hidropónica existentes o si se diseñará uno propio.

- Para poner en marcha el negocio se requerirá de cierta suma de dinero que cubra los gastos de la inversión inicial más el capital de trabajo de algunos meses de operación, por lo que será de suma importancia analizar *¿Cuáles son las alternativas de financiamiento por las que se podría optar para cubrir estos gastos? Y, de acuerdo al entorno de la persona o personas (socios) que establecerán la empresa, ¿Qué alternativa es la más adecuada?*
- Una vez que se ponga en marcha el negocio, la venta y comercialización de los productos representará un reto importante para la empresa, principalmente en los primeros meses de operación, por lo que la investigación deberá de concentrar parte de sus esfuerzos en definir: *¿Cuáles son las estrategias comerciales que lograrán maximizar el número de unidades vendidas y minimizar los costos asociados a las ventas?*
- Respecto al futuro de la empresa a mediano y largo plazo la investigación se centrará en definir *¿Cuáles son las principales estrategias comerciales para lograr encaminar la empresa hacia un futuro exitoso?* En un futuro, a través de la verificación del cumplimiento de los objetivos planteados, se podrá medir si la empresa ha sido “exitosa”.

Ahora que se ha definido el planteamiento del problema, para continuar explicando el objeto, enfoque y alcances del proyecto, en el siguiente capítulo se detallan una serie de objetivos más específicos divididos en los diferentes plazos que la investigación abarca.

## **II. Objetivos, metas y alcances del proyecto**

*Objetivos, metas y alcances del proyecto a corto, mediano y largo plazo.*

Antes de explicar la proyección y el enfoque de la empresa a través de sus objetivos, metas y alcances, será necesario entender a qué se refiere cada uno de estos tres términos. Los *objetivos* describen de forma cualitativa la orientación y el enfoque de un proyecto a través de la expresión de resultados establecidos de antemano; se conforman a partir de *metas*, las cuales sirven como punto de referencia ya que son incondicionalmente cuantitativas, por lo que, a través de la medición de sus parámetros, permiten evaluar el cumplimiento de los objetivos; adicionalmente, los objetivos deberán de incluir los *alcances* del proyecto, es decir, los límites o fronteras que éste tiene, de tal forma que se entienda perfectamente qué temas y puntos serán incluidos y excluidos del trabajo de investigación.

Todos los objetivos incluyen una proyección en el tiempo, es decir, se debe de definir el plazo de cumplimiento de cada objetivo. En términos de planeación empresarial se suelen manejar objetivos dentro del corto, mediano y largo plazo. Los objetivos planteados a corto plazo hacen alusión a la planeación operativa y son aquellos que pretenden ser cumplidos en un plazo no mayor a un año, aquellos planteados a mediano plazo se refieren a la planeación táctica la cual cubre periodos de cumplimiento de entre uno y cinco años, mientras que los objetivos a largo plazo deberán ser cumplidos en plazos mayores a 5 años y se contemplan dentro de la planeación estratégica.

Los objetivos del proyecto a corto plazo son los siguientes:

- *Seleccionar la especie a cosechar que generará a la empresa una mayor utilidad.*  
Dentro de los estudios e investigaciones que se realizarán para cumplir este objetivo se deberán de contemplar factores mercadológicos tales como oferta, demanda y precio; factores de operación y viabilidad, como las características físicas de la planta, la duración del ciclo de producción y el control de plagas; y factores financieros como los márgenes de utilidad y rentabilidad que ofrece cada especie.



- *Diseñar el sistema de producción hidropónica de tal forma que maximice la cantidad de unidades producidas por metro cuadrado.* A pesar de que el número de unidades producidas por metro cuadrado es el parámetro que tendrá mayor peso en el diseño del sistema, no será el único factor tomado en cuenta, ya que, adicionalmente, deberá ser un diseño ergonómico que haga más eficiente la operación diaria, además de que deberá poder armarse y desarmarse fácilmente, de modo que se pueda hacer la limpieza del sistema con regularidad y sin mayores complicaciones.
- *Identificar y definir la secuencia de pasos de cada una de las actividades dentro del proceso de producción de tal forma que se minimicen tiempos y movimientos.* Una vez definidos el producto a cosechar y el diseño del sistema de producción, se emplearán diversas técnicas de estudio del trabajo que nos conducirán a la obtención del procedimiento estándar de operación del sistema, lo que permitirá calcular los tiempos estándar de cada actividad en el proceso.
- *Deducir la fórmula óptima de nutrientes, agua y luz para maximizar la calidad del producto cosechado y reducir el tiempo de crecimiento de la planta.* Este objetivo se deberá de cumplir antes de que se ponga en marcha el negocio, por lo que para lograrlo se deberá de experimentar con diferentes soluciones nutritivas y documentar los efectos que cada solución tiene sobre la calidad y el tiempo de crecimiento de la planta. Para poder llevar a cabo el proceso de experimentación, se construirá un pequeño sistema de cultivo hidropónico que nos servirá como modelo de simulación.
- *Determinar qué mercados se abarcarán, y cuáles serán las estrategias comerciales y las características del producto, para que se reciba la mejor aceptación posible de parte de los mercados seleccionados.* Este objetivo incluye el diseño de la imagen y marca comercial, el diseño del producto, la decisión de si se incluirán productos secundarios (complementarios y/o valor agregado al producto primario) o si

únicamente se venderá el producto primario, y las estrategias de ventas y comercialización que se emplearán.

- *Estudiar el mercado de los diferentes insumos y servicios de los que dependerá el negocio.* De esta manera, antes de que la empresa empiece a operar, se construirá una base de datos de proveedores con sus correspondientes perfiles, así como con la calidad y precio de sus productos o servicios. Esto permitirá que el negocio, específicamente en el área de compras, cuente con experiencia previa para conseguir los insumos y servicios de mayor calidad y mejor precio.
- *Evaluar cuál es la mejor alternativa de financiamiento para obtener el capital inicial de la empresa que deberá cubrir los gastos de la inversión inicial y de los primeros meses de operación.*
- *Describir el perfil de los socios que crearán la empresa que pondrá en marcha el negocio.* Adicionalmente a la decisión del objetivo anterior, en la que se definirá si se incluirán o no socios capitalistas para financiar el proyecto, este objetivo incluye la definición del perfil del o los socios industriales, es decir, los socios que no aportan capital pero aportan conocimientos y/o fuerza de trabajo.
- *Definir la participación de cada uno de los socios.* Establecer previamente al arranque de operaciones las responsabilidades, derechos y obligaciones de cada socio, así como las políticas financieras que definirán el destino de las utilidades que genere el negocio.
- *Detallar los procedimientos y trámites que se deberán realizar para que la sociedad quede registrada, la empresa pueda iniciar operaciones y la marca e imagen comercial puedan ser usadas.* Este objetivo incluye la descripción y el procedimiento para obtener los diferentes permisos, licencias o certificados que serán necesarios para iniciar operaciones, así como de aquellos no obligatorios pero convenientes porque agregan valor.

- *Recuperar la inversión inicial y, en caso de haber utilizado alguna fuente de financiamiento diferente a la inyección de capital de los socios, liquidar la totalidad de los pasivos correspondientes a estas fuentes durante el primer año de operación de la empresa.* Este objetivo, debido a su naturaleza cuantitativa, permitirá medir el éxito inmediato de la empresa.

Los objetivos del proyecto a mediano y largo plazo son los siguientes:

- *Definir las políticas financieras más adecuadas para la empresa.* Estas políticas establecerán qué porcentaje de las utilidades que se obtengan al final de cada mes se irá al fondo de reinversión y qué porcentaje a pago de dividendos. Es muy importante crear un fondo de reinversión para poder financiar los proyectos que impulsarán el crecimiento y desarrollo de la empresa en el mediano y largo plazo.
- *Ganar reconocimiento y prestigio de la marca comercial en el mercado.* Destacar positivamente entre los competidores por la calidad y el precio de los productos vendidos.
- *Obtener certificación de empresa sustentable.* Además del impacto ambiental positivo que la sustentabilidad involucra, el certificarse como empresa sustentable incrementará el prestigio de la marca.
- *Lograr que la empresa que pondrá en marcha el negocio se convierta en la firma líder de producción hidropónica en México.* Mantener en todo momento una filosofía centrada en la generación de beneficios a la sociedad; representar una fuente importante de empleos para la comunidad.

### **III. Justificación del problema**

*Análisis de la viabilidad del problema; qué beneficios generará el proyecto y para quién serán estos beneficios; problemas adicionales que el proyecto resolverá o aminorará de forma indirecta.*

El cultivo hidropónico con fines comerciales surge en los Estados Unidos en la década de los sesentas; anteriormente se había utilizado para alimentar a las tropas de los países aliados durante la segunda guerra mundial, terminada la guerra, se abandona de forma temporal debido a los altos costos y poca durabilidad de los materiales que se empleaban. El interés se renovó con el avance tecnológico en algunos plásticos industriales, especialmente el policloruro de vinilo (PVC) y el polietileno de alta densidad (PEAD), ya que brindaron una nueva alternativa para la construcción de los sistemas hidropónicos, logrando así una reducción en los costos y un incremento significativo en la rentabilidad de esta técnica de cultivo. A partir de este momento la difusión de la hidroponia creció notablemente, lo cual hace que llegue a nuestro país. En 1994 nace la Asociación Hidropónica Mexicana, con lo que se incrementa el número de cultivadores hidropónicos en México. Hoy en día, la hidroponia representa una alternativa de cultivo muy atractiva por la gran calidad de sus productos y los altos márgenes de utilidad que se obtienen al comercializarlos.

El objeto del párrafo anterior es ubicar el contexto de la producción hidropónica en nuestro país, de tal forma que podamos analizar la viabilidad del problema en el que se centra la investigación. El hecho de que la aplicación intensiva de la hidroponia tenga alrededor de cincuenta años de existencia, y que apenas hace veinte años haya empezado a tener una presencia considerable en nuestro país; representa la base de la justificación del problema: Al ser una práctica relativamente nueva, existe un gran potencial de investigación e innovación para muchos de los aspectos que un sistema de producción hidropónica incluye; desde el diseño de sistemas de producción más eficientes, hasta la obtención de la fórmula óptima de la solución nutritiva que alimenta al cultivo.

Desde un punto de vista económico, los negocios dedicados a la comercialización de productos vegetales tienen una gran facilidad de desplazar (vender) sus productos rápidamente, esto debido a que las frutas y verduras representan una parte esencial de la alimentación diaria de los seres humanos, por lo que tienden a tener una demanda relativamente alta, constante e inelástica.

Otro de los atractivos que tiene este negocio, es que te permite instalar el sistema de producción en espacios que normalmente no son aprovechados, el ejemplo más claro de esto son las azoteas verdes. Como consecuencia de la utilización de espacios “poco demandados”, los costos asociados a la ocupación del espacio de trabajo son mucho menores que en otro tipo de negocios; lo cual reduce significativamente los costos totales de operación.

Como ya se ha explicado anteriormente, a través de esta investigación se definirá un plan de negocio para la creación de una empresa basada en la producción hidropónica. Se pretende que este plan de negocio lo pueda aplicar cualquier persona interesada, ya que el surgimiento de múltiples empresas en el sector traerá consigo múltiples beneficios a la sociedad, tales como:

- Incrementar la calidad y frescura de la oferta de productos hortícolas en la comunidad.
- Reducción del precio que el consumidor final paga por productos hidropónicos. Al incrementar la oferta, se genera una mayor competencia en el sector, por lo que implícitamente, según indican las leyes del comportamiento del mercado, se disminuiría el precio de estos productos.
- Conforme la hidroponia logre sustituir a la agricultura tradicional se logrará disminuir significativamente el uso del agua, no solo por las altas tasas de desperdicio de este recurso en las técnicas de agricultura tradicional, sino también por el uso eficiente que se le da en el cultivo hidropónico.

- Impulso del cultivo urbano y de azoteas verdes. Esto generará que los hogares se acerquen más a la sustentabilidad.
- La generación de empresas de capital mexicano con fuerza de trabajo mexicana involucra beneficios importantes para la sociedad y para la economía de nuestro país.

#### **IV. Marco teórico y antecedentes**

*Información confiable relacionada con el proyecto a nivel global y local; antecedentes y estudio de proyectos similares.*

##### **1. Introducción**

Este capítulo tiene como objetivo construir un marco teórico realizando una síntesis de ideas y teorías que nos permitan abordar el problema de la investigación de forma ordenada. Se tocarán dos temas:

- Construcción y operación de cultivos hidropónicos.
- Situación actual en el mercado y planeación empresarial.

##### ***Construcción y operación de cultivos hidropónicos***

##### **2. Hidroponía y sistemas NFT**

El vocablo hidroponía proviene de dos palabras griegas, *hydro* que significa agua, y *ponos* que significa trabajo.

La hidroponía se caracteriza por suministrar de forma controlada el agua y los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas a través de una solución nutritiva, lo cual permite controlar las condiciones y características de la cosecha aumentando la calidad de sus productos.

Las dos técnicas más comunes de producción hidropónica en agua son la hidroponia en flotación y la NFT (Nutrient Film Technique). La principal diferencia entre éstas es que, en la primera de ellas, la solución nutritiva se mantiene estática, mientras que en la segunda, presenta un flujo permanente.

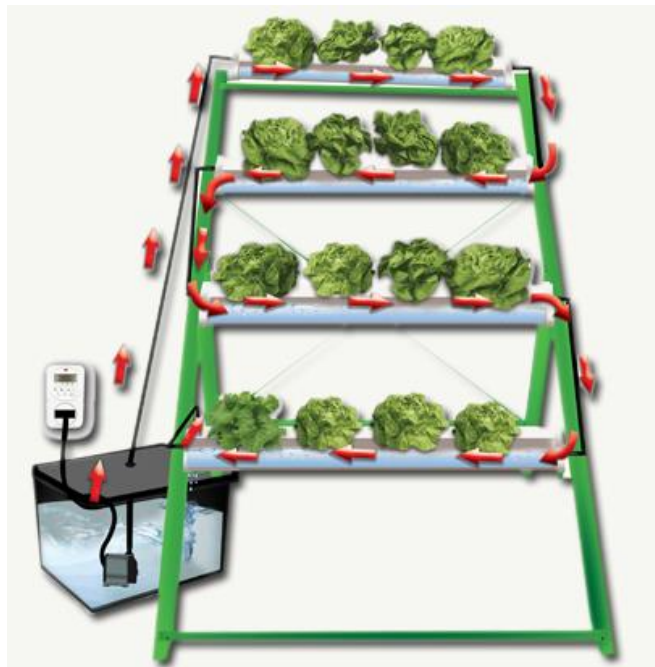
Esta investigación se centrará en los sistemas que emplean la técnica NFT debido a que éstos pueden ser operados de forma casi automática y tienen una mayor productividad, por lo que son los más adecuados para lograr una reducción de costos en producciones a gran escala.

La técnica NFT consiste en mantener en circulación una fina capa de solución nutritiva en las raíces de las plantas para proveer agua y nutrientes. Las raíces de las plantas se depositan a lo largo de canales de cultivo por los que fluye la solución. De manera general, un sistema de producción hidropónica NFT tiene los siguientes componentes básicos:

- Depósito para contener la solución nutritiva. Desde éste se monitorean y controlan las condiciones de la solución nutritiva (temperatura, acidez y conductividad eléctrica). Debe de ser de algún material que no reaccione con la solución, generalmente se emplea polietileno de alta densidad. Es recomendable pintar el exterior de blanco para reflejar los rayos solares y evitar que se eleve la temperatura de la solución, y el interior de negro de tal forma que se impida el paso de la luz y así se evite el desarrollo de algas y/o microorganismos que consuman los nutrientes destinados para el cultivo.
- Bomba impulsora de solución nutritiva. Bombeo de solución nutritiva desde el depósito hasta el punto más elevado de los canales de cultivo. Por cuestiones ergonómicas, el punto más elevado no debe rebasar los 2 metros de altura, por lo que las bombas convencionales para peceras satisfacen perfectamente las necesidades del sistema. Se debe seleccionar aquella bomba que con el menor consumo de energía eléctrica (menor potencia), sea capaz de entregar una altura manométrica igual o poco mayor a 2 metros y un caudal de operación de aproximadamente 2 litros por minuto; además resulta importante que presente resistencia a la acción corrosiva de la solución nutritiva, tomando en cuenta la gran cantidad de minerales que contiene.

- Canales de cultivo. Tuberías por las que se lleva a cabo la recirculación de la solución nutritiva y en las que se encuentran inmersas las raíces del cultivo. Suelen ser de policloruro de vinilo (PVC) ya que además de ser un material de un precio accesible, no reacciona químicamente con la solución nutritiva; adicionalmente es resistente a la corrosión de la recirculación, por lo que tiene una vida útil bastante aceptable. Se deben de instalar con una pendiente del 2% aproximadamente, de tal forma que, por acción de la gravedad, la solución logre regresar al depósito desde el que fue bombeada y así se tenga efectivamente una recirculación constante. Al igual que el depósito para contener la solución nutritiva, y por las mismas razones que se explicaron anteriormente, es conveniente pintar de blanco en su exterior y de negro en su interior (en caso de ocupar PVC, su color natural es blanco, por lo que la pintura exterior no sería necesaria).

En la figura 4.2.1 se puede observar un sistema hidropónico tipo NFT con cada uno de los componentes básicos mencionados.



*Figura 4.2.1. Esquema de sistema hidropónico NFT*



Adicionalmente a los componentes básicos mencionados anteriormente, un sistema hidropónico NFT debe contar con una estructura que sirva de soporte para los canales de cultivo, ésta suele ser de metal debido a la rigidez y durabilidad que esta familia de materiales ofrece. En caso de que el sistema se instale a la intemperie el material empleado para la estructura deberá ser inoxidable o tener un recubrimiento o pintura que lo proteja adecuadamente contra la oxidación, de tal forma que no se vea afectada su vida útil. De igual forma, para los sistemas a la intemperie, es recomendable que se cubran con mallas y/o plásticos de invernaderos para proteger el cultivo contra:

- Excesos de luz. Existen mallas de sombra con diferentes porcentajes de protección.
- Insectos, animales y granizo. Mallas antiáfidos.
- Lluvia. Solo para los casos en que el agua de lluvia se encuentre contaminada (lluvia ácida), podemos proteger el cultivo a través de plástico contra rayos ultra Violeta (el plástico común tiene una vida muy corta cuando se expone directamente a la luz solar).

Los sistemas de producción hidropónica a través de la técnica NFT son muy versátiles y adaptables al espacio disponible, por lo que existe una amplia variedad de diseños, a continuación se explican algunos de los más comunes:

- *Diseño en cama.* Arreglo horizontal de tuberías paralelas; ya sea a ras del suelo, a una altura de entre 1 y 2 metros, o por niveles. Figuras 4.2.2 y 4.2.3.

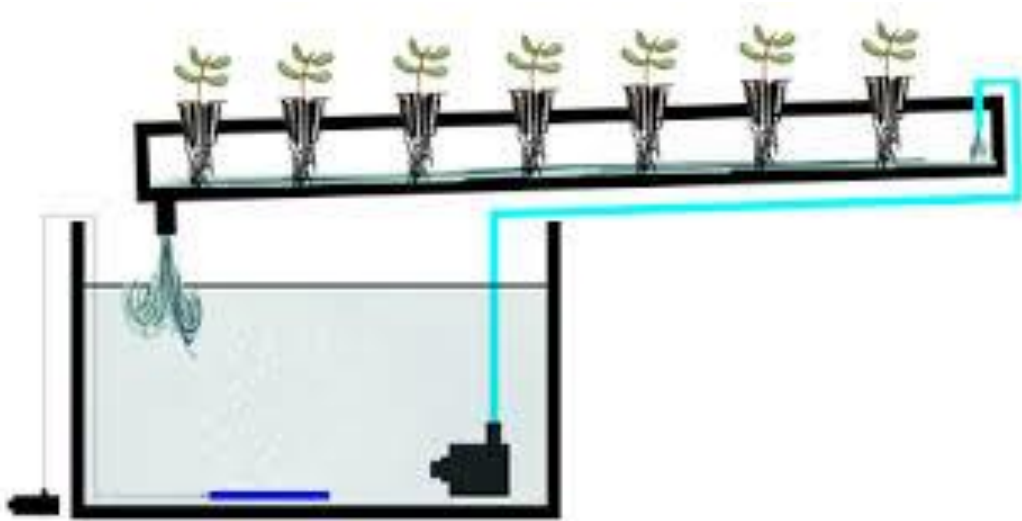
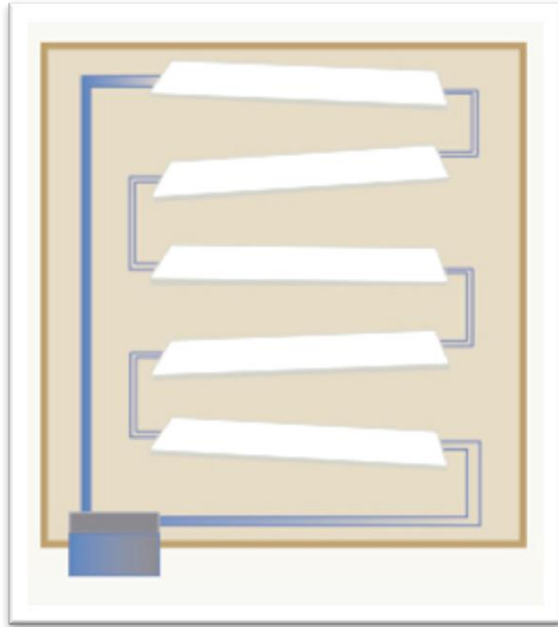


Figura 4.2.2



Figura 4.2.3

- *Diseño en muro.* Arreglo vertical con varios niveles conectados entre sí. Figuras 4.2.4 y 4.2.5.



*Figura 4.2.4*



*Figura 4.2.5*

- *Diseño piramidal.* Permite cultivar tanto a lo largo como a lo alto. La pirámide puede tener de dos a cuatro lados productivos. Figuras 4.2.6 y 4.2.7.

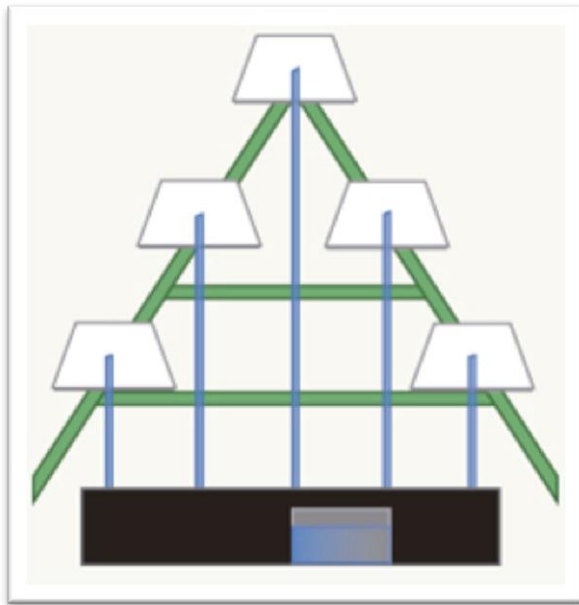
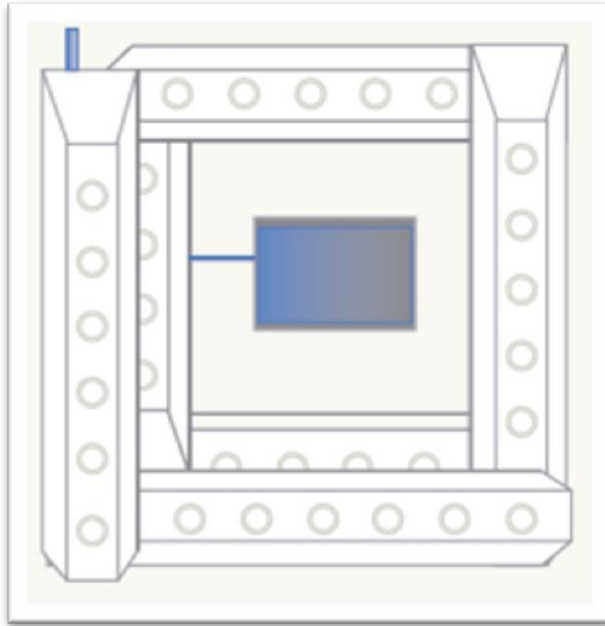


Figura 4.2.6



Figura 4.2.7

- *Diseño en espiral.* Figuras 4.2.8 y 4.2.9.



*Figura 4.2.8*



*Figura 4.2.9*

### 3. Semilleros y trasplantes

En los cultivos hidropónicos que emplean la técnica NFT es indispensable realizar como mínimo un trasplante. Esto debido a que durante el desarrollo de la plántula las raíces no tienen el largo suficiente para que la capa de solución nutritiva que se encuentra en recirculación entre en contacto con ellas.

Para esto lo más recomendable será trabajar con semilleros en los que se lleve a cabo la germinación y desarrollo de la plántula hasta que esta se encuentre lista para ser trasplantada al sistema NFT donde terminará de desarrollarse hasta su cosecha. De preferencia, deberá ser hidropónico, de tal forma que la planta jamás entre en contacto con la tierra y el trasplante no represente un problema de adaptación mucho mayor.

Existe una gran variedad de semilleros hidropónicos, por ejemplo, para la producción de lechugas hidropónicas, es muy común el semillero de espuma agrícola (figura 4.3.1), la cual es una especie de foamy químicamente inerte y biodegradable con orificios en los cuales se colocan las semillas, éstas se deberán de cubrir por algún sustrato que sirva como soporte para las raíces que se desarrollarán posteriormente. La espuma se sumerge en agua o solución nutritiva (según la etapa de desarrollo del cultivo), la cual se encuentra contenida dentro de un recipiente de polietileno de alta densidad (de preferencia de color negro para evitar la formación de algas y/o microorganismos). La misma espuma junto con el sustrato que se haya empleado, funcionarán como soporte de la planta después del trasplante, es decir, en el sistema NFT, ya que simplemente se inserta el pedazo de espuma en una de las canastillas que se colocan en los orificios de los canales de cultivo (figura 4.3.2); la facilidad del trasplante al emplear este semillero representa una de sus principales ventajas sobre otro tipo de semilleros, sin embargo una vez que se tenga definida la especie a producir y las características del sistema de producción, se deberá de realizar un análisis a profundidad para escoger el semillero más adecuado.



*Figura 4.3.1. Espuma agrícola*



*Figura 4.3.2. Canastilla para sistema NFT*

#### 4. Sustrato

El sustrato es el medio de crecimiento y soporte de la raíz; el cual debe ser químicamente inerte y capaz de retener la humedad. Para el caso de los sistemas hidropónicos NFT el sustrato no tiene tanta importancia como en otros tipos de sistemas hidropónicos, ya que, independiente del sustrato, las raíces del cultivo están en todo momento en contacto con la solución nutritiva. No es recomendable reutilizar el sustrato ya que suelen acumularse sales minerales que afectan el crecimiento de las plantas.

A continuación se presenta un listado de diferentes materiales que, independientemente de la técnica hidropónica que se vaya a emplear, pueden ser utilizados como sustratos (Sylvia Burés 1997).

- Derivados de la explotación forestal.
  - Limpieza de bosques: Mantillo vegetal, hojas y acículas.
  - Industria de la madera: Corteza, aserrín o virutas de la madera.
  
- Explotación agrícola.
  - Cereales: Restos de cosecha, paja.
  - Caña de azúcar: Restos de la caña de azúcar (bagazo).
  - Fibra de coco.
  
- Explotación animal.
  - Estiércol.
  - Lana.
  
- Industria Agroalimentaria.
  - Cáscara de arroz.
  
- Actividades Industriales Diversas.
  - Industria textil: Algodón, lino y fibras acrílicas.
  - Altos hornos: Escorias del carbón.
  
- Núcleos urbanos.
  - Basura.
  - Aguas residuales.
  - Jardinería urbana: Restos vegetales.



- Yacimientos naturales.
  - Turbas.
  
- Explotaciones mineras.
  - Lana de roca, fibra de vidrio, perlita, vermiculita, etc.
  
- Policarbonatos de síntesis.
  - Poliestireno expandido.
  - Poliuretanos.

### 5. Solución nutritiva

Como se mencionó anteriormente, la solución nutritiva es un conjunto de agua y nutrientes (elementos esenciales en forma iónica) que hace posible el control nutricional en las distintas formas de cultivo hidropónico. Para que la planta efectivamente disponga de los nutrientes necesarios, todos los iones se deben encontrar diluidos, es decir, debe ser una verdadera solución. (Steiner, 1968). La composición específica de la solución nutritiva depende de la especie que se esté cultivando, la etapa fenológica en la que se encuentre y las condiciones del medio ambiente. (Adams, 1994).

De manera general, cualquier solución nutritiva deberá estar compuesta por macronutrientes (llamados así por ser necesarios en grandes cantidades) como el nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio y magnesio; por micronutrientes (requeridos en cantidades muy pequeñas) como el hierro, cloro, manganeso, boro, zinc, cobre y molibdeno; y por agua con bajo contenido de sales minerales.

Es necesario realizar un control de la solución nutritiva diariamente. El correcto aprovechamiento y absorción de los nutrientes suministrados a la planta dependerá, principalmente, de que la solución nutritiva se mantenga con los valores óptimos de los siguientes tres indicadores:

- *Grado de acidez o alcalinidad.* Se mide por una escala denominada “pH”, cuyos valores van de 1 (soluciones muy ácidas) hasta 14 (soluciones muy básicas). El valor óptimo de la escala pH para la solución nutritiva depende de la especie que se esté cultivando, generalmente se encuentra entre 5.5 y 7.5. En la tabla 4.5.1 se puede observar el rango óptimo de pH para diferentes especies.

Cultivos que se pueden manejar de acuerdo al pH		
Con un pH 5.5 hasta 6.0		
árnica	gerbera	
azalea	helecho	
azucena	lirio	
begonia	nardo	
camelia	orquidea	
dalia	rosa	
Con un pH 6.0 a 6.5		
alhelí	fresa	melón
apio	frijo	nabo
azafrán	girasol	naranja
berenjena	gladiola	narciso
betabel	haba	nomeolvides
cacahuete	hortensia	pasionaria
calabaza	jacinto	sandía
clavel	lechuga	siempreviva
coliflor	limón	tabaco
chile	liz liz	tomate
espárrago	maíz	zanahoria
espinaca	mastuerzo	
Con un pH 6.5 a 7.5		
dalia	rosa	alfalfa
manzana	algodón	papa
avena	papaya	calabaza
pasto	cerezo	pera
cruela	trigo	clavo
uva	durazno	

Tabla 4.5.1

La medición de la escala pH se puede realizar con cintas de papel tornasol o con un potenciómetro (instrumento diseñado específicamente para esto).

Para corregir el grado de acidez o alcalinidad de la solución nutritiva se adicionarán sustancias muy ácidas o muy básicas según convenga. Al hacerlo, se deberá de rebalancear la composición molecular de la solución nutritiva, considerando las aportaciones de los diferentes elementos químicos que componen las sustancias adicionadas.

- *Conductividad eléctrica (CE)*. El agua que se utiliza como solvente, deberá tener la menor CE posible (valores adecuados entre 0.7 y 1.2 mS/cm); una vez adicionados los nutrientes (solutos), la CE óptima de la solución nutritiva deberá ser de 2 mS/cm aproximadamente (valor exacto varía dependiendo de la especie que se esté cultivando). Cuando la CE de la solución se encuentra por encima de su valor óptimo, la planta disminuye su capacidad de absorción debido a que requiere de mayor energía, además de que se vuelve más vulnerable a contraer enfermedades relacionadas con su raíz (Tüzel 2009); sin embargo, cuando la CE es baja, la planta puede desarrollarse con deficiencias nutrimentales. (Ehret y Ho, 1986).

La CE se mide a través de un instrumento llamado conductímetro, el cual consiste en una fuente de corriente alterna, un puente de Wheatstone o equivalente, un indicador de valor nulo y una celda de conductividad que mide el índice de corriente alterna y su voltaje, proporcionando una lectura lineal de la conductividad. (CONAGUA. Análisis de Agua – Conductividad Electrolítica).

De manera similar a la corrección del grado de acidez o alcalinidad, para corregir la CE de la solución nutritiva se deberán de adicionar sales para aumentarla, o agua para disminuirla. Igualmente se debe de rebalancear la composición molecular de la solución nutritiva, considerando las aportaciones de los diferentes elementos químicos que componen las sustancias adicionadas.

- *Temperatura.* La temperatura de la solución nutritiva influye en la capacidad de absorción de la planta. La temperatura óptima para la mayoría de las plantas es de 22 °C aproximadamente. (Cornillon, 1988).

Es preferible mantener siempre el mismo volumen de solución nutritiva en circulación; éste disminuye de forma natural debido a la constante absorción de las plantas, por lo que debe reponerse diariamente.

A pesar de que se pueda tener un control muy exacto de la solución nutritiva, es necesario renovarla en su totalidad frecuentemente, aproximadamente cada dos o tres semanas. Dasgan y Ekici proponen que se realice cada vez que la CE alcance un valor de 4.5 mS/cm. (Dasgan y Ekici, 2005).

En el empleo de la técnica NFT, para que las plantas cuenten con una oferta adecuada de oxígeno, agua y nutrientes, se recomienda que la capa en circulación de solución nutritiva no alcance una altura mayor a 5 milímetros, además de que se ajuste el flujo de la recirculación a aproximadamente 2 litros por minuto. Sin embargo, conforme las raíces de cada planta van creciendo, se va formando un conglomerado que representa un impedimento para el libre paso y correcta absorción de la solución, por lo que se deberá de ir aumentando el flujo para favorecer el contacto íntimo con todo el “colchón” de raíces, principalmente con aquellas ubicadas en el centro de éste.

## 6. Luminosidad

Independientemente de si se emplean técnicas hidropónicas o no, la cantidad de luz que recibe un cultivo es un factor de suma importancia para que éste se desarrolle correctamente. A través de la exposición de las plantas a la luz es como estos organismos captan energía para poder realizar la fotosíntesis (proceso mediante el cual se produce la materia orgánica para el crecimiento y desarrollo de los organismos con clorofila). Cada especie tiene un nivel de iluminación óptimo, en el cual la planta logra captar la suficiente cantidad de energía que su proceso de fotosíntesis requiere; el nivel de iluminación lo podemos valorar a través de la medición de los siguientes dos parámetros:

- *Fotoperiodo.* Duración del ciclo en el que la planta está expuesta a la luz. En el caso de la iluminación natural este ciclo es conocido como día, y es por esto que la clasificación de las plantas en función de este parámetro es: plantas de días cortos (menos de 12 horas de luz), plantas de días largos (más de 12 horas de luz), y plantas neutrales al día (no responden al fotoperiodo).
- *Intensidad de la luz.* Se mide a través de luxómetros que están graduados en *luxes (lx)*. En la tabla 4.6.1 se puede observar el rango óptimo de luxes para diferentes especies.

Niveles óptimos de iluminación para algunos cultivos		
Especie	Int. luz (lux)	Duración
Tomate	10000-40000	Día intermedio
Lechuga	12000-30000	Día largo
Clavel	15000-45000	Día intermedio
Rosa	100000	Día intermedio
Crisantemo	75000-95000	Día corto

Tabla 4.6.1

Cuando la ubicación física y/o geográfica del cultivo no permita que se alcancen los niveles óptimos de iluminación, será necesario implementar sistemas luminosos artificiales que complementen o sustituyan la luz natural del Sol, de tal forma que se logren satisfacer las demandas de luz que la planta requiere para su desarrollo óptimo. Para este tipo de sistemas la iluminación con LED's es muy atractiva debido a que proporciona una luz con todos los "colores" necesarios a un bajo coste energético.

### 7. Limpieza y prevención de plagas y enfermedades

Para prevenir enfermedades en el cultivo hidropónico es indispensable que se realice una limpieza periódica de todos y cada uno de los elementos del sistema, así como esterilizar y evitar la reutilización del sustrato. La limpieza se deberá de realizar por medio de algún desinfectante, comúnmente se emplea hipoclorito (lejía), y posteriormente enjuagar con abundante agua para no dejar rastros de cloro en ningún elemento del sistema.

Todo cultivo está sujeto a ser atacado por plagas y/o enfermedades, sin embargo a medida que se implementen estrategias y medidas preventivas se logrará disminuir ampliamente el riesgo de que sea afectado por este tipo de problemas. Las dobles puertas para el acceso al invernadero, los tapetes sanitarios para la desinfección de zapatos, la desinfección de herramientas de trabajo y los programas de aplicación preventiva de insecticidas, fungicidas y/o bactericidas son solo algunas de ellas.

Es indispensable realizar una revisión diaria del cultivo, especialmente de las hojas, ya que ahí es donde detectaremos más fácilmente la presencia de alguna plaga o enfermedad; en caso de identificar alguna planta con este problema es muy importante que sea retirada del invernadero de forma inmediata para evitar el contagio de las demás.

### 8. Energías alternativas y sustentabilidad

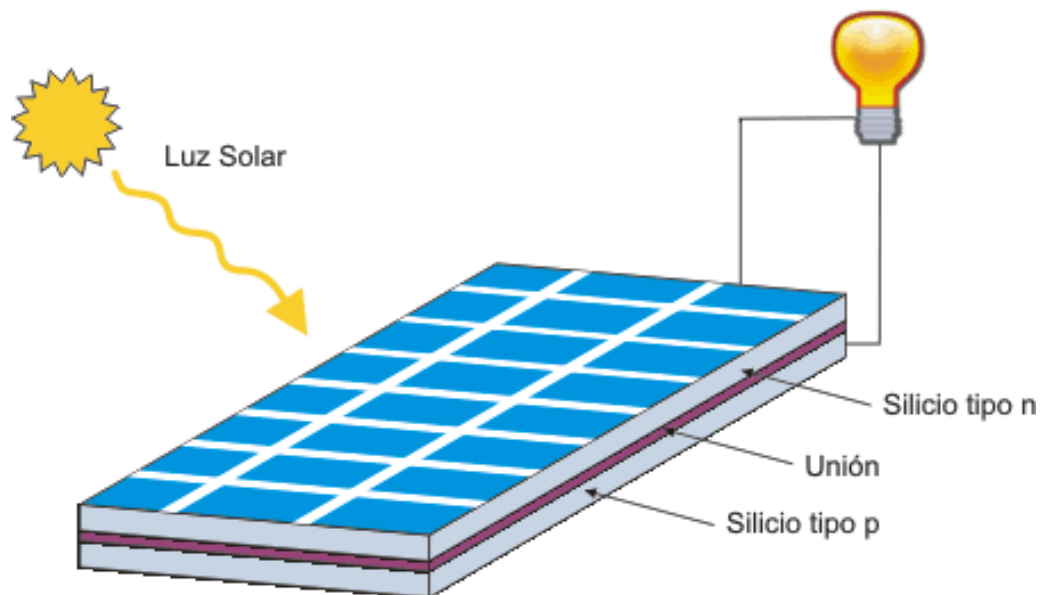
Un proceso totalmente sustentable es aquel que puede mantenerse en funcionamiento sin la necesidad de consumir recursos no renovables; de cierta forma es lograr que el proceso funcione “por sí mismo”. La sustentabilidad está sumamente ligada con las fuentes alternativas de energía, ya que la energía demandada por aquel proceso considerado como sustentable, en vez de generarse a través del consumo de recursos no renovables, es aprovechada de algún fenómeno físico o químico.

Estas fuentes de energía, además de ser consideradas “energías verdes” por su bajo o nulo impacto ecológico, pueden lograr que un proceso sea mucho más rentable debido a que sus insumos no fueron adquiridos sino aprovechados, es decir, la materia prima generadora de

energía no representa ningún costo. En términos económicos, el único inconveniente que involucra la implementación de estas fuentes energéticas, es el incremento de la inversión inicial y de los costos de mantenimiento, ya que suelen ser tecnologías costosas y delicadas.

Algunos ejemplos de dispositivos aplicables a sistemas NFT que aprovechan energías alternativas son:

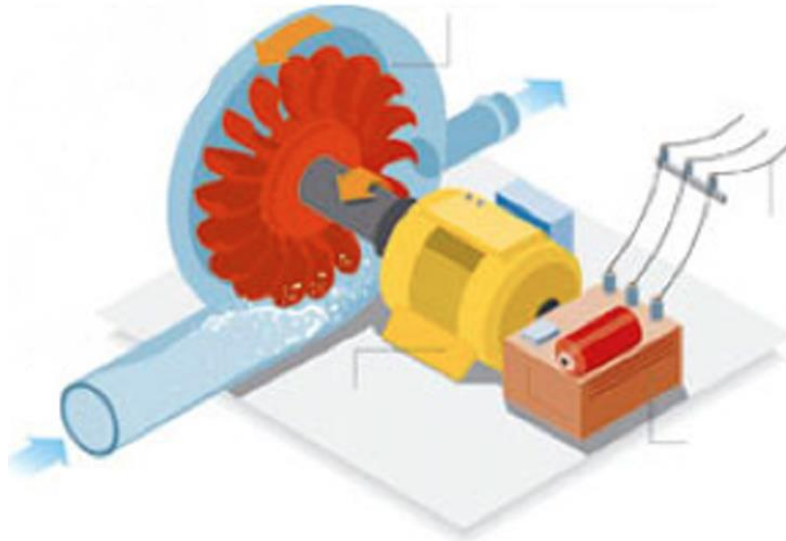
- Celdas fotovoltaicas para aprovechar la radiación electromagnética del Sol y convertirla en energía eléctrica para la alimentación de los equipos de bombeo (figura 4.8.1). De las diferentes industrias de energías alternativas, la industria de la energía solar es una de las más grandes y desarrolladas, existen una gran variedad de productos y proveedores lo cual hace que sea relativamente sencillo encontrar equipos con las características necesarias a precios accesibles.



*Figura 4.8.1*

- Generadores hidráulicos para aprovechar la energía mecánica de la cada de la solución nutritiva desde los canales de cultivo hasta el depósito contenedor y convertirla en energía eléctrica para la alimentación de los equipos de bombeo (figura 4.8.2). Los generadores hidráulicos son muy utilizados en la actualidad, sin embargo la gran

mayoría están diseñados para sistemas donde la entrada de energía mecánica es mucho mayor que la que nos proporciona la caída de la película de solución nutritiva de un sistema NFT. A pesar de que sí existen generadores pequeños que se pueden implementar para este fin, no son tan accesibles.



*Figura 4.8.2*

El tema de energías alternativas y sustentabilidad es muy amplio, por lo que existe una gran variedad de soluciones, tecnologías o mejoras de este carácter que pueden ser aplicadas a un sistema NFT; sin embargo es importante hacer un análisis previo que permita entender la relación costo beneficio que la implementación de alguna de éstas otorgaría y con base en esto tomar la mejor decisión.

### ***Situación actual en el mercado y planeación empresarial***

#### **9. Mercado hidropónico**

La variedad de productos que podemos cultivar con técnicas de hidroponía es muy amplia, prácticamente se pueden producir todas las frutas, verduras y hortalizas, por lo que seleccionar correctamente el producto a vender a través de la identificación de una necesidad dentro de un nicho de mercado específico, puede representar la clave del éxito del proyecto.



La hidroponia en México empieza a tomar fuerza en la década de los 90's, hoy en día existen una gran cantidad de productores y de competencia en el sector, especialmente en las grandes ciudades del país, como lo son Guadalajara, Monterrey y la Ciudad de México.

Los precios de los productos hidropónicos son mayores a aquellos productos que fueron cultivados de forma tradicional, principalmente debido al conjunto de ventajas que los primeros tienen respecto a los últimos:

- Ausencia de químicos y fertilizantes.
- Mayor higiene y menor probabilidad de bacterias debido a que no entran en contacto con el suelo.
- Mayor calidad y mejor apariencia.
- Mayor valor nutricional.

Actualmente los proyectos del sector hidropónico representan una muy buena oportunidad de negocio, no solo por las ventajas de poder vender este tipo de productos a precios elevados e implícitamente generar mayores márgenes de rentabilidad, sino también por la gran aceptación que tienen en el mercado.

#### 10. Definición de un plan de negocios

Un plan de negocios es un documento ejecutivo con información ordenada que tiene como finalidad sentar las bases para ejecutar una idea o proyecto de negocio. Existen diferentes guías para su elaboración, la que se detalla a continuación fue desarrollada con base en la “Guía para elaborar un plan de negocios” del Maestro Víctor Manuel Rivera Romay.

1. Resumen Ejecutivo.
  - i. Descripción de la oportunidad de negocio.
  - ii. Descripción detallada del producto (bien o servicio).
  - iii. Necesidad que satisface y valor que aporta. A qué cliente va dirigido.

2. Plan de Marketing.
  - i. Características del mercado
  - ii. Definición del producto desde la perspectiva del cliente.
  - iii. Descripción detallada de consumidores y clientes objetivo.
  - iv. Listado de competidores.
  - v. Definición del nicho de mercado.
  - vi. Estrategia de marketing.
  
3. Plan de Operación.
  - i. Proceso de producción.
  - ii. Locales y oficinas.
  - iii. Permisos y licencias.
  
4. Administración y Organización.
  - i. Organigrama.
  - ii. Forma de administración.
  
5. Plan Financiero.
  - i. Pronóstico de ventas.
  - ii. Inversión inicial y capital de trabajo.
  - iii. Proyección de estados financieros.
  - iv. Análisis financiero. Tasa Interna de Retorno, Punto de Equilibrio, Rentabilidad.
  
6. Conclusiones. Viabilidad del proyecto.

Concluido el proyecto de investigación el documento con mayor valor será precisamente el plan de negocios, ya que en éste se consolidará la información más relevante para poner en marcha la idea de negocio de tal forma que funcione como guía para el arranque de operaciones de la empresa.

### 11. Financiamiento

El financiamiento de un proyecto empresarial es esencial para que éste pueda ponerse en marcha. Se recomienda que el monto cubra los costos de la inversión inicial más los primeros meses de operación. Para proyectos empresariales de esta magnitud se recomienda alguna de las siguientes fuentes de financiamiento:

- Recursos monetarios propios. Es la mejor opción ya que no requiere de vender acciones de la empresa, ni de ningún tipo de endeudamiento o generación de pasivos adicionales, sin embargo no siempre es posible.
- Asociarse con inversionista(s) y/o venta de acciones. Es una opción más económica que los financiamientos tradicionales, sin embargo no es tan sencillo encontrar personas (físicas o empresariales) interesadas en invertir en este tipo de proyectos por el riesgo que esto representa. Si se pretende usar esta alternativa es muy importante vender adecuadamente el proyecto.
- Financiamiento tradicional con bancos o instituciones financieras. Existe una gran variedad de alternativas en el mercado, en el caso de este proyecto lo más conveniente sería buscar en el catálogo de créditos para apertura de microempresas.

### 12. Constitución de la empresa

La constitución y el registro de la empresa ante las diferentes instituciones gubernamentales son temas en los que es conveniente hacer una investigación profunda y recibir asesoría legal y contable. La mejor alternativa será aquella que brinde mayores y mejores beneficios (menor retención de impuestos, mayor flexibilidad legal, entre otras) y que incluya dentro de su marco legal todas las actividades inmediatas y potenciales que la empresa pretende realizar.

La alternativa más común es la creación de una sociedad anónima, sin embargo tiene un costo elevado lo cual aumentaría significativamente el monto de la inversión inicial (misma situación que con el registro de la marca y del nombre comercial).

También existe la alternativa de darse de alta ante hacienda como persona física con actividad empresarial, de tal forma que se puedan emitir comprobantes fiscales a los clientes que así lo requieran, y una vez que el negocio haya crecido y tenga cierta estabilidad financiera realizar los registros correspondientes para crear una persona moral bajo el régimen más conveniente.

#### **V. Resumen del trabajo de investigación y metodología de trabajo**

*Explicación sintetizada y ligada de las partes que se desarrollarán a lo largo del proyecto de investigación.*

La primera acción que se llevará a cabo como parte del proyecto será definir el conjunto de especies candidatas a ser producidas, la selección de cada una de ellas se deberá de justificar a través del cumplimiento de ciertos criterios técnicos (referentes a la viabilidad de su producción) y mercadológicos (referentes a la viabilidad de su comercialización).

Una vez definidas las especies candidatas a ser producidas, se diseñarán y ejecutarán una serie de estudios técnicos y de mercado que permitirán obtener información relevante para realizar un análisis financiero de cada una de las especies (pronóstico del balance de ingresos contra egresos). Los criterios de selección para la decisión final estarán enfocados en la maximización de las utilidades del negocio en el corto plazo.

Posteriormente, se podrá dar inicio con la fase de experimentación del proyecto, ésta tendrá como objetivo primordial definir las condiciones y el proceso óptimo de producción, por lo que se construirá un modelo experimental de cultivo hidropónico que permitirá generar las variantes que se quieren analizar. Se tiene proyectado que las principales condiciones sobre las que se experimentarán estarán relacionadas con la solución nutritiva, desde su composición, hasta su ciclo de vida y renovación.

Paralelamente a la fase de experimentación, se desarrollarán otros aspectos relevantes del proyecto, tales como: Diseño de marca e imagen del negocio, diseño de productos, pronóstico final de ventas en el corto plazo, diseño del sistema productivo, definición de espacios de trabajo, definición de registros y trámites necesarios para poner en marcha el negocio, definición de capital humano necesario para la operación, entre otros.

Concluida la fase de experimentación y el desarrollo de los aspectos que se mencionaron en el párrafo anterior, se podrá realizar un análisis financiero completo del negocio, lo que permitirá desarrollar las estrategias financieras que se deberán seguir en el corto plazo, especialmente la definición del tipo de financiamiento que resultará más conveniente para el negocio.

## **VI. Desarrollo del proyecto**

*En este capítulo se definirán los aspectos de mayor relevancia del trabajo de investigación.*

### **1. Selección de las especies candidatas a ser producidas**

Las dos especies seleccionadas como candidatas a ser producidas son la espinaca y la lechuga, debido a que ambas especies cumplen con tres características fundamentales:

1. Son especies de alto consumo y tienen una demanda constante a lo largo del año.
2. El precio de venta es alto por lo que permite generar altos ingresos por pieza.
3. El espacio requerido para su producción no es muy grande, ya que son plantas con bajo crecimiento vertical, por lo que se podrían implementar sistemas de producción hidropónicos de múltiples niveles.

Existe una gran cantidad de variedades de cada una de las dos especies, por lo que el estudio técnico se realizará analizando la variedad de espinaca y de lechuga más común en el mercado; en el caso de la lechuga, el estudio técnico se basará en la lechuga italiana, mientras que para la espinaca se basará en la variedad *viroflay*.

## 2. Estudio técnico de las especies seleccionadas como candidatas

Dentro del estudio técnico se contemplan los siguientes aspectos para cada una de las dos especies seleccionadas:

- Sustrato.
- Semillero.
- Semillas.
- Tiempo de ciclo.
- Solución nutritiva.

En el caso del sustrato y el tipo de semillero, no habría variaciones entre la lechuga y la espinaca, ya que para ambos casos se emplearía como semillero la espuma agrícola (figura 4.3.1) cubierta con pequeñas cantidades de musgo (“Peat Moss”) que sirvan como soporte para las raíces. Una vez que se realice el trasplante al sistema NFT donde se acabará de desarrollar la planta, la espuma agrícola se acoplará a una canastilla de plástico la cual embonará en los canales del sistema (figura 4.3.2).

En el párrafo anterior se han cubierto los puntos sustrato y semillero, para los cuales no hay variaciones entre las dos especies candidatas, por lo que no se profundizará en el análisis económico de estos dos aspectos debido a que no representarán ningún tipo de factor diferenciador.

En la tabla 6.2.1 se comparará el costo aproximado por semilla así como la duración del ciclo de cosecha de cada una de las dos especies que hemos seleccionado como candidatas.

Especie	Variedad	Costo por semilla	Ciclo de cosecha
Lechuga	Italiana	\$0.30	60 días
Espinaca	Viroflay	\$0.05	60 días

Tabla 6.2.1

Como se puede notar el ciclo de cosecha es igual en ambas especies por lo que, al igual que los aspectos semillero y sustrato, no representara un factor diferenciador. Respecto al costo por semilla hay una gran diferencia entre el costo de las semillas de lechuga y espinaca. Sin embargo, hasta que se realice el análisis de costos totales para cada una de las especies sabremos qué tanta importancia tiene esta amplia diferencia entre los costos de las semillas de las dos especies.

La mayoría de las soluciones nutritivas comerciales tienen una composición aproximada de N-P-K (Nitrógeno-Fósforo-Potasio) 3-1-2.5. Para el caso de la lechuga la composición óptima es de N-P-K 3-1-2, mientras que para la espinaca es de N-P-K 3-1-3. Debido a esto, la solución nutritiva no representa un factor diferenciador, ya que se puede ocupar una solución nutritiva comercial típica para el cultivo hidropónico de ambas especies.

Con este estudio técnico se concluye que el único factor técnico que impactara sobre la decisión de qué especie cosechar sera el precio de adquisición de las semillas, ya que para el resto de los aspectos estudiados no hubo diferencias entre las dos especies.

### 3. Estudio de mercado de las especies seleccionadas como candidatas

El estudio de mercado proporciona información importante acerca del consumo normal en un sector del mercado que se considera representativo del nicho al que se pretende enfocar el producto final, el sector seleccionado se trata de clientes de la Comercial Mexicana ubicada en Insurgentes Sur, delegación Benito Juárez, Ciudad de México.

Para ambas especies, se identificaron las presentaciones que son comúnmente adquiridas por los consumidores del sector, así como sus correspondientes precios promedio. Esta información se detalla en la tabla 6.3.1.

Especie	Presentación	Porción	Precio consumidor final [M.N.]
Espinaca	Manojo	1 planta (180 g)	\$4.00
Espinaca	Empaquetada	180 g	\$36.00
Lechuga	Pieza suelta	1 planta (200 g)	\$10.00
Lechuga	Empaquetada	1 planta (200 g)	\$20.00
Lechuga	Hidropónica	1 planta	\$24.00

Tabla 6.3.1

A través de los datos disponibles del Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en el 2010, se determinó el tamaño de la población del sector analizado, con el cual se calculó el tamaño de la muestra (considerando un nivel de confianza del 75%) al que se le aplicó una encuesta que permitió identificar algunas características del consumidor. En las figuras 6.3.1, 6.3.2 y 6.3.3 se pueden observar los resultados obtenidos:

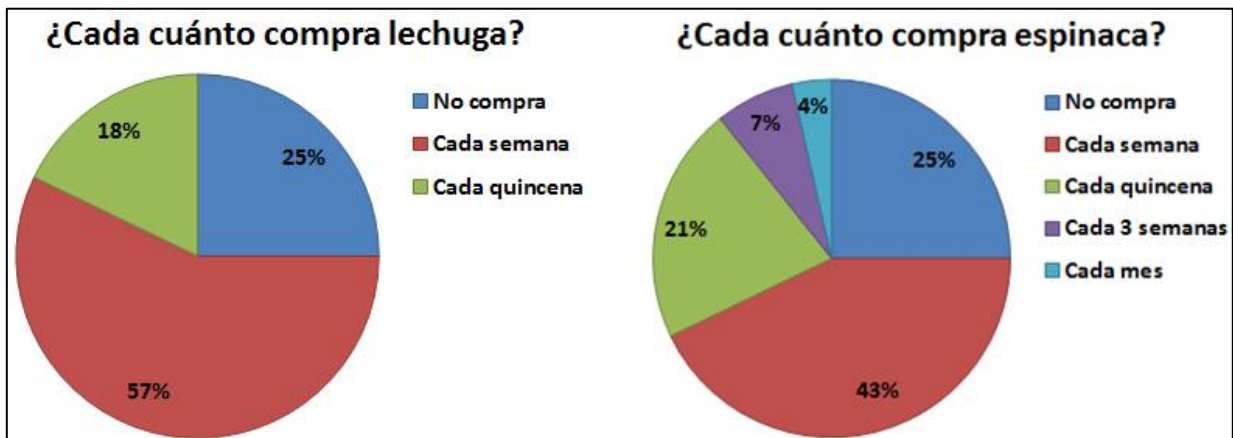


Figura 6.3.1



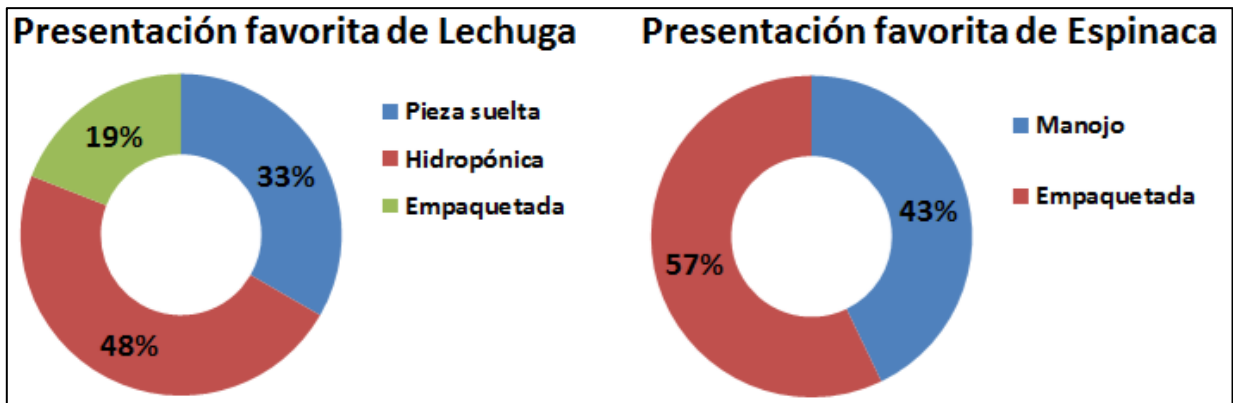


Figura 6.3.2



Figura 6.3.3

Adicionalmente a la encuesta realizada a los consumidores, se analizó la recurrencia de éstos en el sector seleccionado, se obtuvieron los resultados que nos muestran la cantidad y el tipo de consumidores presentes en el sector cada hora, en la figura 6.3.4 se muestran los resultados obtenidos.

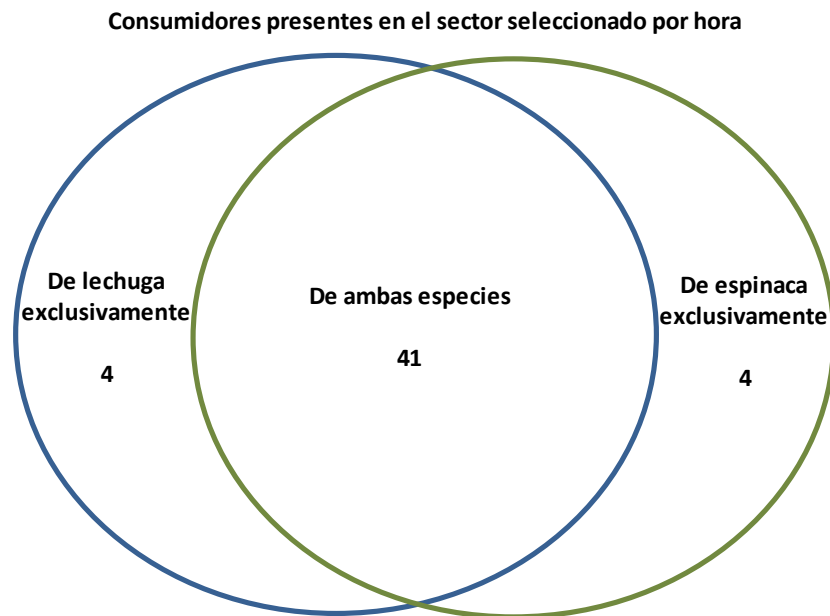


Figura 6.3.4

Con este estudio de mercado se concluye que ambas especies son del agrado del sector de mercado que se consideró, sin embargo es más recurrente la compra de lechuga que de espinaca; además se pudo observar que existe una considerable preferencia y aprobación de los consumidores del sector hacia los productos hidropónicos.

#### 4. Análisis comparativo para la selección de la especie a producir

Para poder seleccionar la especie a producir se analizarán los resultados más importantes del estudio técnico y del estudio de mercado. Los puntos más críticos y de mayor peso para la decisión son los siguientes:

- Costo de la semilla de espinaca es 80% menor al costo de la semilla de lechuga. Sin embargo en ambos casos el costo de la semilla no representa ni el 5% del precio de venta aproximado al que se ofrecería el producto al cliente.

- La espinaca hidropónica no se encuentra comúnmente en los principales supermercados de la ciudad de México a pesar de que, según el estudio de mercado, sería un producto del agrado de los consumidores del sector. En este sentido existe un gran contraste contra la lechuga hidropónica, ya que ésta última se encuentra fácilmente en la mayoría de los supermercados con una amplia variedad de marcas.
- Los resultados del estudio de mercado revelan que la venta de lechuga en el sector analizado sobrepasa a la venta de espinaca, ya que por cada 4 lechugas vendidas se venden 3 espinacas. Esto se debe a que a pesar de que el número de consumidores de lechuga y espinaca es el mismo, la adquisición de lechuga se realiza con mayor frecuencia que la de espinaca.
- El precio de venta estimado al que se podría ofrecer la espinaca hidropónica en el sector es 50% mayor al precio de venta estimado al que se podría ofrecer la lechuga hidropónica (Precio de venta estimado para la espinaca hidropónica = \$30. Precio de venta estimado para la lechuga hidropónica = \$20).

De los 4 puntos anteriores el de menor importancia es el referente al costo de las semillas, ya que para ambas especies el impacto económico es insignificante. El segundo punto tiene bastante importancia ya que hace evidente que la producción de espinaca hidropónica tendría la ventaja de que la competencia sería prácticamente nula, mientras que en el caso de la lechuga habría bastante competencia en el mercado. Por último, respecto al tercer y cuarto punto, si se combinan y se proyectan financieramente, la producción de espinaca resulta más conveniente, ya que a pesar de que se venderían menos unidades, el precio de venta sería mucho mayor que el de la lechuga, por lo que los ingresos al producir y vender espinaca serían mayores (ejemplo de ejercicio financiero en la tabla 6.4.1) y la capacidad de producción podría ser menor (reducción de costos).

	Espinaca	Lechuga
<b>Unidades venidas en un día</b>	15	20
<b>Pecio de venta</b>	\$30.00	\$20.00
<b>Ingresos percibidos</b>	\$450.00	\$400.00

Tabla 6.4.1

Resulta evidente que en caso de tener que seleccionar únicamente una de las dos especies la ganadora sería la espinaca, sin embargo con la finalidad de incrementar los ingresos del negocio y no limitar el mercado se ha decidido que ambas especies serán producidas y comercializadas de manera simultánea.

#### 5. Fase de experimentación

La fase de experimentación de este trabajo se centrará en la solución nutritiva. A través de esta fase se comprobará si la solución nutritiva preparada a la medida para cada especie es más efectiva que la solución nutritiva genérica para el cultivo de hortalizas hidropónicas. Para esto se medirá el tamaño de cada planta a lo largo de su desarrollo y una vez cosechadas se evaluará su sabor. A través de un análisis comparativo de los datos de las plantas que se desarrollarán con la solución nutritiva a la medida y los de las que se desarrollarán con la solución nutritiva genérica para hortalizas se obtendrán las conclusiones finales.

La metodología empleada en este experimento se alinea al método científico ya que se analizarán y compararán los resultados de un grupo de control y un grupo de tratamiento; siendo el grupo de control el conjunto de lechugas y espinacas cultivadas empleando la solución nutritiva genérica, y el grupo de tratamiento el conjunto de lechugas y espinacas cultivadas empleando la solución nutritiva óptima.

A través de un promedio de las diferentes fuentes de información consultadas<sup>1</sup>, se obtuvo la composición óptima de nutrientes de la solución nutritiva para el cultivo de cada una de las dos especies. Obteniendo como resultado las tablas 6.5.1 y 6.5.2.

**SOLUCIÓN NUTRITIVA  
ÓPTIMA LECHUGA**

Nutriente	Composición
N	31.827%
P	5.633%
K	31.926%
Ca	17.232%
S	8.296%
Mg	4.676%
B	0.049%
Zn	0.045%
Cu	0.012%
Mn	0.071%
Fe	0.220%
Mo	0.011%
<b>100.000%</b>	

**PH ÓPTIMO 6**

*Tabla 6.5.1*

**SOLUCIÓN NUTRITIVA  
ÓPTIMA ESPINACA**

Nutriente	Composición
N	30.331%
P	7.472%
K	39.989%
Ca	13.673%
S	2.005%
Mg	6.007%
B	0.054%
Zn	0.058%
Cu	0.014%
Mn	0.143%
Fe	0.254%
Mo	0.000%
<b>100.000%</b>	

**PH ÓPTIMO 6.5**

*Tabla 6.5.2*

- Universidad del Pacífico. 2001. Seminario de Agro Negocios – Lechugas hidropónicas.<sup>1</sup>
- Universidad Autónoma de Chapingo. Gutiérrez Tlahque Jorge. 2011. Producción Hidropónica de Lechuga con y sin recirculación de la Solución Nutritiva.<sup>1</sup>
- Gilsanz Juan. 2007. Hidroponia.<sup>1</sup>
- El cultivo de la espinaca. Infoagro. <http://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm><sup>1</sup>
- The International Association of Hydrogeologists. Anacleto Sosa. Septiembre 2015. Demanda de macro y micronutrientes por espinaca.<sup>1</sup>
- Fundación Universidad de Bogotá. Jaime Jiménez. 2010. El cultivo de la espinaca. <http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/espinaca/files/assets/basic-html/page34.html><sup>1</sup>
- SCHIPPERS, A. P. 1980. Composition changes in the nutrient during the growth of plants in recirculating nutrient culture. Acta Horticulturae 98: 103-117.<sup>1</sup>
- ANANDA, D.; AHUNDENTYA, W. 2000. Effect of different hydroponic systems and media on growth of lettuce (Lactuca Sativa) under protected culture. Journal Science Food Agricultural 59:140-150.<sup>1</sup>
- PREMUSIC, Z.; PALMUCCI, H. E.; NAKAMA, M. 2007. Chlorination: Phytotoxicity and effects on the production and quality of Lactuca sativa var. Mantecosa grown in a closed, soil-less system. Phytan 76: 103-107.<sup>1</sup>
- VALVERDE K.; CHANG M.; RODRIGUEZ D., A. 2009. Effect of the Light Quality on the Nitrate Reductase Activity in Lettuce Plants Grown in NFT. Acta Horticulturae 98: 89-96.<sup>1</sup>

Para alcanzar la composición de nutrientes deseada para cada solución nutritiva óptima, se partirá de una solución nutritiva comercial y se modificará a través de la adición de químicos y fertilizantes. La solución nutritiva comercial que se ocupará como base se llama “Solución Nutritiva JIPIPE” y se puede adquirir con el proveedor Cosechando Natural ubicado en Cuautitlán Izcalli, Estado de México, su composición química se puede observar en la tabla 6.5.3. Las sustancias que se adicionarán a la solución nutritiva JIPIPE fueron seleccionadas tomando en cuenta su composición química y su ph, de tal forma que para cada una de ellas se calculó la aportación de los diferentes elementos químicos que las componen así como su influencia en el grado de acidez de la solución nutritiva final. La tabla 6.5.4 muestra el proveedor donde fueron adquiridas cada una de estas sustancias así como su composición química.

SOLUCIÓN NUTRITIVA JIPIPE	
Nitrogeno Total (N)	10.00 %
Fosforo Asimilable (P2O5)	6.00 %
Potasio Asimilable (K2O)	12.50 %
Calcio (Ca)	9.40 %
Azufre nutricional (S)	3.40 %
Magnesio (Mg)	2.20 %
Boro (B)	0.02 %
Zinc (Zn)	0.003 %
Cobre (Cu)	0.002 %
Manganeso (Mn)	0.03 %
Hierro (Fe)	0.002 %

Tabla 6.5.3

**QUÍMICOS Y FERTILIZANTES PARA MODIFICACIÓN DE SOLUCIÓN NUTRITIVA JIPIPE**

Sustancia	Proveedor	Aportación de nutrientes
Ácido fosfórico	Farmacia París	P -- 26.9%
Nitrato de potasio	Hydroenvironment	K -- 37%, N -- 13%
Nitrato de magnesio	Mercado Libre	Mg -- 3.6%, N -- 13.5%, Ca -- 11.9%
Sulfato de cobre	Hydroenvironment	Cu -- 25.0%, S -- 12.8%
Sulfato de manganeso	Hydroenvironment	Mn -- 32%, S -- 19%
Sulfato de zinc	Hydroenvironment	Zn -- 35.6%, S -- 17%, Fe -- 0.3%
Sulfato ferroso	Hydroenvironment	Fe -- 19%, S -- 11.5%
Ácido bórico	Hydroenvironment	B -- 17.5%
Ácido sulfúrico	Droguería Cosmopolita	S -- 21.3%
Codabrix	Hydroenvironment	K -- 2.2%, B -- 0.9%, Mo -- 5.9%
Hidróxido de amoniaco	Reasol	N -- 11.5%

Tabla 6.5.4

Se construyó un modelo matemático que permitió determinar la cantidad a adicionar de cada uno de los químicos y fertilizantes, de tal forma que se llegó a la aproximación más cercana de la composición de las soluciones nutritivas óptimas, la composición química de las soluciones obtenidas se puede observar en la tabla 6.5.5.

<b>SOLUCIÓN NUTRITIVA ÓPTIMA LECHUGA</b>				<b>SOLUCIÓN NUTRITIVA ÓPTIMA ESPINACA</b>			
Nutriente	Composición deseada	Composición obtenida	% Error	Nutriente	Composición deseada	Composición obtenida	% Error
N	31.83%	34.57%	8.63%	N	30.33%	30.26%	0.22%
P	5.63%	5.38%	4.49%	P	7.47%	7.46%	0.22%
K	31.93%	30.50%	4.48%	K	39.99%	39.90%	0.22%
Ca	17.23%	16.46%	4.49%	Ca	13.67%	15.41%	12.70%
S	8.30%	7.92%	4.49%	S	2.00%	2.00%	0.22%
Mg	4.68%	4.78%	2.15%	Mg	6.01%	4.45%	25.90%
B	0.05%	0.05%	4.49%	B	0.05%	0.05%	0.22%
Zn	0.04%	0.04%	4.49%	Zn	0.06%	0.06%	0.22%
Cu	0.01%	0.01%	4.49%	Cu	0.01%	0.01%	0.22%
Mn	0.07%	0.07%	4.49%	Mn	0.14%	0.14%	0.22%
Fe	0.22%	0.21%	4.49%	Fe	0.25%	0.25%	0.22%
Mo	0.01%	0.01%	0.00%	Mo	0.00%	0.00%	0.00%
	100.00%	100.00%	5.70%		100.00%	100.00%	3.47%

Tabla 6.5.5

La técnica hidropónica que se empleará en este experimento es la de flotación (figura 6.5.1), esto debido a que para una producción tan pequeña como esta es mucho más económico implementar este tipo de sistema, que un sistema tipo NFT. De cualquier forma, el método de cultivo hidropónico no influirá en los resultados del experimento, ya que únicamente se evaluará la composición de la solución nutritiva.

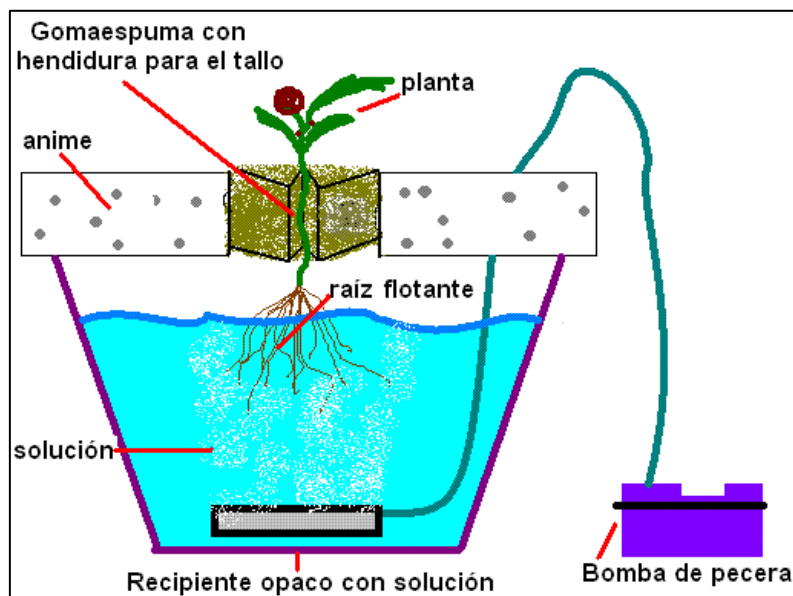


Figura 6.5.1. Sistema de cultivo hidropónico por flotación

El sistema de flotación que se empleará en el experimento está conformado por los siguientes elementos:

- Tina contenedora de la solución nutritiva (figura 6.5.2), la cual fue forrada con plástico negro por dentro (para oscurecer lo mayor posible y evitar el desarrollo de microorganismos) y con plástico blanco por fuera (para reflejar la luz del sol a la que está expuesta y mantener lo más baja posible la temperatura de la solución).





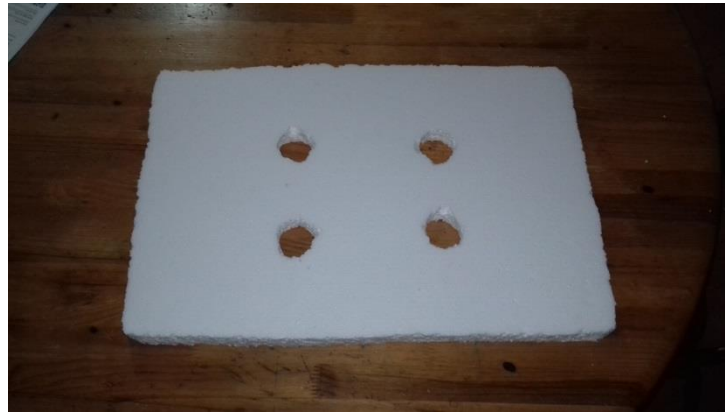
*Figura 6.5.2*

- Bomba de aire para mantener oxigenada la solución nutritiva. Figura 6.5.3.



*Figura 6.5.3*

- Placa de unicel, canastillas hidropónicas y foamy agrícola para soportar las plantas y mantener sus raíces en contacto constante con la solución. Figuras 6.5.4 y 6.5.5.



*Figura 6.5.4*



*Figura 6.5.5*

- Techo de policarbonato soportado por estructura de PVC para cubrir las plantas del agua de lluvia. Figura 6.5.6.



*Figura 6.5.6*

Como se mencionó anteriormente, el experimento consiste en comparar a lo largo del tiempo el desarrollo de las plantas que flotan en la tina que contiene la solución nutritiva genérica (grupo de control) contra el desarrollo de las plantas que flotan en la tina que contiene la solución nutritiva óptima (grupo de tratamiento). De esta manera se contará con cuatro sistemas de flotación diferentes:

- Control – lechuga.
- Tratamiento – lechuga.
- Control – espinaca.
- Tratamiento – espinaca.

En cada sistema de flotación se cultivarán cuatro plantas, de tal forma que los resultados no estén basados únicamente en una planta por grupo y sean más consistentes.

La germinación de las semillas se llevará a cabo en los pequeños cubos de foamy agrícola, los cuales se cubrirán de musgo (“Peat Moss”) para que se guarde mayor humedad y para proteger a las semillas de la exposición directa a la luz solar. Se regarán continuamente con agua a través de un atomizador hasta que la raíz de las plantas salga del cubo de foamy para que se

puedan trasplantar al sistema de flotación que les corresponda. A pesar de que únicamente se necesitarán ocho plantas de cada especie, se tiene contemplado tener dos charolas de germinación, una con dieciséis cubos con semilla de lechuga y otra con dieciséis cubos con semilla de espinaca, al realizar el trasplante a las tinas de flotación se seleccionarán únicamente las ocho plantas más grandes y fuertes de cada especie para continuar con el experimento.

El trasplante a las tinas de flotación no sólo involucrará empezar a hidratar las plantas con solución nutritiva y su permanente contacto con ésta, sino que además se expondrán directamente a la luz solar y estarán a la intemperie; es por esto que se deberán de revisar diariamente para evitar que sean víctima de alguna plaga o animal.

La solución nutritiva de cada uno de los cuatro sistemas será renovada cada semana para lograr mantener el balance nutricional en cada una de ellas. Desde que se haga el trasplante hasta la cosecha, cada tercer día, se medirá la altura de cada planta y se recopilarán comentarios importantes de tal forma que se pueda comparar el desarrollo de los grupos de tratamiento contra el de los grupos de control. A través de la tabla 6.5.6 se registrarán los valores de los parámetros mencionados.

**Recopilación de datos durante desarrollo**

Fecha	Planta	Altura [cm]	Comentarios
	L.C.1		
	L.C.2		
	L.C.3		
	L.C.4		
	L.T.1		
	L.T.2		
	L.T.3		
	L.T.4		
	E.C.1		
	E.C.2		
	E.C.3		
	E.C.4		
	E.T.1		
	E.T.2		
	E.T.3		
	E.T.4		

*Tabla 6.5.6*

A cada planta se le asignó un código que permitirá identificarlas, la primera letra representa la especie que se está cosechando (L = lechuga, E = espinaca), la segunda el tipo de grupo al que pertenece (C = control, T = tratamiento) y el número nos permitirá distinguir entre las cuatro plantas de cada sistema de flotación.

Una vez cosechadas las dieciséis plantas, el estudio final al que serán sometidas será a una prueba de sabor, para la cual tres personas ajenas al trabajo de investigación, probarán muestras de cada planta y les asignarán una calificación en una escala del 1 al 10. A través de la tabla 6.5.7 se registrarán las calificaciones mencionadas.

**Recopilación de datos finales**

	1	2	3
L.C.1			
L.C.2			
L.C.3			
L.C.4			
L.T.1			
L.T.2			
L.T.3			
L.T.4			
E.C.1			
E.C.2			
E.C.3			
E.C.4			
E.T.1			
E.T.2			
E.T.3			
E.T.4			

Tabla 6.5.7

## 6. Resultados fase de experimentación

La primera acción que se llevó a cabo dentro de la fase de experimentación fue la plantación de las semillas para su germinación, tal y como se mencionó en el apartado anterior, se prepararon dos charolas de germinación (figura 6.6.1 y 6.6.2), una con dieciséis cubos con semilla de lechuga y otra con dieciséis cubos con semilla de espinaca. Entre cuatro y seis veces al día se humedecía con un atomizador (figura 6.6.3) el musgo que cubría a las semillas para que la germinación sucediera lo más pronto posible.



*Figura 6.6.1*



*Figura 6.6.2*



*Figura 6.6.3*

Como referencia, se encontró en distintas fuentes de información que la germinación de las lechugas debería de tardar entre ocho y quince días aproximadamente mientras que la de las espinacas entre diecisiete y veinticinco días. En este experimento la primera lechuga germinó al noveno día (figura 6.6.4), la última después de diecisiete días, y de las dieciséis semillas plantadas únicamente no germinó una de ellas. Respecto a las espinacas la primera germinó después de quince días y la última después de veinte días, sin embargo únicamente germinaron tres de las dieciséis semillas plantadas. Estos resultados se pueden observar en la tabla 6.6.1.

	Lechuga	Espinaca
Semillas plantadas	16	16
Semillas germinadas	15	3
% Germinación	94%	19%
Días para primera germinación	9	15
Días para última germinación	17	20

Tabla 6.6.1



Figura 6.6.4



Dado que tres espinacas no eran suficientes para continuar con el experimento, en este punto se decidió que se excluirían a las espinacas y se continuaría el desarrollo del experimento únicamente con las lechugas.

Los motivos por los cuales no se obtuvieron los resultados esperados en la germinación de espinaca se cree que fueron principalmente la baja calidad de las semillas adquiridas y que la variedad de espinaca seleccionada (Viroflay) no es tan resistente a los climas calurosos que se presentaron a lo largo del periodo en que las semillas debieron haber germinado. Para los climas calurosos de la Ciudad de México es más recomendable optar por otras variedades de espinaca como la espinaca Malabar, aunque estas semillas no son tan accesibles en el mercado como las de la variedad Viroflay.

El trasplante a los sistemas de flotación se llevó a cabo 41 días después de que se colocaron las semillas en los pedazos de foamy agrícola, esto debido a que se estaba esperando a que las raíces salieran del foamy para llevar a cabo el trasplante. Se dejó transcurrir mucho más tiempo de lo que se debería haber dejado pasar, ya que no es necesario que la raíz se muestre para trasplantar al sistema de flotación, de hecho lo ideal es que inmediatamente después de que salgan las primeras dos hojas de la planta se trasplante a un sistema de flotación de pura agua y se exponga a la luz del Sol directamente, en el cual después de haber transcurrido una semana se le deberá de empezar a suministrar solución nutritiva envés de agua.

En este experimento la exposición a la luz directa del Sol se postergó demasiado, las plantas al no recibir la cantidad de luz necesaria invirtieron su energía en la búsqueda de ésta lo cual tuvo como consecuencia un alargamiento y adelgazamiento del tallo. En la figura 6.6.5 se puede observar esto.



Figura 6.6.5

El desarrollo final de ambos grupos de lechugas en los sistemas de flotación fue muy satisfactorio, ambas soluciones nutritivas tuvieron un ph de 5.5, lo que ayudó a que fueran asimiladas correctamente, sin embargo, en cuanto a crecimiento se refiere, las lechugas del grupo de control tuvieron ligeramente mejores resultados. En la tabla 6.6.2 se presentan las medidas finales de cada una de las ocho plantas, y en los gráficos 6.6.1 y 6.6.2 se puede analizar su desarrollo en función de la altura.

		Altura final	
		Planta	Altura [cm]
GRUPO CONTROL	C.1		17.5
	C.2		20.6
	C.3		17.1
	C.4		21.0
	C. PROM		19.1
GRUPO TRATAMIENTO	T.1		16.8
	T.2		15.0
	T.3		15.1
	T.4		16.0
	T. PROM		15.7

Tabla 6.6.2

Gráfico de altura a lo largo del tiempo (gráfico 6.6.1): La línea roja representa el promedio de la altura de las plantas del grupo de control, la línea azul representa el promedio de la altura de las plantas del grupo de tratamiento. Las líneas negras verticales representan los días en los que se renovaron las soluciones nutritivas. Se observa que en todo momento las lechugas del grupo de control fueron más grandes que las del grupo de tratamiento.

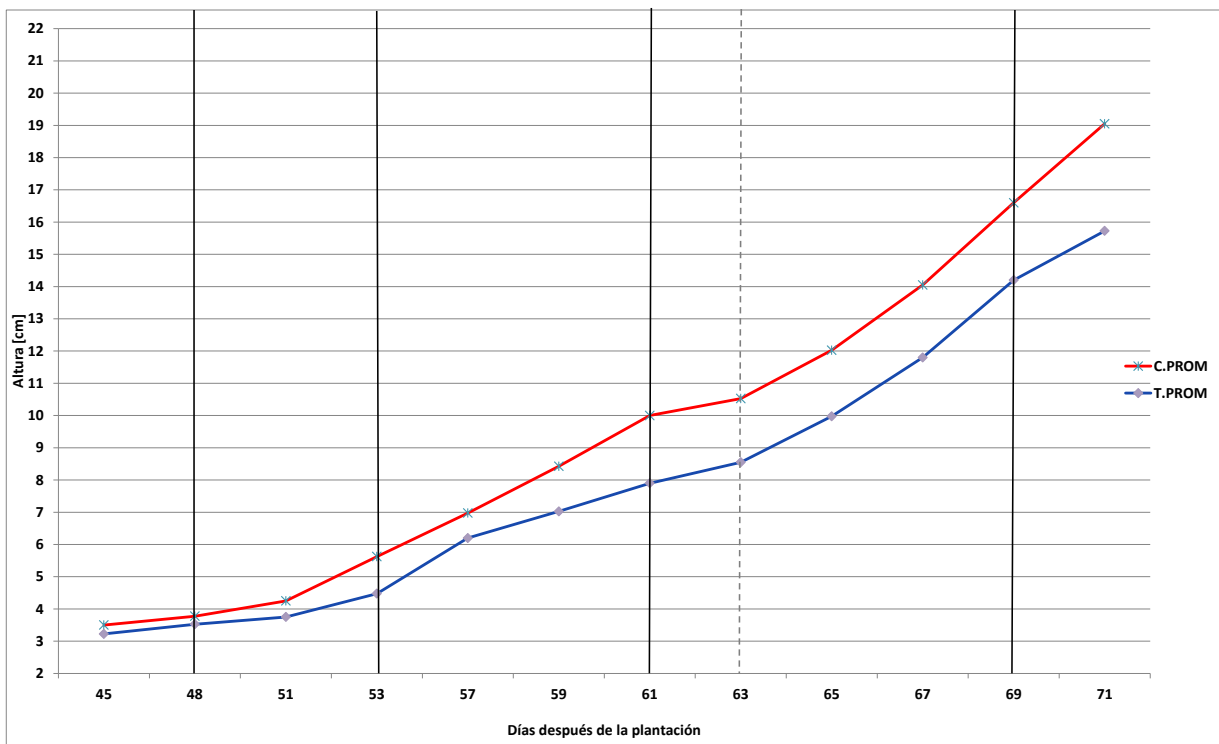


Gráfico 6.6.1

Gráfico de crecimiento a lo largo del tiempo (gráfico 6.6.2): La línea roja representa el promedio del porcentaje de crecimiento contra el periodo anterior de las plantas del grupo de control, la línea azul representa el promedio del porcentaje de crecimiento contra el periodo anterior de las plantas del grupo de tratamiento. Las líneas negras verticales representan los días en los que se renovaron las soluciones nutritivas. En este gráfico se puede observar la aceleración del desarrollo de las plantas, la cual siempre es mayor en las lechugas del grupo de control excepto en el día 57 y en el periodo entre los días 63 y 69.

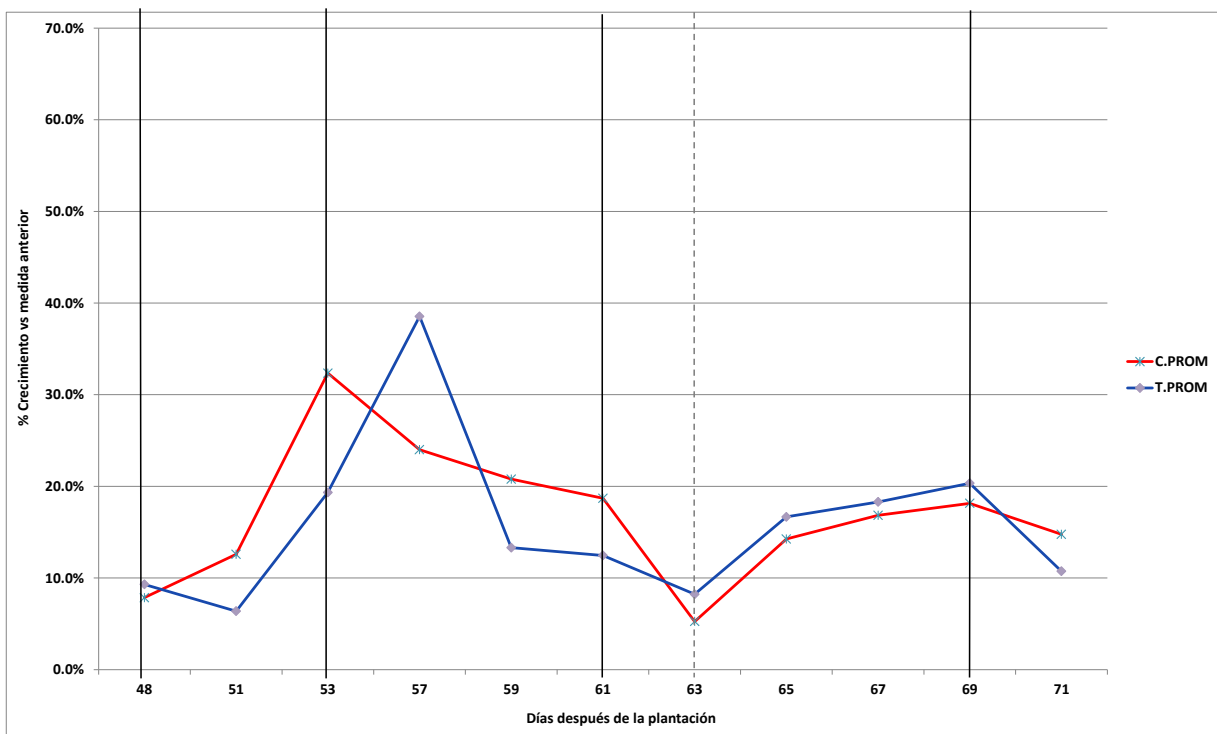


Gráfico 6.6.2

Las condiciones y características del experimento no permiten saber con exactitud los motivos de las diferencias en el desarrollo de los dos grupos de plantas, sin embargo se cree que uno de los motivos pudo haber sido que se hayan cometido errores en la preparación de la solución nutritiva del grupo de tratamiento, esto debido a la complejidad del procedimiento. Para poder conocer con exactitud las causas de las diferencias, sería necesario incluir en el experimento el

monitoreo constante de los diferentes elementos químicos presentes en las soluciones, de tal forma que se evitaría cometer errores en la preparación, y se podría analizar con precisión cuáles son los elementos excedentes y faltantes a lo largo de todo el ciclo de renovación de la solución.

La cosecha de las lechugas se llevó a cabo 71 días después de que se colocaron las semillas en los pedazos de foamy agrícola. En la figura 6.6.6 se puede observar su desarrollo a lo largo del tiempo.

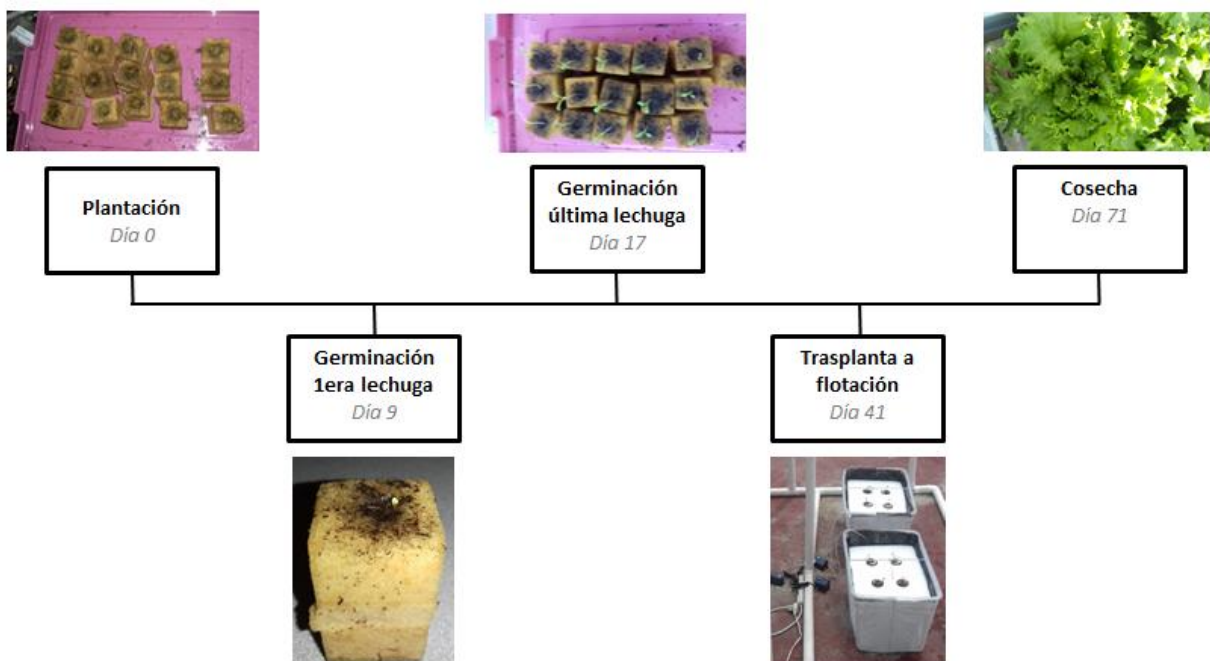


Figura 6.6.6

Inmediatamente después de la cosecha se realizó la prueba de sabor (figura 6.6.7) que se explicó en el apartado anterior, los resultados se puede observar en la tabla 6.6.3.



Figura 6.6.7

**Recopilación de datos finales**

		1	2	3	4	PROM
<b>GRUPO CONTROL</b>	C.1	10	9	10	10	9.75
	C.2	9	10	9	10	9.50
	C.3	9	9	9	10	9.25
	C.4	10	10	8	10	9.50
	C.PROM	9.5	9.5	9	10	9.50
<b>GRUPO TRATAMIENTO</b>	T.1	10	10	10	9	9.75
	T.2	10	9	10	9	9.50
	T.3	9	10	10	8	9.25
	T.4	10	10	10	9	9.75
	T.PROM	9.75	9.75	10	8.75	9.56

Tabla 6.6.3

Como se puede observar en la tabla 6.6.3, las cuatro personas que realizaron la prueba le asignaron muy buenas calificaciones a las ocho plantas cosechadas, por lo que, a pesar de que las lechugas del grupo de tratamiento tuvieron una calificación promedio 0.06 puntos mayor a

la de las lechugas del grupo de control, la diferencia no es suficiente para diferenciar a los dos grupos experimentales a través de esta prueba.

La principal conclusión del experimento es que a pesar de que con ambas soluciones nutritivas se tienen muy buenos resultados en el cultivo de lechugas hidropónicas, el uso de la solución nutritiva comercial (empleada en el grupo de control) resulta más favorable debido a que tanto los costos de los insumos como los relacionados a la operación son mucho menores al emplear esta solución.

### 7. Diseño y desarrollo comercial

La empresa que pondrá en marcha la idea de negocio ofrecerá al público una amplia variedad de productos y servicios relacionados con la hidroponia, a continuación se presentan cada uno de ellos junto con su correspondiente estrategia de venta (a quién, cómo y dónde se venderá).

#### 1. Productos alimenticios.

- Hortalizas hidropónicas listas para el consumo humano: Como se mencionó anteriormente, en un inicio, las especies a producir serán la lechuga y la espinaca, sin embargo se pretende ir incrementando el catálogo conforme la empresa vaya creciendo, de tal forma que se logren cubrir más necesidades dentro del mismo mercado.
  - ✓ Estos productos van dirigidos principalmente a las amas de casa. Se tiene contemplado tener puntos de venta móviles que puedan atender diferentes lugares según el día de la semana o la hora del día (figuras 6.7.1 y 6.7.2). Se han identificado lugares clave donde la unidad tendría mejores ventas, a continuación se mencionan algunos de ellos: escuelas en sus horarios de salida, mercados sobre ruedas, zonas cercanas a supermercados, zonas cercanas a estaciones del metro, entre otros.



*Figura 6.7.1*



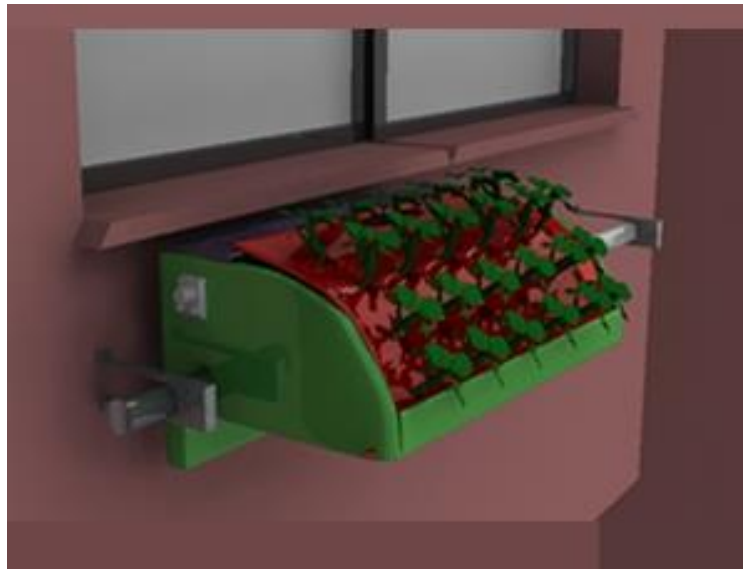
*Figura 6.7.2*

- ✓ Adicional a la estrategia de venta mencionada en el punto anterior, se tiene contemplado ir construyendo una cartera de clientes fijos, principalmente negocios de comida (restaurantes, hoteles, fondas, ensaladerías, etc.), lo que permitirá darle estabilidad al negocio. En un principio conforme se vayan cerrando ventas, si el negocio no se da abasto para producir lo que un cliente requiere, se cubrirá la demanda a través de la comercialización de hortalizas producidas por otros proveedores, conforme las ventas se regularicen se irá incrementando la capacidad de producción de la empresa para que ésta pueda cubrir su propia demanda.



- ✓ Gracias a la eficiencia operativa y productividad de los sistemas de producción, el negocio permitirá que se manejen precios de venta mucho más bajos a los precios de venta a los que el mercado está acostumbrado a pagar por productos hidropónicos, de esta manera se le dará a los productos una ventaja competitiva considerable.
  - Ensaladas: Una parte de la producción será complementada con otros ingredientes para ofrecer ensaladas listas para su consumo inmediato.
    - ✓ Estos productos se ofrecerán a la hora de la comida, en zonas donde exista una gran concentración de oficinas. Igualmente, se tiene contemplado implementar puntos de venta móviles, similares al de la imagen anterior.
2. Sistemas hidropónicos urbanos.
- Huertos hidropónicos para el hogar. Diseño a la medida e instalación de sistemas de producción hidropónica para que la gente cultive sus propios alimentos (figuras 6.7.3, 6.7.4 y 6.7.5).
    - ✓ Actualmente el interés de las personas por involucrarse con actividades que generen beneficios al medio ambiente ha incrementado considerablemente respecto a generaciones anteriores, es por esto que la estrategia de venta que se utilizará para impulsar estos productos será comunicando al mercado la gran cantidad de beneficios a la salud y al medio ambiente que la hidroponía genera.

- ✓ En un principio, la principal vía de comunicación entre la empresa y el mercado serán las redes sociales debido a que a través de ellas se logra alcanzar a muchas personas a un costo muy bajo, de igual manera se buscará comercializar este productos a través de sitios web de compra-venta, por ejemplo [www.mercadolibre.com.mx](http://www.mercadolibre.com.mx).



*Figura 6.7.3*



*Figura 6.7.4*



*Figura 6.7.5*

- Azoteas y muros verdes. Diseño a la medida e instalación de jardines hidropónicos esencialmente decorativos que ayudan a proyectar una imagen de sustentabilidad (figuras 6.7.6, 6.7.7 y 6.7.8).
  - ✓ Hoy en día este tipo de jardines están teniendo muy buena aceptación en el mercado por lo que representan un área comercial con mucho potencial. De igual manera que los huertos hidropónicos para el hogar, la principal vía de comunicación entre la empresa y el mercado serán las redes sociales.



*Figura 6.7.6*



*Figura 6.7.7*



*Figura 6.7.8*

- Insumos y semillas para cultivo hidropónico. Productos necesarios para que clientes que han adquirido con la empresa algún huerto hidropónico para el hogar o alguna azotea y/o muro verde puedan empezar a producir de inmediato. Tales como, semillas, sustratos, bombas, soluciones nutritivas y fertilizantes.
  - ✓ Para lograr aumentar las ventas de estos productos se buscará crear una base de datos de los clientes a los que se les ha vendido alguno de los dos grupos de productos anteriores, la cual permitirá estar en contacto constante con ellos para seguir renovando sus insumos para producción hidropónica. Al igual que los huertos hidropónicos para el hogar se buscará comercializar estos productos a través de sitios web de compra-venta.

3. Cursos, consultorías y venta de franquicias.

- Cursos infantiles y cursos para productores principiantes.
  - ✓ Se contactarán escuelas para ofrecerles este tipo de cursos a niños y padres de familia. De igual manera que algunos de los productos anteriores, se le dará mucho empuje a este servicio a través de las redes sociales.
- Consultorías sobre cultivos hidropónicos y agricultura urbana.
  - ✓ Este es un servicio que está proyectado más hacia el mediano plazo, una vez que la marca sea reconocida en el mercado, se ofrecerán asesorías a todo tipo de empresas de producción hidropónica y cultivo urbano.
- Venta de franquicias.
  - ✓ La venta de franquicias es una estrategia proyectada en el largo plazo, para que se pueda llevar esto a cabo la empresa deberá de estar consolidada y bien posicionada en el mercado.

Para la comercialización de este conjunto de productos y servicios es importante definir una marca con la que se logre identificar a la empresa, ésta deberá de comunicar al mercado un mensaje que englobe de la mejor manera posible la filosofía de la empresa, la cual se define a través de los siguientes conceptos:

1. Misión.

*Acercar la agricultura urbana a las personas, con el fin de elevar su calidad de vida a través del consumo y cultivo de productos hidropónicos de la más alta calidad. Así como fomentar las ventajas a la salud y al medio ambiente que conlleva la hidroponia.*

2. Visión.

*Ser una empresa reconocida por la gran calidad de sus productos y servicios así como por su compromiso con la sociedad y el medio ambiente.*

*Impactar en la filosofía de las personas que rodean a la empresa para promover en la comunidad una cultura basada en la sustentabilidad.*

3. Valores y principios.

- ✓ *Sustentabilidad y cultura ecológica.*
- ✓ *Excelencia en servicio al cliente.*
- ✓ *Maximización de calidad y valor en cada uno de nuestros productos y servicios.*
- ✓ *Empatía con el cliente: escuchar sus necesidades, ofrecer precios justos.*
- ✓ *Innovación, creatividad y mejora continua.*

Ahora que se ha definido la filosofía de la empresa, las figuras 6.7.9 y 6.7.10 representan la imagen de la marca que se empleará para la comercialización del conjunto de productos y servicios que se ofrecerán.



Figura 6.7.9



*Figura 6.7.10*

Cabe destacar que tanto el nombre como el diseño de la marca proyectan la filosofía de la empresa, lo cual tiene una gran importancia para generar empatía con los consumidores.

#### 8. Sistemas y procesos para la producción de hortalizas hidropónicas

La producción de hortalizas hidropónicas en el corto plazo se llevará a cabo en varios sistemas productivos, los cuales deberán de contar idealmente con un espacio disponible mínimo de 70 metros cuadrados, el cual lo podemos hallar fácilmente en azoteas de casas, oficinas o edificios de la Ciudad de México. Las diferentes azoteas que se implementarán como sistemas productivos se buscará que de preferencia sean propiedad de alguno de los socios, o de algún conocido de alguno de los socios, de tal forma que se logré evitar o reducir el pago de rentas.

Se elaboró un diseño prototipo de la unidad productiva (figuras 6.8.1 y 6.8.2), la cual consiste en un conjunto de tuberías de PVC conectadas entre sí formando una espiral cuadrada, de esta manera se logra maximizar la productividad lo cual tendrá un impacto muy positivo en la



rentabilidad de la empresa. Las tuberías están soportadas por una estructura de acero la cual hace que la unidad productiva tenga una gran estabilidad. Cada unidad productiva cuenta con un tanque de almacenamiento desde el cual se bombea la solución nutritiva continuamente al punto más alto del conjunto de tuberías para mantenerla en recirculación. El diseño está pensado para el cultivo hidropónico de lechugas, espinacas u alguna otra hortaliza de tamaño similar; y cuenta con una capacidad productiva variable según el número de niveles que se implementen, cada nivel soporta 16 hortalizas, y el sistema está diseñado para ampliarse hasta a 4 niveles, lo que equivale a 64 hortalizas por unidad.

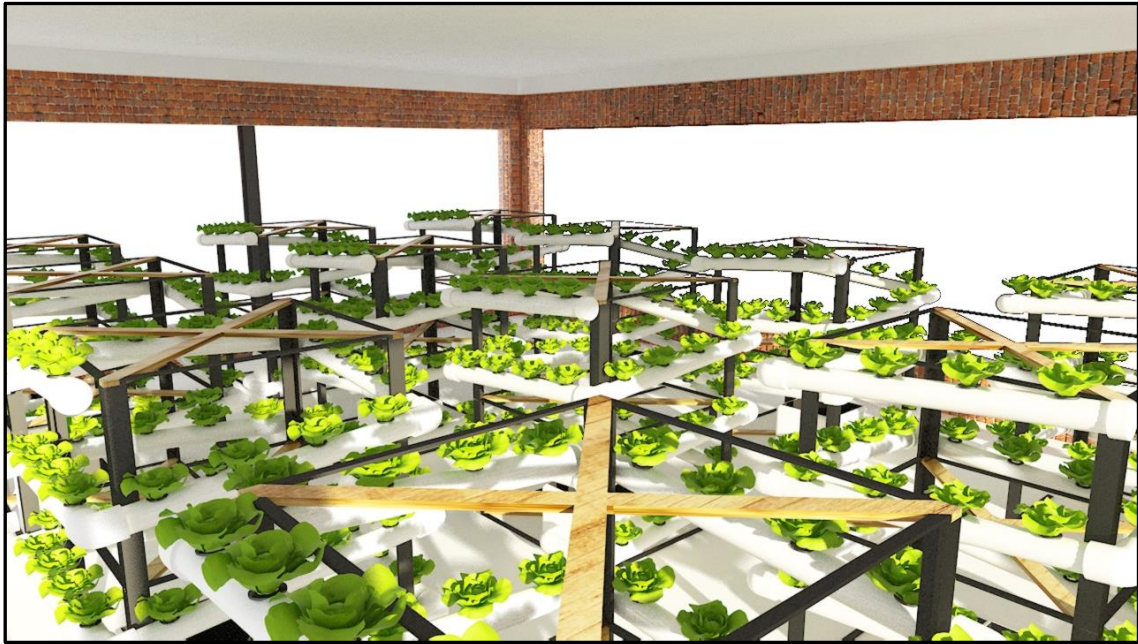


*Figura 6.8.1*



*Figura 6.8.2*

Considerando un sistema productivo de 70 metros cuadrados, se podrían instalar hasta 12 unidades productivas, lo cual permitiría tener como capacidad máxima instalada un total de 768 hortalizas. (Figuras 6.8.3 y 6.8.4).



*Figura 6.8.3*



*Figura 6.8.4*

Paralelamente, existirá un sistema productivo en el cual se lleve a cabo la germinación y el desarrollo de las hortalizas durante sus primeras semanas de vida, en el cual permanecerán hasta que se trasplanten al sistema productivo final que se acaba de presentar.

Para el caso específico de la producción de lechugas, el tiempo aproximado del ciclo de producción es de 60 días, desde su germinación hasta la cosecha, sin embargo el periodo en el que la lechuga ocupa uno de los espacios del sistema productivo final (desde el trasplante hasta la cosecha), representa el cuello de botella de todo el proceso productivo, ya que el número de sistemas productivos finales es el que limitará la producción de hortalizas. Cada lechuga estará aproximadamente 30 días en el sistema productivo final, lo cual nos indica que nuestro ritmo de producción máximo será de 64 lechugas al mes por unidad productiva.

El total de unidades productivas disponibles se distribuirán uniformemente en seis grupos diferentes, los cuales están definidos por la etapa de desarrollo en la que se encuentren las hortalizas. En todo momento se deberá de contar con el mismo número de unidades productivas que contengan hortalizas de 30 a 35 días de edad, de 35 a 40 días de edad, de 40 a 45 días de edad, de 45 a 50 días de edad, de 50 a 55 días de edad y de 55 a 60 días de edad. De esta manera se logrará cosechar cada 5 días, lo cual permitirá que se tenga una oferta uniforme y se asegure la frescura del producto.

La fase productiva que permitirá llegar al producto final que se distribuirá y comercializará en el mercado conlleva una serie de procesos operativos que se pueden observar en la figura 6.8.5.

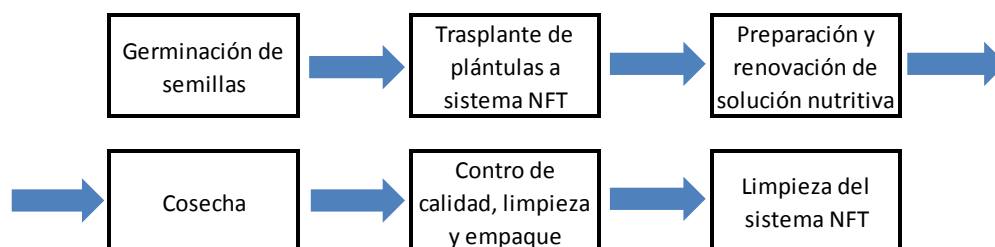


Figura 6.8.5

Cada uno de estos procesos se estudiará a detalle para estandarizarlo y documentarlo, además de que se someterá a un proceso de mejora continua de forma permanente. Esto hará más eficiente la operación y mejorará la rentabilidad de la empresa.

#### 9. Financiamiento, registros y trámites

Los recursos monetarios que cubrirán los gastos de la inversión inicial más los costos de operación de la empresa a lo largo de un año provendrán de aportaciones de los socios.

Se ha decidido que desde el inicio de operaciones de la empresa, se registrará una razón social y la marca para la comercialización de los productos. Por lo que dentro de los gastos de la inversión inicial, se deberán contemplar una serie de registros y trámites que se llevarán a cabo antes del arranque de operaciones, los cuales se presentan a continuación:

1. Registro de la denominación de la empresa ante la Secretaría de Economía. Se resuelve si la denominación no está registrada con anterioridad y autoriza la determinación del objeto social. No tiene ningún costo.
2. Constitución de la empresa ante notario público. Se conformará una sociedad anónima de capital variable (S.A. de C.V.), para la cual se debe tener definida la participación de cada uno de los socios para dejar definido en los estatutos la repartición de las acciones. El monto correspondiente a los honorarios que cobra un notario por la constitución de la empresa incluyendo el alta en el Registro Público de Comercio es de ocho mil pesos mexicanos aproximadamente.
3. Registro de la empresa en el Sistema de Administración Tributaria (SAT) y generación de Registro Federal de Contribuyentes (RFC). Para que se pueda llevar a cabo el alta en el Registro Público de Comercio es necesario haber realizado con anterioridad este trámite. No tiene ningún costo.
4. Registro de los empleados en el IMSS, INFONAVIT y AFORE. Al salario de los trabajadores que sean contratados se le deberá añadir un 26% adicional para cubrir los

montos correspondientes al impuesto sobre nóminas y al paquete de prestaciones que marca la ley como obligatorias (Seguro social, INFONAVIT, AFORE, aguinaldo y vacaciones).

5. Registro de la marca de la empresa ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI). Se deben registrar los diferentes componentes de la marca, como puede ser el nombre, la tipografía, el logo, el slogan, entre otros. Los registros se hacen por categoría, dependiendo de la actividad comercial en la que se comercializará la marca registrada. El costo aproximado por registro de un elemento de la marca en una de las categorías es de tres mil pesos mexicanos.

De parte de salubridad no existe ninguna licencia o permiso mandatorio para la producción y comercialización de productos hortícolas, sin embargo existe una certificación de Inocuidad y Reducción de riesgos que puede ser otorgada por la SENASICA o por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal que podría incrementar la confianza del mercado en la marca.

#### 10. Capital humano

Se ha definido que se buscará conformar la empresa con un total de dos socios, un socio industrial, el cual se dedicará de tiempo completo a la operación del negocio, y un socio capitalista, que inyectará el capital necesario para poder cubrir la inversión inicial y los primeros meses de operación, además de que apoyará al socio industrial con algunas actividades administrativas del negocio.

El socio industrial percibirá un sueldo fijo por las actividades y conocimiento que le aportará a la empresa, además de que recibirá mes a mes la parte de las utilidades que le correspondan según como se haya definido el reparto de dividendos en las políticas financieras de la empresa.

Hasta comienzos del segundo año de operación de la empresa es cuando se tiene proyectada la contratación de una persona que sirva de apoyo para la operación, mientras que la segunda persona contratada está proyectada para antes de comenzar el tercer año.

### 11. Análisis financiero

Para poder hacer el análisis financiero pertinente a este proyecto es necesario definir la inversión inicial y las proyecciones de ventas en el corto plazo:

a) Inversión inicial (tabla 6.11.1).

Sistemas de producción de hortalizas	\$13,284
Sistema de germinación y temprano desarrollo	\$600
Malla UV y estructura Invernadero	\$12,000
Refrigerador	\$30,000
Motocarro	\$35,000
Constitución de la empresa	\$8,000
Registro de marcas y logos	\$6,000
Herramientas	\$4,000
Comercialización y publicidad	\$1,500
<b>TOTAL INVERSIÓN INICIAL</b>	<b>\$110,384</b>

*Tabla 6.11.1*

b) Proyecciones de ventas (gráficos 6.11.1 y 6.11.2).

Las proyecciones de venta se realizaron con base en una investigación del segmento de mercado en donde se ofrecerán los diferentes productos al arranque de operaciones de la empresa. En éste se determinó la participación de mercado que se abarcaría según el estado actual de la competencia y un análisis del entorno, sin embargo no se invirtieron los recursos necesarios para llevar a cabo un estudio de mercado a profundidad que permitiera tener una asertividad aceptable en las proyecciones de venta; es por esto que se recomienda que antes de comenzar operaciones se refuerce el estudio de mercado y se actualice el estado financiero para reevaluar la viabilidad del proyecto.

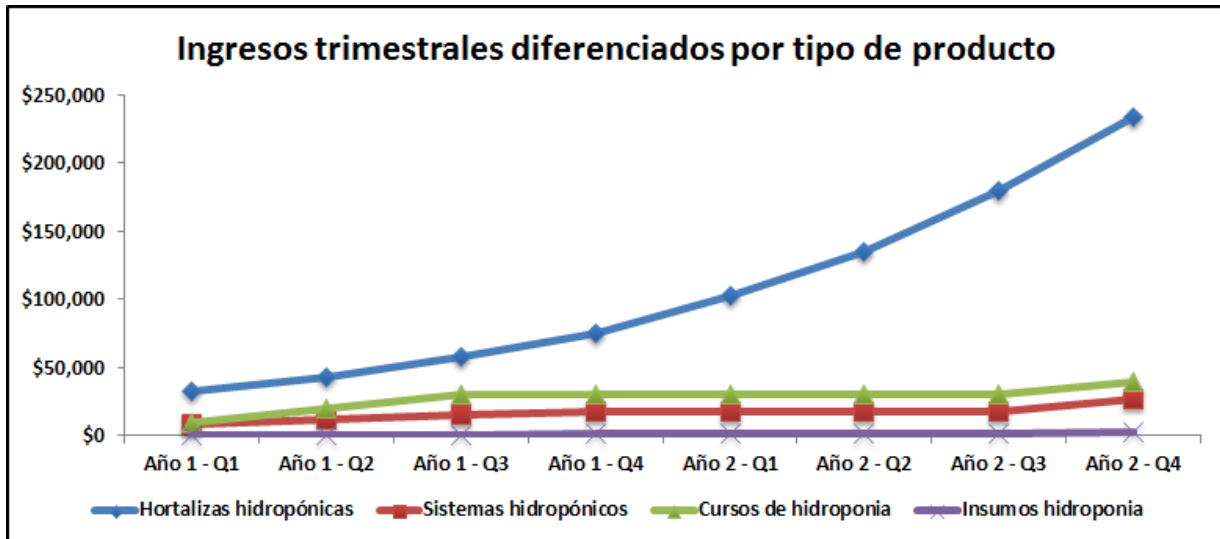


Gráfico 6.11.1

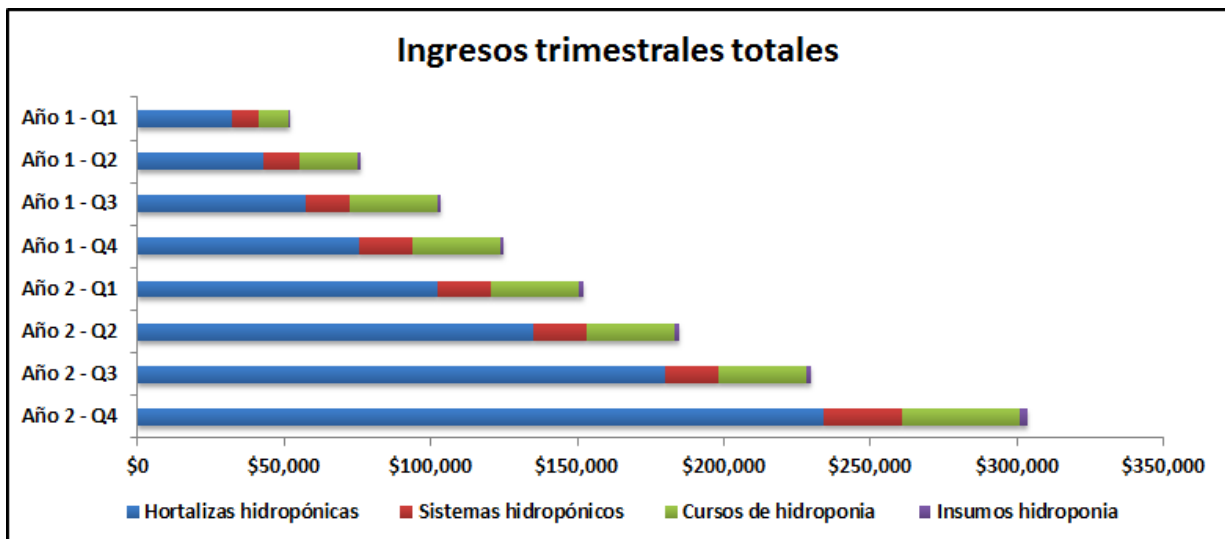


Gráfico 6.11.2

El primer producto en estabilizarse son los Cursos de hidroponia, lo cual sucede en el tercer trimestre del primer año de operación de la empresa, los Sistemas hidropónicos también se logran estabilizar, sin embargo sucede hasta el cuarto trimestre del primer año, respecto a las Hortalizas hidropónicas el crecimiento que presentan sus ventas continúa más allá de los dos



**PLAN DE NEGOCIOS DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO DE HIDROPONIA**

Pedro Marván García de Quevedo

años que se están proyectando en este análisis, esto se debe a que la venta de estos productos tiene un gran potencial de crecimiento.

El gráfico 6.11.2 permite entender la participación de cada uno de los productos sobre los ingresos totales, siendo las Hortalizas hidropónicas aquel con mayor participación de venta, seguidos muy atrás por los Cursos de hidroponia.

Una vez definidos estos dos conceptos, se realizaron los estados financieros para proyectar las utilidades que generará la empresa en el corto plazo (tabla 6.11.2).

Concepto	Inicio	Año 1 - Q1	Año 1 - Q2	Año 1 - Q3	Año 1 - Q4	Año 2 - Q1	Año 2 - Q2	Año 2 - Q3	Año 2 - Q4
<b>Ingresos</b>	\$0	\$52,000	\$76,000	\$103,600	\$124,800	\$152,100	\$184,600	\$229,700	\$303,400
Hortalizas hidropónicas	\$0	\$32,400	\$43,200	\$57,600	\$75,600	\$102,600	\$135,000	\$180,000	\$234,000
Sistemas hidropónicos	\$0	\$9,000	\$12,000	\$15,000	\$18,000	\$18,000	\$18,000	\$18,000	\$27,000
Insumos hidroponia	\$0	\$600	\$800	\$1,000	\$1,200	\$1,500	\$1,600	\$1,700	\$2,400
Cursos de hidroponia	\$0	\$10,000	\$20,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$40,000
<b>Costos de venta</b>	\$0	\$5,414	\$7,885	\$10,742	\$12,449	\$14,152	\$16,041	\$18,669	\$25,350
Producción de hortalizas	\$0	\$1,864	\$2,485	\$3,492	\$4,349	\$5,977	\$7,841	\$10,444	\$13,550
Sistemas hidropónicos	\$0	\$2,400	\$3,200	\$4,000	\$4,800	\$4,800	\$4,800	\$4,800	\$7,200
Insumos hidroponia	\$0	\$150	\$200	\$250	\$300	\$375	\$400	\$425	\$600
Cursos de hidroponia	\$0	\$1,000	\$2,000	\$3,000	\$3,000	\$3,000	\$3,000	\$3,000	\$4,000
<b>Utilidad Bruta</b>	\$0	\$46,586	\$68,115	\$92,858	\$112,351	\$137,948	\$168,559	\$211,031	\$278,050
<b>Gastos de venta</b>	\$0	\$1,975	\$1,975	\$1,975	\$2,425	\$2,875	\$3,325	\$3,775	\$5,750
Gasolina motocarros	\$0	\$550	\$550	\$550	\$550	\$550	\$550	\$550	\$1,100
Composturas y trámites motocarros	\$0	\$525	\$525	\$525	\$525	\$525	\$525	\$525	\$1,050
Luz Refrigeradores	\$0	\$900	\$900	\$900	\$1,350	\$1,800	\$2,250	\$2,700	\$3,600
<b>Gastos administrativos</b>	\$0	\$22,950	\$22,950	\$25,950	\$25,950	\$48,900	\$51,900	\$54,900	\$77,850
Sueldos operadores (incluye socio industrial)	\$0	\$19,950	\$19,950	\$19,950	\$19,950	\$39,900	\$39,900	\$39,900	\$59,850
Renta de espacios de producción	\$0	\$3,000	\$3,000	\$6,000	\$6,000	\$9,000	\$12,000	\$15,000	\$18,000
<b>Utilidad Operativa</b>	\$0	\$21,661	\$43,190	\$64,933	\$83,976	\$86,173	\$113,334	\$152,356	\$194,450
<b>Inversión</b>	\$110,384	\$0	\$4,428	\$20,700	\$21,684	\$39,528	\$40,884	\$45,690	\$99,740
Sistemas de producción de hortalizas	\$13,284	\$0	\$4,428	\$8,100	\$5,184	\$12,528	\$13,284	\$18,090	\$22,140
Sistema de germinación y temprano desarrollo	\$600	\$0	\$0	\$600	\$0	\$0	\$600	\$600	\$600
Malla UV y estructura Invernadero	\$12,000	\$0	\$0	\$12,000	\$0	\$12,000	\$12,000	\$12,000	\$12,000
Refrigeradores	\$30,000	\$0	\$0	\$0	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$30,000
Motocarros	\$35,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$35,000
Constitución de la empresa	\$8,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Registro de marcas y logos	\$6,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Herramientas e instrumentos	\$4,000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Comercialización y publicidad	\$1,500	\$0	\$0	\$0	\$1,500	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	-\$110,384	\$21,661	\$38,762	\$44,233	\$62,292	\$46,645	\$72,450	\$106,666	\$94,710
<b>Utilidad antes de impuestos acumulada</b>	-\$110,384	-\$88,723	-\$49,961	-\$5,728	\$56,565	\$103,210	\$175,660	\$282,327	\$377,036
Impuestos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$16,969	\$13,994	\$21,735	\$32,000	\$28,413
<b>Utilidad neta</b>	-\$110,384	\$21,661	\$38,762	\$44,233	\$45,323	\$32,652	\$50,715	\$74,666	\$66,297
<b>Utilidad neta acumulada</b>	-\$110,384	-\$88,723	-\$49,961	-\$5,728	\$39,595	\$72,247	\$122,962	\$197,629	\$263,926
Utilidad para recuperar inversión inicial	\$0	\$21,661	\$38,762	\$44,233	\$5,728	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad sobrante despues de recuperación inversión	\$0	\$0	\$0	\$0	\$39,595	\$32,652	\$50,715	\$74,666	\$66,297
Utilidad para fondos empresa	\$0	\$0	\$0	\$0	\$19,798	\$16,326	\$25,358	\$37,333	\$33,148
Fondos de la empresa acumulados	\$0	\$0	\$0	\$0	\$19,798	\$36,123	\$61,481	\$98,814	\$131,963
Utilidad para dueños	\$0	\$0	\$0	\$0	\$19,798	\$16,326	\$25,358	\$37,333	\$33,148
<b>Ingreso mensual de cada dueño (2 dueños)</b>	\$0	\$0	\$0	\$0	\$3,300	\$2,721	\$4,226	\$6,222	\$5,525

Tabla 6.11.2

A través de los estados financieros se pudo calcular la tasa interna de retorno de la inversión así como el tiempo para el retorno de la inversión inicial (tabla 6.11.3).

TIR anual (analizando 1 año de flujos únicamente)	53.4%
Tiempo para recuperación de la inversión	9 meses

Tabla 6.11.3

A través de este análisis financiero, se llega a la conclusión de que el proyecto es atractivo, ya que el monto de la inversión es bajo, se empiezan a generar utilidades desde los primeros meses de operación, se recupera rápidamente la inversión inicial y tiene una TIR (Tasa Interna de Retorno o Tasa Interna de Rentabilidad) muy atractiva.

## **VII. Conclusiones y Recomendaciones**

*Este capítulo final representa el desenlace del proyecto, en donde se revisará el cumplimiento de los objetivos mencionados al inicio del trabajo y se comentarán una serie de observaciones y recomendaciones relevantes.*

A través de este trabajo se lograron sentar las bases para la implementación de un negocio de producción y diseño de hidroponía, lo cual representa el objetivo central del proyecto que se desarrolló, sin embargo para llevar a cabo la implementación del proyecto es necesario realizar un plan de negocios a detalle considerando las condiciones en las que se implementaría.

A continuación se detallan los resultados y comentarios de los objetivos particulares que se plantearon al inicio del trabajo.

- *Seleccionar la especie a cosechar que generará a la empresa una mayor utilidad.* En el desarrollo del proyecto no se especifica cuáles hortalizas, además de la lechuga y espinaca, se producirán y comercializarán para el arranque de operaciones de la empresa, esto debido a que sería necesario aplicar estudios técnicos y de mercado,

similares a los que se realizaron para estas dos especies, para poder definir este aspecto con certeza.

- *Diseñar el sistema de producción hidropónica de tal forma que se maximice la cantidad de unidades producidas por metro cuadrado.* Este punto se cubrió de forma satisfactoria dentro del desarrollo del proyecto, debido a que el sistema que se diseñó para la producción hidropónica de lechugas tiene como característica esencial el aprovechamiento del espacio físico disponible.
- *Identificar y definir la secuencia de pasos de cada una de las actividades dentro del proceso de producción de tal forma que se minimicen tiempos y movimientos.* Este aspecto no se desarrolló a lo largo del trabajo de investigación, debido a que para poder elaborar un estudio preciso de tiempos y movimientos de un proceso, es necesario tener definido de antemano las características exactas de éste y de la estación de trabajo en la cual se lleva a cabo. Estas condiciones no se cumplirán hasta el arranque de operaciones de la empresa.
- *Deducir la fórmula óptima de nutrientes, agua y luz para maximizar la calidad del producto cosechado y reducir el tiempo de crecimiento de la planta.* El fin que tuvo el experimento que se realizó en el desarrollo del proyecto era acercarse al cumplimiento de este objetivo, sin embargo los resultados indicaron que para lograr mejorar las fórmulas de las soluciones nutritivas existentes, se requiere llevar a cabo un experimento con equipo más sofisticado para poder tener un control preciso del suministro y consumo de nutrientes. A pesar de esto, el experimento fue de gran utilidad, ya que sirvió para perfeccionar los procesos relacionados con el cultivo de hortalizas hidropónicas, recaudar tiempos dentro del proceso de producción y del ciclo de cultivo de la lechuga y la espinaca, y confirmar la efectividad de las soluciones nutritivas comerciales para el cultivo de hortalizas hidropónicas.

- *Determinar qué mercados se abarcarán, y cuáles serán las estrategias comerciales y las características del producto, para que se reciba la mejor aceptación posible de parte de los mercados seleccionados.* Dentro del desarrollo del proyecto, se cumple satisfactoriamente con este punto, ya que el apartado “Diseño y desarrollo comercial” define con precisión las características de cada uno de los productos que se ofrecerán, hacia quién van dirigidos, y las estrategias comerciales que se seguirán para su comercialización.
- *Estudiar el mercado de los diferentes insumos y servicios de los que dependerá el negocio.* Esta actividad no se cubre dentro del desarrollo del proyecto debido a que los insumos y servicios necesarios para el negocio no se conocerán con precisión hasta el arranque de operaciones de la empresa.
- *Evaluar cuál es la mejor alternativa de financiamiento para obtener el capital inicial de la empresa que deberá cubrir los gastos de la inversión inicial y de los primeros meses de operación.* Tal y como se menciona en el desarrollo del proyecto, la opción de financiamiento más atractiva resulta ser a través de las aportaciones de capital de los socios, esto debido a que de esta manera se minimiza la generación de pasivos para la empresa.
- *Describir el perfil de los socios que crearán la empresa que pondrá en marcha el negocio.* Este punto no se toca dentro del desarrollo del proyecto, sin embargo ahora que se entiende con claridad las diferentes necesidades que existen para el funcionamiento del negocio, se concluye que de formularse una sociedad de dos personas, idealmente una deberá de tener los conocimientos técnicos y aptitudes para poder dirigir la operación de la empresa, mientras que la otra deberá de tener un perfil enfocado a la administración y generación de estrategias de marketing.

- *Detallar los procedimientos y trámites que se deberán realizar para que la sociedad quede registrada, la empresa pueda iniciar operaciones y la marca e imagen comercial puedan ser usadas.* Este objetivo se cumple de forma satisfactoria, ya que es un tema que se describe a detalle dentro del desarrollo del proyecto.

El resto de los objetivos particulares que se plantearon en un inicio, son objetivos a corto, mediano o largo plazo a partir del arranque de operaciones de la empresa, por lo que la evaluación de su cumplimiento está fuera del alcance de este trabajo.

### **Fuentes de información y referencias**

- Antonio Francés. 2006. Estrategias y planes para la empresa con el cuadro de mando integral.
- Apuntes de creación de empresas de la FCA UNAM
- Asociación hidropónica mexicana.  
<http://hidroponia.org.mx/cultivo-hidroponico/historia/>
- La historia de la hidroponia largo de los tiempos. Alejandra Terán. Publicado el 3 de Agosto del 2011.  
<http://cultivosenhidroponia.com/articulos/la-historia-de-la-hidroponia-largo-de-los-tiempos/>
- Blog Hidroponia.  
<http://hidroproyecfrii.blogspot.mx/>
- Graves, C.J. 1983. The nutrient film technique.
- Blog Hidroponia.  
[http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=300](http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=300)  
[http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=221](http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=221)
- Luz y Desarrollo. El Fotoperiodismo, la Fotomorfogénesis y el Control de la Floración.  
[http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema\\_15.htm](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_15.htm)

- Sitio web Hidroponia Casera.  
<http://www.hidroponiacasera.net/luz-artificial-para-plantas/>
- Steiner, A.A. 1968. Soilles culture. pp. 324-341. In: Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. Florence, Italy.
- Adams, P. 1994b. Some effects of the environment on the nutrition of greenhouse tomatoes.
- Ehret, D.L. y L.C. Ho. 1986b. Effects of osmotic potential in nutrient solution on diurnal growth of tomato fruit.
- Cornillon, P. 1988. Influence of root temperature on tomato growth and nitrogen nutrition.
- Graves, C.J. 1983. The nutrient film technique.
- Tüzel, I. H., U. Tunali, Y. Tüzel, and G. B. Öztekin. 2009. Effects of salinity on tomato in a closed system.
- Savvas, D., N. Sigrimis, E. Chatzieustratiou, and C. Paschalidis. 2009. Impact of a progressive Na and Cl accumulation in the root zone on pepper grown in a closed-cycle hydroponic system.
- Dasgan, H. Y., and B. Ekici. 2005. Comparison of open and recycling systems for ion accumulation of substrate, nutrient uptake and water and water use of tomato plants.
- Análisis de Agua – Determinación de la conductividad electrolítica. CONAGUA.  
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-093-SCFI-2000.pdf>
- INCAP. 2006. Hidroponia: Sistema de cultivo NFT.
- Universidad del Pacífico. 2001. Seminario de Agro Negocios – Lechugas hidropónicas.
- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas.
- Universidad Autónoma de Chapingo. 2014. Producción Hidropónica de Jitomate con y sin recirculación de la Solución Nutritiva.

- Universidad Autónoma de Zacatecas. 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción hidropónica de jitomate.
- IREGEP. 1998. Efecto de la condición nutrimental de las plantas y de la composición, concentración y pH del fertilizante foliar, sobre el rendimiento y calidad en tomate.
- Revista Fitotecnia Mexicana. 2005. Selección de un sustrato para el crecimiento de fresa en hidroponia.
- UNAM. Yew Alva Castañeda. 2011. Diseño conceptual de un invernadero automatizado para cultivos en hidroponia.
- UNAM. Gutiérrez Reyes Oziel y Sánchez Flores Moisés. Automatización de un sistema de invernadero hidropónico.
- Universidad Autónoma de Chapingo. Gutiérrez Tlahque Jorge. 2011. Producción Hidropónica de Lechuga con y sin recirculación de la Solución Nutritiva.
- UNAM. Mata Amaro Berenice. 2015. Proyecto de inversión para la producción de jitomate saladette de invernadero por sistema de hidroponia.
- UNAM. Palomares Torres María del Pilar. 2007. Hortaliza Urbana un acercamiento a la hidroponia en espacios reducidos.
- SAGARPA. Hidroponia Rústica.
- Gilsanz Juan. 2007. Hidroponia.
- Burés, Sylvia. 1997. Sustratos.
- Maestro Víctor Manuel Rivera Romay. Clase de Desarrollo Empresarial Febrero 2015. Guía para elaborar un plan de Negocios.
- SAGAR, INIFAP, CIRCE. Jorge Miguel Paulino Vázquez Alvarado. Zacatepec 1998. Los mercados de las hortalizas como base para elegir las especies a producir en el estado de Morelos.
- MLS UIRP. Brunilda Figueroa. Junio 2007. Criterios para evaluar la información.
- Bases de datos SNIIM (Sistema Nacional Información e Integración de Mercados).  
[http://www.campomexicano.gob.mx/mercados\\_nl/M\\_Principal.phtml?estilo=8&central=160&estilo=14](http://www.campomexicano.gob.mx/mercados_nl/M_Principal.phtml?estilo=8&central=160&estilo=14)

- Blog Clemente Viven. Espinaca.  
[http://blog.clementeviven.com/?page\\_id=137](http://blog.clementeviven.com/?page_id=137)
- Solución nutritiva. HYDROENV.  
[http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=33](http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=33)
- El cultivo de la espinaca. Infoagro.  
<http://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm>
- El cultivo de la lechuga. Infoagro.  
<http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- Anacleto Sosa. 2015. Demanda de macro y micronutrientes por espinaca (*Spinacia oleracea* L.) cultivada en El Llano en Llamas de Jalisco, México.
- Felipe Calderón Sáenz. 2001. La solución nutritiva.  
[http://www.drcalderonlabs.com/Hidroponicos/La\\_Solucion\\_Nutritiva.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Hidroponicos/La_Solucion_Nutritiva.htm)
- Fertilizantes y Soluciones Concentradas.  
<http://www.fertilizando.com/articulos/fertilizantes%20y%20soluciones%20concentradas.asp>
- The International Association of Hydrogeologists. Anacleto Sosa. Septiembre 2015. Demanda de macro y micronutrientes por espinaca.
- Fundación Universidad de Bogotá. Jaime Jiménez. 2010. El cultivo de la espinaca.  
<http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/espinaca/files/assets/basic-html/page34.html>
- SCHIPPERS, A. P. 1980. Composition changes in the nutrient during the growth of plants in recirculating nutrient culture. *Acta Horticulturae* 98: 103-117.
- ANANDA, D.; AHUNDENTYA, W. 2000. Effect of different hydroponic systems and media on growth of lettuce (*Lactuca Sativa*) under protected culture. *Journal Science Food Agricultural* 59:140-150.
- PREMUZIC, Z.; PALMUCCI, H. E.; NAKAMA, M. 2007. Chlorination: Phytotoxicity and effects on the production and quality of *Lactuca sativa* var. Mantecosa grown in a closed, soil-less system. *Phyton* 76: 103-107.



- VALVERDE K.; CHANG M.; RODRIGUEZ D., A. 2009. Effect of the Light Quality on the Nitrate Reductase Activity in Lettuce Plants Grown in NFT. *Acta Horticulturae* 98: 89-96.
- Cosechando Natural. Solución Hidropónica JIPIPE.  
[https://www.cosechandonatural.com.mx/solucion\\_hidroponica\\_jipipe\\_fm17\\_sfm33\\_p\\_rd233.html](https://www.cosechandonatural.com.mx/solucion_hidroponica_jipipe_fm17_sfm33_p_rd233.html)
- Santillanes Posada César Damián. Universidad Autónoma Metropolitana, campus Azcapotzalco. Proyecto Hidroponía en casa.  
<http://www.aniq.org.mx/premioPVC/proyectospvc/progen.asp?proi=hidroponia>
- Imagen de azotea verde. Sitio web Hidroponia MX, blog de Hydroenvironment.  
<http://hidroponia.mx/hidroponia-una-excelente-alternativa-para-la-agricultura-sustentable/>
- Imágenes de muro verde y jardín vertical. Sitio web Plata Oxígeno.  
<http://plantaoxigeno.com/empresas/>
- Imagen de huerto hidropónico para el hogar. Sitio web Ecologismos.  
<http://ecologismos.com/pequeno-jardin-hidroponico-hogar/>
- ITESM MONTERREY. Juan Gerardo Garza. Licencias y permisos para iniciar una empresa en México.  
<http://www.mty.itesm.mx/daf/deptos/or/or00-811/Nlicencias.pdf>
- SME Toolkit México. El proceso de constitución de la persona moral.  
<http://mexico.smetoolkit.org/mexico/es/content/es/54227/El-proceso-de-constituci%C3%B3n-de-la-persona-moral>
- Esmas Emprendedor. Javier García Sancho. Principales pasos para la formación de empresas en México. 2009.  
<http://www2.esmas.com/emprendedor/herramientas-y-apoyos/realiza-tu-plan-de-negocios/099239/principales-pasos-formacion-empresas-mexico/>
- Doing Business. Facilidad para Apertura de una empresa en la Ciudad de México.  
<http://espanol.doingbusiness.org/data/exploreconomies/mexico/sub/ciudad-de-m%C3%A9xico/topic/starting-a-business>

- Soy Conta. Análisis del impuesto sobre nóminas del DF. 2014.  
<http://www.soyconta.mx/analisis-del-impuesto-sobre-nominas-del-df/>
- Los impuestos. Impuesto sobre nóminas. 2016.  
<http://losimpuestos.com.mx/impuesto-sobre-nominas/>
- Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. Sociedad Anónima.  
<http://bibliohistorico.juridicas.unam.mx/libros/7/3259/11.pdf>
- IMPI. Tarifas, Marcas, Avisos y Nombres Comerciales.  
<http://impi.gob.mx/servicios/Paginas/tarifamarcasavisosnombres.aspx>
- INEGI. Censo de Población y Vivienda. 2010.  
[http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta\\_resultados/ageb\\_urb2010.aspx?c=28111](http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/ageb_urb2010.aspx?c=28111)