



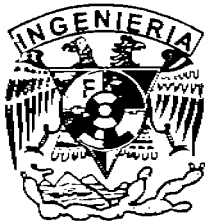
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS
HIDROPÓNICOS COMO UN PROYECTO DE DESARROLLO
INTEGRAL PARA LA COMUNIDAD DE AMACUZAC,
MORELOS.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
P R E S E N T A N:
**BENÍTEZ GILES GERMÁN
ORTIZ MENDIETA EDÉN**



**ASESOR:
M. EN I. ROBERTO ESPRIÚ SEN**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F.

2006.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



A la memoria de mis padres,
de quienes tengo el mejor recuerdo de mi infancia
y me dieron el milagro de la vida.

Y por haber sembrado la inquietud de buscar la superación sin despegar los pies de la
tierra, ni la fraternidad.

A mis hermanos Francisco Javier, Susana,
José Raymundo y Rubén.
Su amor fraternal es mi más grande orgullo
Y tener la certeza de que estarán siempre a mi lado.

Germán Benítez Giles

A mis Papás; Pablo y Mica.

Por su amor, apoyo y confianza en cada una de mis decisiones hasta ahora
tomadas. Así como por esos consejos y enseñanzas que me han logrado transmitir a lo
largo de mi vida...

¡ Gracias por brindarme su cariño y valores !

A Emma mi hermana.

Por sus consejos, cariño y optimismo en momentos siempre necesarios....
¡ Gracias por ser mi hermana Mayor, ya que tiene un gran significado para mi ...!

A mis tíos; Eva y Blanquita.

Por ese apoyo tan grande y necesario a lo largo de todos estos años que me
concedieron el honor de compartir y brindarme su hogar....

A mis Abuelos, tíos, primos y amigos.

Por compartir su tiempo, experiencias y enseñanzas, puesto que son parte
importante de lo me hacen ser la persona que soy ahora....

Edén Ortiz Mendieta



Porque nosotros somos la encarnación local del cosmos que ha crecido hasta tener conciencia de sí. Hemos empezado a contemplar nuestros orígenes: sustancia estelar que medita sobre las estrellas; conjuntos organizados de decenas de miles de billones de billones de átomos que consideran la evolución de los átomos y rastrean el largo camino a través del cual llegó a surgir la conciencia, por lo menos aquí. Nosotros hablamos en nombre de la tierra. Debemos nuestra obligación de sobrevivir no sólo a nosotros sino también a este cosmos, antiguo y vasto del cual procedemos.

CARL SAGAN

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Ortiz Hernández

Eden

FECHA: 4/05/02

FIRMA: [Signature]

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Rivera Giles

Germán

FECHA: 9/05/02

FIRMA: [Signature]



**Diseño de un sistema de producción de de cultivos
hidropónicos como un proyecto de desarrollo integral para la
comunidad Amacuzac, Morelos.**

Índice

	PÁGINA
I. Marco General de Referencia.....	7
I.1. Marco Histórico y Geográfico local.....	7
I.2. Situación del sector primario del municipio de Amacuzac, Morelos.....	9
I.3. Justificación.....	10
I.4. Marco Teórico.....	19
I.4.1. Planteamiento de hipótesis, variables e indicadores.	
II. Principios generales de hidroponía.....	21
II.1. Las plantas y la forma en que obtienen sus nutrientes.....	21
II.2. Los nutrientes en solución.....	24
II.3. Los medios propicios para el desarrollo de una planta.....	24
II.4. Temperaturas de cultivo.....	25
III. Evaluación del proyecto.....	26
III.1. Estudio de mercado.....	26
III.2. Estudio técnico.....	40
III.3. La Solución Nutriente.....	60
III.4. Estudio financiero.....	69
IV. Conclusiones.....	81
V. Bibliografía.....	84
VI. Anexos.....	86



Introducción.

La hidroponía -técnica de producción de cultivos sin suelo- ha venido cobrando importancia como una alternativa de producción en la agricultura moderna a escala mundial y también en México. Los países desarrollados ven en ella una alternativa económica para lograr cubrir la demanda de comestibles y también como una actividad económica capaz de generar alto valor agregado a hortalizas y plantas ornamentales.

El objetivo del presente trabajo de investigación es hacer una propuesta de un proyecto productivo de cultivos hidropónicos para una comunidad del Estado de Morelos; su justificación, desarrollo y conclusiones están sustentadas empleando un análisis integral.



Resumen

Los cultivos hidropónicos se han desarrollado a través de los estudios de los constituyentes de las plantas, los cuales han permitido descubrir los elementos esenciales de éstos. La nutrición vegetal es, por tanto, la base de la hidroponía. La nutrición de las plantas por medio de la utilización de soluciones de nutrientes será la llave del éxito en los cultivos hidropónicos.

Para llevar a cabo un proyecto de cultivos hidropónicos cuyo alcance sea determinado por una evaluación técnica y de ingeniería, es necesario hacer tres estudios o fases y llegar a una conclusión en cuanto a la rentabilidad de emprender una empresa productora y comercializadora de estos cultivos. Estas fases son el Estudio de Mercado, Estudio Técnico y el Estudio Financiero.

El Estudio de Mercado es una fase imprescindible para conocer las características de sustentabilidad del proyecto, pues mediante este estudio obtenemos información relacionada con los posibles clientes potenciales y elaborar un análisis comercial del producto que nos permita dimensionar y responder a las preguntas esenciales ¿cuánto producir? ¿para quién producir? ¿a qué precio? Y otras cuestiones trascendentales como el sistema de comercialización.

El Estudio Técnico es la exposición y cálculo de los recursos, infraestructura, personal y lo necesario para llevar a cabo el proyecto productivo.

El Estudio Financiero nos permite evaluar, empleando diferentes criterios, la factibilidad del proyecto mediante análisis de indicadores como Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno y el Punto de Equilibrio.



I. Marco General de Referencia.

- ✓ **Objetivo:** Proporcionar un acercamiento general sobre los factores del desarrollo del municipio de Amacuzac, Morelos, su contexto social, cultural, histórico y sus condiciones actuales en cuanto a sus actividades productivas.
- ✓ **Alcance:** Se tendrá la perspectiva actual del municipio, en términos de la información estadística disponible.

I.1. Marco Histórico y Geográfico local.

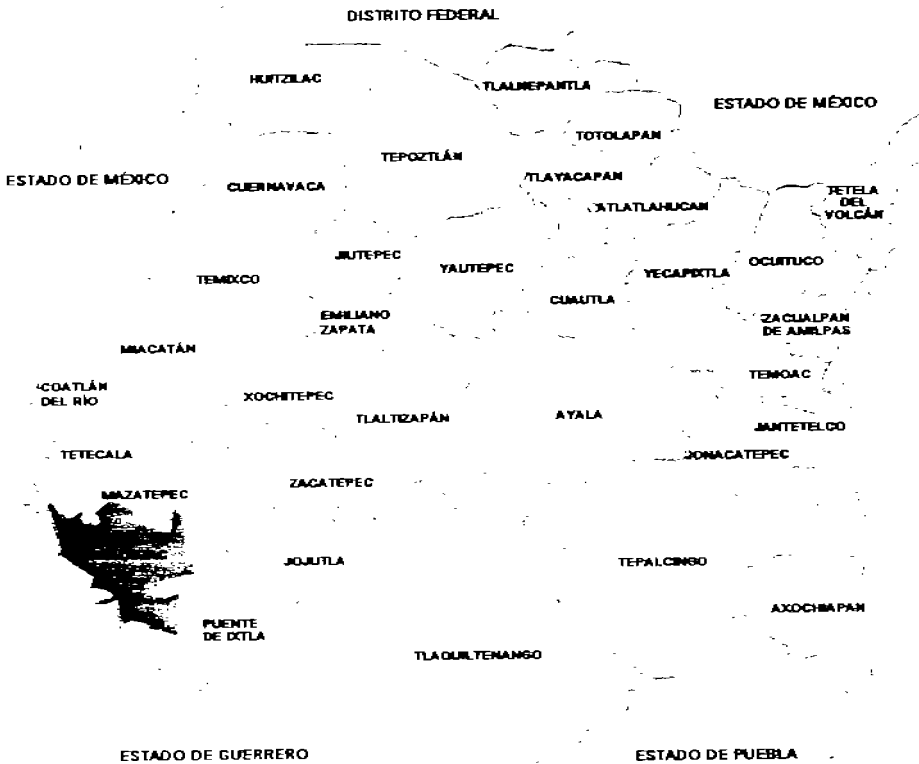
El municipio de Amacuzac, Morelos fue fundado en 1853. A continuación se presenta un cuadro que resume cronológicamente algunos hechos históricos referentes al municipio.

Año:	Acontecimiento:
1853	Fundación del pueblo de Amacuzac por el señor Aniceto Aranda.
1864	Crece el núcleo de población con familias de Teacalco y Contlalco.
1890	Se construye la chalana que servía para pasar mercancías provenientes de Acapulco.
1891	Conferencias entre los representantes de los estados de Morelos y Guerrero que reconocen la línea divisoria entre ambos estados.
1920	Dificultades por cuestión de límites territoriales con autoridades de Huitzuc, se resuelven en 1923.

Localización.

Amacuzac se ubica geográficamente entre los paralelos 18° 32' de la latitud Norte y 90° 07' de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura de 982 metros sobre el nivel del mar. Tiene una superficie de 125.037 kilómetros cuadrados, cifra que representa el 2.52% del total del Estado. Limita al norte con Coatlán del Río, Tetecala y Mazatepec; al sur y suroeste con el Estado de Guerrero; y al oriente con Puente de Ixtla.

Políticamente está dividido en 9 localidades siendo las más importantes: Amacuzac, Cajones, Casahuatlán, Coahuixtla, Huajintlán, Miahuatlán, San Gabriel las Palmas, Teacalco, Rancho Nuevo y Zoquital.



Recursos hidrológicos.

Los recursos hidrológicos del municipio de Amacuzac, se componen básicamente por el río Salado; que pasa por Casahuatlán y Coahuixtla. El municipio es cruzado en su parte media por el río Amacuzac y es alimentado por las corrientes de la barranca de Xoapa, sobre todo en la época de lluvias, la cual nace en el municipio de Tetecala de la Reforma.

El río Amacuzac, nace en el poblado de Cacahuamilpa Guerrero, de la unión del río Chontacoatlán y el río San Jerónimo, a partir de esta unión de dichos ríos, toma el nombre del río Amacuzac con una distancia de aproximadamente 80 kilómetros de



longitud, al salir del municipio se interna a Puente de Ixtla por los ríos Chalma y Temembe y se une a otros ríos para alimentar al río Mezcala y formar el río Balsas.

En el municipio de Amacuzac se cuenta con una presa de suma importancia, ubicada en la localidad de Rancho Nuevo, con una capacidad de almacenamiento de 2 millones de metros cúbicos de agua aproximadamente.

El clima predominante en este municipio, facilita una gran actividad agrícola, que constituye un soporte básico de su desarrollo en cultivos como caña de azúcar, maíz, sorgo y hortalizas, que demandan fuertes consumos de agua, la disponibilidad de agua es a través de la derivación de los Ríos Chalma y Amacuzac, los cuales se han visto limitados por la contaminación de sus corrientes.

I.2. Situación del sector primario del municipio de Amacuzac, Morelos.

En las actividades productivas actuales, destacan las agrícolas, en donde se ocupa el 39% de la población trabajadora; cuentan con una superficie de labor de 4,552 hectáreas, de las cuales aproximadamente el 8% es de riego y el 92% de temporal. El municipio se ha distinguido por la producción de sorgo, que por su calidad es apreciada en los estados circunvecinos, actualmente ocupa el séptimo lugar en producción estatal, al aportar el 6%. Otro de los cultivos que destacan, es la caña de azúcar a nivel estatal, ocupa el décimo-cuarto lugar, el 100% de la superficie sembrada es de riego. Las actividades frutícolas son significativas, se localizan contados huertos y parcelas familiares en donde el 2% son propiedad privada.

En la actualidad Amacuzac cuenta, en comunidades como San Gabriel y Miahuatlán con sistemas agrícolas productivos debido al acceso que tienen de agua para un sistema de riego. Los recursos naturales relativos a tierra y vasos de agua con los que cuenta el municipio son: la sierra del poblado del Zoquital y de la presa de rancho nuevo para uso agrícola y pecuario de las 12,504 [ha] con que cuenta Amacuzac, éstas se distribuyen de la siguiente manera:

- ✓ Cabecera municipal 4,841 [ha] de las cuales 4,501 son de temporal y 340 de riego.
- ✓ Huajintlán tiene 1,800 [ha] de las cuales 95 de riego dando un total de 1705



[ha] dedicadas a la actividad agrícola.

- ✓ San Gabriel las Palmas tiene 255 [ha] de temporal y 291 [ha] de riego que suman en conjunto 546 [ha]
- ✓ Y en Teacalco se cultivan solamente 96 [ha] de temporada.

I.3. Justificación.

I.3.1 Planteamiento del problema.

Los Proyectos de Desarrollo Regional Integrales (PDRI) son el motor por medio del cual, un gobierno local impulsa las actividades económicas de una comunidad. Las entidades gubernamentales llevan a cabo esta tarea de planeación mediante equipos multidisciplinarios dirigidos a un objetivo común: mejorar la calidad de vida de los habitantes. Sin embargo, la elaboración de estos planes (PDRI) se lleva a cabo mediante consultorías, lo cual, representa un costo financiero de la gestión municipal que muchas veces, dado el limitado presupuesto, no es posible contratar. Esta vulnerabilidad económica trae consigo rezagos en la generación de empleos y la calidad de vida de los habitantes tiene el riesgo constante de deteriorarse aún más en términos generales.

Esta problemática es muy común en una gran cantidad de municipios en el territorio de México, sin embargo, una de las alternativas en el panorama de las diferentes líneas de acción de una presidencia local es el apoyo de las instituciones públicas de educación superior mediante la investigación. Un caso con un gran impacto a nivel nacional es que la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), cumpliendo con una de sus funciones sustantivas, Los programas de Extensión, desde hace décadas impulsa el seguimiento y análisis de los problemas nacionales como parte de la formación integral de sus estudiantes, a través de sus diferentes escuelas y facultades.

Una de las carreras cuya formación en ciencias exactas y administrativas le permite llevar a cabo la elaboración de PDRI es la Licenciatura en Ingeniería Industrial, razón por la cual, se llevó a cabo un acercamiento con el gobierno del municipio de Amacuzac, Morelos y la Facultad de Ingeniería, como una oportunidad de brindar un menú de proyectos de este tipo en la asignatura de Planeación, (semestre 2004-II) gracias al contacto del Ingeniero Roberto Espriú, profesor de esta asignatura, con la diputación



local. De aquí surge la identificación de aportar una alternativa de desarrollo en el sector primario de la producción, cuyo rezago se refleja en las cifras económicas del INEGI.

Los sectores de la producción de una localidad son los medios para mantener y desarrollar la actividad económica, la cual, reflejada en las cifras estadísticas de la población ocupada por sector de actividad, en el sector primario (agricultura, ganadería, minería, silvicultura y pesca) se concentra el 38.4 % de la población; al sector secundario (siderurgia, construcción, sector agroalimentario, y producción de bienes de consumo en general) le corresponde un 24 % y al terciario (comercio, turismo, servicios en general) un 38.1 % respectivamente. Estos datos, aunados a que el 67.4 % de la superficie municipal son terreno apto para la agricultura, permiten plantear una hipótesis central en la presente investigación: en el municipio de Amacuzac, Morelos se desarrollan principalmente actividades del sector primario, y en específico en la agricultura (38.4 % de la PEA) hay un potencial de mano de obra para impulsar mediante esta labor el desarrollo municipal gestionando proyectos agrícolas. A su vez, la agricultura es una actividad que puede llevarse a cabo por una gran variedad de formas. En la localidad donde se plantea la investigación, se tienen las siguientes cifras de uso potencial de la tierra:

USO AGRÍCOLA:	% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
Mecanizada continua	27.27
De tracción animal continua	25.18
De tracción animal estacional	0.48
No aptas para la agricultura	35.28

Siendo la primera la técnica más productiva, por otra parte, se presenta como una alternativa para el desarrollo agrícola, una de las técnicas que han aportado mayor valor agregado a la agricultura: los cultivos hidropónicos; pues han llegado a ser muy eficientes en invernaderos implementados en todo tipo de áreas climáticas, existiendo grandes instalaciones hidropónicas en países a diferentes latitudes, en cultivos que van desde las flores ornamentales hasta las hortalizas.

El planteamiento de la practicidad y aplicabilidad del diseño de un sistema de producción de plantas de ornato y hortalizas comestibles utilizando el método de



hidroponía como un proyecto de desarrollo integral para este municipio es el objeto de la presente investigación, en dónde a través de la instrumentación del método científico de análisis, se plantea el proyecto de tesis de licenciatura.

El Gobierno Municipal de Amacuzac elabora un Plan de Desarrollo para el período de su gestión, en el que contempla líneas de acción en todos los sectores de la producción ya que la comunidad está en un déficit considerable de empleos. Estas propuestas se fundamentan en las condiciones climáticas, económicas, sociales y culturales del municipio.¹

La propuesta de los cultivos hidropónicos, para coadyuvar al proceso de autosuficiencia alimentaria y al desarrollo integral del sector agrícola, se refiere al cultivo de plantas en soluciones de nutrientes sin emplear la tierra como sustrato. El cultivo sin tierra de plantas cultivadas comenzó desde siglos antes de Cristo en diferentes civilizaciones, en México, la cultura azteca fue una gran precursora del método hidropónico, pues Tenochtitlán era una ciudad embellecida por sus virtuosos jardines; sin embargo, de manera sistematizada en la década de 1930 como resultado de las técnicas de cultivo empleadas por los fisiólogos vegetales en experimentos de nutrición vegetal. Los métodos más recientes de cultivo sin tierra difieren en algunos detalles, pero tienen dos rasgos comunes: los nutrientes se aportan en soluciones líquidas y las plantas se sostienen sobre materiales porosos, como turba, arena, grava o fibra de vidrio, las cuales actúan como mecha y transportan la solución de nutrientes desde su lugar de almacenamiento hasta las raíces².

¹ Plan Municipal de Desarrollo. Elaboración de Proyectos Productivos. INEGI 1997-2000. Memoria del Municipio de Amacuzac.

² Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.



Según Howard M. Resh³ se tienen estimaciones de superficies cultivadas en diferentes países con un alto índice de productividad:

PAIS	SUPERFICIE [hectáreas]
Holanda	4,050
Inglaterra	1,700
Canadá	400
Estados Unidos	240

Y otros países como México, URSS, Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, las islas Bahamas, África central y del este, Kuwait, Brasil, Polonia, Seychelles, Singapur, Malasia e Irán. Es una técnica que puede ser usada en países con menor índice de desarrollo para proveer más producción intensiva de alimentos en áreas limitadas. Su única restricción son las fuentes de agua potable, iluminación y nutrientes, de esta forma existe para ellos una aplicación potencial en el suministro de alimentos en zonas donde la población tiene carencias alimenticias básicas.

El Gobierno Municipal de Amacuzac elabora un Plan de Desarrollo para el período de su gestión, en el que contempla líneas de acción en todos los sectores de la producción, ya que la comunidad está en un déficit considerable de empleos (la emigración anual aproximada de población entre 15 y 30 años, es de 3600 habitantes). Estas propuestas se fundamentan en las condiciones climáticas, económicas, sociales y culturales del municipio.⁴

I.3.2 La hidroponía como una alternativa más productiva frente a los métodos tradicionales.

³ Resh, Howard M. *Cultivos hidropónicos*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 2002.

⁴ Plan Municipal de Desarrollo. Elaboración de Proyectos Productivos. INEGI 1997-2000. Memoria del Municipio de Amacuzac.



La hidroponía es un medio excelente para crecer verdura fresca no solamente en localidades que tengan poca tierra cultivable, sino también en aquellos que, teniendo pequeña superficie, tengan, no obstante, una gran población; esto podría también ser particularmente útil en algunos municipios, pues muchas veces los medios de supervivencia de la población fuerzan a la agricultura local a su desaparición, o bien a una diversificación en diferentes actividades como el comercio informal o la migración en la búsqueda de mejores oportunidades de empleo. Sin embargo, para el caso de la agricultura, los cultivos hidropónicos podrían ser usados para que las zonas cultivables suministren suficiente verdura fresca tanto a la población local y se convierta en una empresa rentable con capacidad de comercialización tanto interna como externa.

Una de los requerimientos más esenciales en la técnica de cultivos hidropónicos es la iluminación, y en el municipio de Amacuzac se tiene un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad. La temperatura promedio es 23.7 [° C], la temperatura del año más fría es 22.7 [° C] y la temperatura del año más caluroso es 25.2 [° C]; por ende, se cuenta con una iluminación fortuita en esta localidad.

En cuanto al suministro de agua, el municipio cuenta con el paso de los siguientes ríos: *Amacuzac, Salado, Xoapa, Los Capones, Cahuacán, Tlahuichia, Granadas, El Catire, Cahuatlán y Dulce*, evidenciando una abundancia en agua, que puede darse mayor utilidad si se emplea en la generación de cultivos, entre otros usos.

La limitante es el capital requerido para la implementación de un sistema a una escala considerable, si se tiene proyectado realizar un proyecto comunitario, pues la compra de insumos requiere una inversión cuya fuente de financiamiento deberá evaluarse de acuerdo a las posibilidades con que cuente la presidencia municipal, pero el proyecto se evaluará desde el punto de vista financiero, técnico, de comercialización y socio-político, ofreciendo, en un determinado horizonte de planeación, aproximaciones tanto de los requerimientos de operación como de las utilidades esperadas.

Aunado a esta evaluación del proyecto, es necesario mencionar algunas ventajas del cultivo hidropónico, frente al tradicional en suelo cultivable:



PRÁCTICAS DE CULTIVO	SUELO	HIDROPONÍA
1. Esterilización del medio de cultivo	Vapor, fumigantes químicos; trabajo intensivo; proceso muy largo, al menos de dos o tres semanas.	Vapor, fumigantes químicos con algunos de los sistemas: con otros simplemente se usa HCl o Hipoclorito cálcico; el tiempo preciso para la esterilización es muy corto.
2. Nutrición vegetal	Muy variable, suelen aparecer deficiencias localizadas; a veces, los nutrientes no son utilizados por las plantas debido al pH o a la mala estructura del terreno, condición inestable, dificultad para el muestreo y ajuste.	Control completo, relativamente estable, homogénea para todas las plantas, fácilmente disponible en las cantidades que se precisen, buen control del pH, fácil administración de nutrientes, toma de muestras y ajuste.
3. Número de plantas	Limitado por la nutrición que puede proporcionar el suelo y por las disponibilidades de luz.	Limitado solamente por la iluminación: así pues, es posible una mayor densidad de plantación; lo cual dará como resultado una mayor cosecha por unidad de superficie.
4. Control de malas hierbas, campear.	Siempre existen, hay que efectuar laboreo.	No existen, no hay laboreo.

Tabla 1. Ventajas de los cultivos hidropónicos frente a la agricultura en suelo.



PRÁCTICAS DE CULTIVO	SUELO	HIDROPONÍA
5. Enfermedad y parásitos del suelo.	Gran número de enfermedad del suelo, nemátodos, insectos y otros animales que pueden dañar las cosechas, es frecuente la necesidad de rotar las cosechas para evitar estos daños.	No hay enfermedades, insectos, ni animales en el medio de cultivo, tampoco enfermedades en las raíces, ni es precisa la rotación de cosechas.
6. Agua	Las plantas están sujetas a menudo a trastornos debidos a una pobre relación agua-suelo, a la estructura de éste y a una capacidad de retención muy baja. Las aguas salinas no pueden ser utilizadas. El uso del agua es poco eficiente, tanto por la filtración como por una alta evaporación en la superficie del suelo.	No existe preocupación por el suministro. La automatización con el uso de un detector de humedad y un control electrónico del riego proporcionan agua con un contenido de sales relativamente alto; hay un alto grado de eficiencia en el uso del agua; con un uso apropiado pueden reducirse las pérdidas por evaporación y evitarse las de filtración.
7. Calidad de los frutos	El fruto a menudo es blando, debido a deficiencias en calcio y potasio, dando lugar a una escasa conservación.	El fruto es firme, con buena conservación, lo que permite a los agricultores el cosechar la fruta madura y enviarla, a pesar de ello, a zonas distantes. Así, en los lugares donde se comercialice habrá menos pérdidas debido a su retardada caducidad.

Tabla 1. Ventajas de los cultivos hidropónicos frente a la agricultura en suelo.



PRÁCTICAS DE CULTIVO	SUELO	HIDROPONÍA
8. Fertilizantes	Se aplican con irrigación sobre el suelo, utilizando grandes cantidades, sin ser uniforme su distribución y teniendo grandes pérdidas por lavado, que a veces alcanzan el 50-80 [%].	Se utilizan pequeñas cantidades que, al estar distribuidas uniformemente, permiten una utilización uniforme por las raíces, con muy pocas pérdidas por lavado.
9. Estado sanitario	Los restos orgánicos que se utilizan frecuentemente como fertilizantes suelen ser causa de enfermedades en los consumidores.	Al no añadir agentes biológicos a las plantas, no existen agentes patógenos en ellas.
10. Trasplante	Es preciso preparar el suelo, a pesar de lo cual las plantas suelen presentar trastornos en los primeros días. Es difícil controlar la temperatura del suelo, así como los organismos patógenos que motiven el retardo del crecimiento o incluso la muerte prematura.	Al no añadir agentes biológicos a las plantas, no existen agentes patógenos en ellas.
11. Maduración	Es regida sólo por las condiciones climáticas y la combinación de los nutrientes absorbidos.	Con unas condiciones adecuadas de iluminación se puede conseguir un adelanto en la maduración, que se muestra con mayor eficacia en los cultivos hidropónicos.

Tabla 1. Ventajas de los cultivos hidropónicos frente a la agricultura en suelo.



PRÁCTICAS DE CULTIVO	SUELO	HIDROPONÍA
12. Conservación del medio de cultivo.	El suelo de los cultivos en suelo (temporal o continua) debe cambiarse de forma periódica, debido a la pérdida de fertilidad y estructura. En el caso de cultivos al aire libre se hace preciso el arar o labrar la tierra.	No es preciso cambiar el medio en los cultivos de arena, agua o grava, ni utilizar el barbecho. Medios como el aserrín y la grava pueden utilizarse por años sin necesidad de renovarse.
13. Cosechas (Ej. Jitomates)	Un promedio de producción de jitomates en la manera tradicional es de 7 a 9 [kg/año/planta].	En cultivos hidropónicos los jitomates pueden llegar a producirse de 11 a 16 [kg/año/planta].

Tabla 1. Ventajas de los cultivos hidropónicos frente a la agricultura en suelo.

Otro comparativo, para justificar la elección del método, es revisando la productividad en [ton/ha].

COSECHA	CON SUELO [t/ha]	HIDROPONÍA [t/ha]	Δ PRODUCCIÓN [número de veces]
Soya	2/3	1.7	2.5
Fríjol	12.4	52	4.2
Chicharo	2.5	22	8.8
Trigo	2/3	4.6	6.8
Arroz	1.1	5.6	5
Avena	1.1	2.8	2.5
Betabel	1	29	29
Papa	2	173	86.5
Col	15	20.2	1.3
Lechuga	10	23.5	2.4
Jitomate	12.4 - 24.7	148.3 - 741.3	12 - 30
Pepino	7.8	31.4	4

Tabla 2. Comparación de las cosechas con suelo e hidroponía.



1.4. Marco Teórico.

Planteamiento de hipótesis, variables e indicadores.

El planteamiento de las hipótesis de trabajo es con el fin de darle un carácter selectivo e ingenieril a la investigación, así, se tienen definidas con claridad las pautas sobre las que se trabajará en la presente investigación.

Formato: **H.*** es la hipótesis
 V.* es la variable
 I.* es el indicador

- H.1** Las técnicas empleadas en el desarrollo de actividades agropecuarias no utilizan técnicas alternativas como la hidroponía.
- V.1** Técnicas agropecuarias empleadas en Amacuzac.
 - I.1** Producción agrícola por usos; superficie fertilizada, sembrada con semilla mejorada, con asistencia técnica, con servicios de sanidad vegetal y mecanizada en el año agrícola.
- H.2** Es limitada la diversificación de productos agrícolas de acuerdo a las condiciones climáticas y geográficas del municipio.
 - V.2** Diversificación de productos agrícolas.
 - I.2** Producción agrícola desglosada del municipio, según tipo de cultivo con sus principales productos.
- H.3** ¿El municipio de Amacuzac necesita un proyecto integral de desarrollo en el sector primario de la producción?
 - V.3** Proyecto integral de desarrollo en los sectores de la producción.
 - I.3** Número de proyectos integrales de desarrollo propuestos por el gobierno de Amacuzac en los últimos dos trienios de la presidencia municipal, relacionados con el sector primario.
- H.4** ¿El sector primario se vería beneficiado con la implementación de cultivos hidropónicos o hay en la actualidad una mejor alternativa de acuerdo a sus condiciones?



-
- V.4 Cultivos hidropónicos, alternativas de producción agrícola
 - I.4 Ventajas, desventajas, en cuanto a la productividad ([toneladas/hectárea]) comparando cultivos tradicionales e hidroponía.
 - H.5 La implementación de un sistema de cultivos hidropónicos es una inversión rentable.
 - V.5 Cantidad de inversión requerida.
 - I.5 Determinación de la inversión de acuerdo al número de hectáreas que abarque la planta de producción, y al número y tipo de cultivo deseado; Proyecciones financieras (TIR, VPN) y razones contables (liquidez, prueba del ácido).
 - H.6 Es posible realizar proyecciones de comercialización interna y externa, una vez implementado el sistema y obteniendo pruebas de producciones piloto.
 - V.6 Proyecciones de comercialización.
 - I.6 Número de toneladas que se venderán a corto, mediano y largo plazo. Determinación de una proyección de ventas mediante un método estadístico que contemple aspectos cuantitativos y cualitativos ponderados para tener mayor probabilidad de que éste sea asertivo.



II. Principios generales de hidroponía.

- ✓ **Objetivo:** Se expondrá, de manera generalizada los conocimientos sobre fisiología vegetal asociada a los cultivos hidropónicos y su funcionamiento.
- ✓ **Alcance:** Tener una perspectiva general sobre los cultivos hidropónicos para tener una base de conocimientos suficiente para abordar la técnica NFT.

II.1. Las plantas y la forma en que obtienen sus nutrientes.

Las raíces de las plantas están en un íntimo contacto con la superficie de los nutrientes del suelo. La toma de nutrientes por las plantas tiene lugar a través de sus raíces tanto en la superficie de los coloides del suelo como a través de la propia solución de éste. Los iones se intercambian entre los coloides del suelo y la solución de éste; este movimiento de iones tiene lugar entre la superficie de las raíces de las plantas y los coloides del suelo, así como entre estas raíces y la solución del suelo en una y otra dirección.

No existe una diferencia fisiológica entre las plantas que crecen en un cultivo hidropónico y aquellas que lo hacen en el suelo. En el suelo, tanto los componentes orgánicos como inorgánicos, deberán ser descompuestos en elementos inorgánicos tales como calcio, magnesio, nitrógeno, potasio, fósforo, hierro y otros, antes que ellos estén a disposición de las plantas; estos elementos están adheridos a las partículas del suelo y se intercambian en la solución de éste, donde son absorbidos por las plantas. En los cultivos hidropónicos, las raíces de las plantas son humedecidas con una solución de nutrientes que contienen estos elementos; por tanto, el proceso de utilización de los minerales por las plantas es el mismo.

El origen de los elementos esenciales en los cultivos en suelo y los hidropónicos, se explica en la figura II.1. El agua y los iones minerales se mueven dentro de las raíces de las plantas a través de una interconexión de las paredes de las células y también de los espacios intercelulares.

Los cultivos hidropónicos se han desarrollado a través de los estudios de los constituyentes de las plantas, los cuales han permitido descubrir los elementos esenciales de éstos. La nutrición vegetal es, por tanto, la base de la hidroponía. La nutrición de las plantas por medio de la utilización de soluciones de nutrientes será la



llave del éxito en los cultivos hidropónicos.

Es muy importante disponer de un programa de dosificación y diagnóstico que nos permita conocer el nivel nutricional de la planta en cualquier momento, para así poder evitar los desequilibrios nutricionales, que, como ya se ha dicho, limitaría el crecimiento de estas plantas. Un buen método es el análisis foliar periódico (una o dos veces por semana) y, juntamente con este test, analizar la producción de nutrientes. El nivel de cada uno de los elementos esenciales en los tejidos de las plantas y en la solución de nutrientes, deberá, al determinarse, llevar de forma conjunta un ajuste en la solución de nutrientes, si es necesario, para evitar los problemas potenciales de nutrición. Desde luego, un programa de este tipo es muy costoso en tiempo y trabajo, y no es siempre económicamente oportuno.

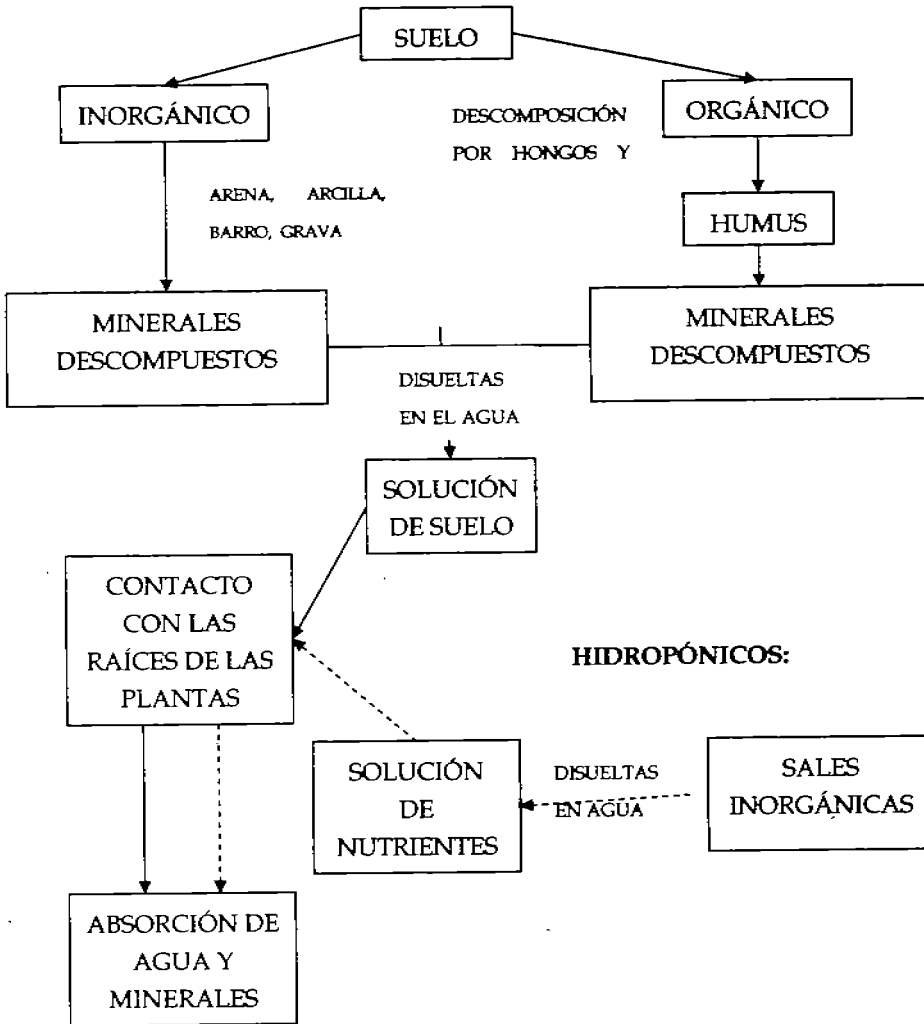


Figura 11.1.



II.2. Los nutrientes en solución.

En los cultivos hidropónicos, todos los elementos esenciales se suministran a las plantas disolviendo las sales fertilizantes en agua, para preparar la solución de nutrientes. La elección de las sales que deberán ser usadas depende de un elevado número de factores.

Las diferentes sales fertilizantes que se pueden usar para la solución de nutrientes tienen a la vez diferente solubilidad. La solubilidad es la medida de la concentración de sal que permanece en solución cuando disolvemos ésta en agua; las sales fertilizantes deberán tener una alta solubilidad.

II.3. Los medios propicios para el desarrollo de una planta.

Un medio de cultivo es el soporte para las raíces de la planta que además suministra oxígeno, agua y nutrientes a ésta. La capacidad de retención del agua por un medio se determina a partir del tamaño de sus porosidades y de su forma; mientras mayores sean las porosidades, mayor cantidad de agua puede ser almacenada en ellas.

La elección del medio se efectúa según disponibilidades de acceso en términos de costos, calidad y tipo de método de cultivo hidropónico que va a ser empleado.

Los medios pueden ser

- ✓ Arena.
- ✓ Grava.
- ✓ Con flujo laminar de nutrientes (tuberías o canales de polietileno).
- ✓ En aserrín.
- ✓ En turba (carbón vegetal).
- ✓ En espumas sintéticas, como poliestireno expandido ("unicel").

II.4. Temperaturas de cultivo.

Normalmente, las plantas de mejor calidad se consiguen cuando las temperaturas nocturnas son 5.5 [°C] menores a las del día. Los mejores límites de temperatura para los cultivos de estación cálida son 16 [°C] por la noche y 24 [°C], (circunstancia que



comprende las condiciones climáticas del municipio de Amacuzac).

Para las plantas de jitomate, cultivadas en condiciones óptimas de temperatura y luz, desarrollan grandes brotes y tallos gruesos, llegando a tener hasta el doble de flores en el primer e incluso en el segundo racimo florar, a pesar de las pocas hojas formadas bajo éstos, proporcionando una alta cosecha temprana, así como elevando la total.

Estado de desarrollo	Temperatura de noche [°C]	Temperatura de día [°C]
Germinación de las semillas.	24-26	24-26
Después de emergencia, hasta una semana antes del trasplante.	20-22	20-22
Durante una semana.	18-19	18-19
Después del trasplante hasta el inicio de la recogida.	21-26	16-18.5
Durante la recogida.	21-24	17.5-18.5

Tabla II.4 Temperaturas nocturnas y diurnas desde la germinación de las semillas hasta la fructificación, en jitomates de invernadero.



III. Evaluación del Proyecto

- ✓ **Objetivo:** Se llevará a cabo un análisis integral de lo necesario para decidir la factibilidad del proyecto.
- ✓ **Alcance:** Se diagnosticará la factibilidad de llevar a cabo un proyecto productivo desde el panorama mercadotécnico, técnico y financiero.

Para llevar a cabo un proyecto de cultivos hidropónicos cuyo alcance sea determinado por una evaluación técnica y de ingeniería, es necesario hacer tres estudios o fases y llegar a una conclusión en cuanto a la rentabilidad de emprender una empresa productora y comercializadora de estos cultivos. Estas fases son el Estudio de Mercado, Estudio Técnico y el Estudio Financiero.

III.1 Estudio de Mercado

El Estudio de Mercado es una fase imprescindible para conocer las características de sustentabilidad del proyecto, pues mediante este estudio obtenemos información relacionada con los posibles clientes potenciales y elaborar un análisis comercial del producto que nos permita dimensionar y responder a las preguntas esenciales ¿cuánto producir? ¿para quién producir? ¿a qué precio? Y otras cuestiones trascendentales como el sistema de comercialización.

III.1.1 Elementos esenciales del estudio de mercado.

Las características de los cultivos hidropónicos permiten colocarlos en un nicho de mercado para una población cuya cultura de consumo exija alta calidad e integridad en su cultivo, ya que estos productos son cultivados mediante una solución que les proporciona sólo lo que las plantas necesitan para su óptimo desarrollo y el lugar donde se producen es un invernadero donde se controla todo tipo de plagas. Por tal razón lo primero que se realizó es una adecuada segmentación geográfica y económica del mercado potencial objetivo, el cual se muestra con el siguiente diagrama:



Mercado 1: El total de los restaurantes y hoteles del estado de Morelos.

Mercado 1.2: Los hoteles y restaurantes cercanos a Amacuzac ya que implican un costo de transporte menor.

Mercado 1.2.1: Los hoteles y restaurantes cercanos a Amacuzac cuyas características económicas y estándares de calidad permitan la compra de los productos hidropónicos, por tal motivo seleccionamos los de 3 a 5 estrellas y en los restaurantes, aquellos que ofrezcan ese nivel de calidad en su servicio.

Para llevar a cabo una investigación de mercado, en nuestro caso es imprescindible el realizar una búsqueda de información mediante la aplicación de unas encuestas y para calcular el tamaño de la población a encuestar, se consultó la obra "Metodología de la Investigación"⁵ en la que se determina el intervalo de confianza de los resultados estadísticos, denotado por el error estándar, el cual es un valor propuesto de acuerdo con los planteamientos de diseño de la encuesta. Esto puede determinarse de la siguiente manera:

$$n' = \frac{S^2}{Y^2} = \text{Tamaño provisional de la muestra} = \text{Varianza}_{\text{Muestra}} / \text{Varianza}_{\text{Población}}$$

Esta expresión se corrige con otros datos, ajustándose si se conoce el tamaño de la población, posteriormente obtenemos el tamaño de la muestra mediante:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

Donde:

N= tamaño de la población

y= valor promedio de una variable = 1, una persona por unidad (restaurante u hotel) para contestar la encuesta

Se= error estándar = 0.06 (propuesta de diseño), significa que habrá un 94 % de confiabilidad en los resultados.

⁵ Hernández, Fernández y Baptista, *Metodología de la Investigación*, Ed. Mc Graw-Hill, México, 2001, 2a Ed.



- _ V^2 = varianza de la población. Su definición (Se) cuadrado del error estándar.
- _ S^2 = varianza de la muestra, expresada como la probabilidad de ocurrencia de y.
- _ n' = tamaño de la muestra sin ajustar
- _ n = tamaño de la muestra

El tamaño de la población lo obtuvimos mediante las cifras estadísticas proporcionadas por el INEGI en las ramas que se refieren al sector de Hoteles y Restaurantes, en la siguiente disposición:

Localidad	No. De Hoteles (3 a 5 estrellas)	No. De Restaurantes	Total
Cuernavaca	39	391 ⁶	430
Jojutla	7	68	75
Puente de Ixtla	4	17	21
Tlaltizapán	2	14	16
Xochitepec	3	8	11
Taxco	2	34 ⁷	36
		Gran Total	589

Tabla III.1 Información de las unidades económicas seleccionadas

Sustituyendo tenemos que: $n' = \frac{S^2}{V^2}$

$$S^2 = p(1-p) = (0.9)(1-0.9) = 0.09$$

$$V^2 = (.06)^2 = 0.0036$$

$$n' = \frac{0.09}{0.0036} = 25$$

$$n = \frac{25}{1 + \frac{25}{589}} = 23.982 \approx 24$$

⁶ Se consideró sólo la zona centro del municipio

⁷ idem



Es el tamaño de la muestra para encuestar, y la información solicitada es la siguiente:

- I. ¿Cuáles son las legumbres y hortalizas que consume con mayor volumen y en qué frecuencia?

Legumbre u hortaliza	Consumo semanal [kg]
Jitomate Bola	
Pepino	
Lechuga	
Col	
Apio	
Pimiento Morrón	
Chile Poblano	
Aguacate	
Papas	
Melón	
Mango	
Papaya	
Sandía	
Fresa	
Zarzamora	
Mamey	

Tabla III.2 Información solicitada a las unidades económicas encuestadas

- II. De las legumbres y hortalizas citadas con anterioridad, ¿cuáles considera usted más importantes en la presentación de un platillo en cuanto su imagen?
- III. ¿A quién le compra las legumbres y hortalizas?
- 1) Central de Abastos 2) Con un proveedor a domicilio 3) En un local cercano a la zona
- IV. ¿Conoce los cultivos hidropónicos?
- 1) Sí 2) No



V. En caso de que no, con la información proporcionada, ¿estaría dispuesto a comprar productos hidropónicos?

1)Sí 2)No

VI. Con la información proporcionada, ¿considera que el incluir productos hidropónicos genera una mejor calidad y valor agregado para los clientes?

1)Sí 2)No 3)Da igual

III.1.2 Resultados de las encuestas

El consumo promedio de la muestra encuestada es:

RESULTADOS	PROMEDIO SEMANAL [kg o pzas]	PROMEDIO MENSUAL [kg o pzas]	PROMEDIO ANUAL [kg o pzas]
	29.97916667	119.9166667	1439
Jitomate Guaje	6.25	25	300
	6.479166667	25.91666667	311
Lechuga Orejona [pzas]	3.333333333	13.33333333	160
	24.35416667	97.41666667	1169
Lechuga Sangría [pzas]	3.083333333	12.33333333	148
	1.166666667	4.666666667	56
Apio [pzas]	3.3125	13.25	159
	6.642916667	26.57166667	318.86
Chile Poblano	5.41375	21.655	259.86
	21.0625	84.25	1011
Papa	11.14583333	44.58333333	535
	4.508333333	18.03333333	216.4
Mango	0.078333333	0.313333333	3.76
	5.5	22	264
Sandía [pzas]	1.666666667	6.666666667	80
	1.675	6.7	80.4
Zarzamora	0.467916667	1.871666667	22.46
	0.205416667	0.821666667	9.86

Tabla III.3 Consumo promedio de legumbres, hortalizas y frutas en los restaurantes y hoteles consultados



Con esta información podemos acercarnos a un cálculo estimado de la demanda a satisfacer, ya que la muestra es un indicio del consumo general en la totalidad de las unidades económicas objetivo. La figura V.1 muestra gráficamente los productos con mayor consumo, un dato a considerar en la selección para su comercialización, por tener una demanda más aceptable entre los clientes.

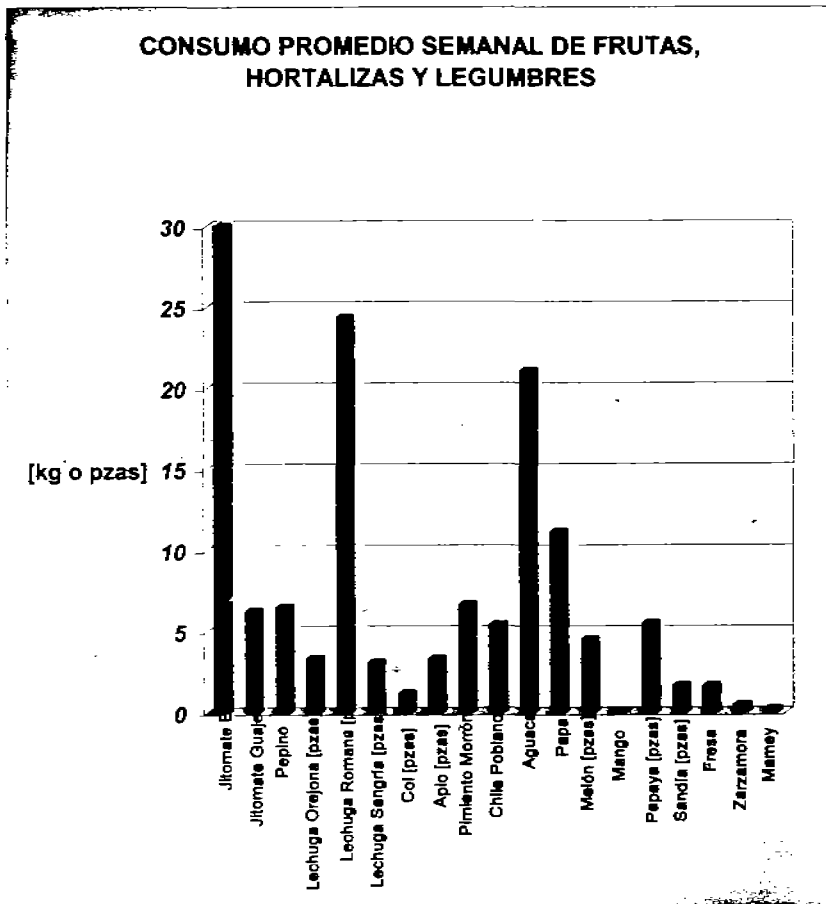


Figura III.4 Consumo promedio semanal de frutas, hortalizas y legumbres



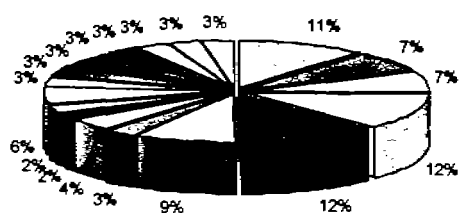
En cuanto a la presentación, se les cuestionó "De las legumbres y hortalizas citadas con anterioridad, ¿cuáles considera usted más importantes en la presentación de un platillo en cuanto su imagen?" y los resultados están resumidos en la tabla V.4 en donde es perceptible notar que la lechuga, el jitomate y el aguacate, en opinión generalizada, son los tres ingredientes de un plato cuya percepción visual al cliente hacen la diferencia en cuanto a la presentación.

PRODUCTO	PUNTUACIÓN	PORCENTAJE
	28	11.38211382
Jitomate Guaje	18	7.317073171
	16	6.504065041
Lechuga Orejona [pzas]	30	12.19512195
	30	12.19512195
Lechuga Sangría [pzas]	22	8.943089431
	8	3.25203252
Apio [pzas]	10	4.06504065
	6	2.43902439
Chile Poblano	6	2.43902439
	15	6.097560976
Papa	8	3.25203252
	7	2.845528455
Mango	7	2.845528455
	7	2.845528455
Sandía [pzas]	7	2.845528455
	7	2.845528455
Zarzamora	7	2.845528455
	7	2.845528455
TOTALES	246	100

**Tabla III.5 Productos considerados
más importantes en cuanto a su presentación**



CONSIDERADOS MÁS IMPORTANTES EN PRESENTACIÓN



- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Jitomate Bola <input type="checkbox"/> Pepino <input type="checkbox"/> Lechuga Romana [pzas] <input type="checkbox"/> Col [pzas] <input type="checkbox"/> Pimiento Morrón <input type="checkbox"/> Aguacate <input type="checkbox"/> Melón [pzas] <input type="checkbox"/> Papaya [pzas] <input type="checkbox"/> Fresa <input type="checkbox"/> Mamey | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Jitomate Guaje <input type="checkbox"/> Lechuga Orejona [pzas] <input type="checkbox"/> Lechuga Sangría [pzas] <input type="checkbox"/> Apio [pzas] <input type="checkbox"/> Chile Poblano <input type="checkbox"/> Papa <input type="checkbox"/> Mango <input type="checkbox"/> Sandía [pzas] <input type="checkbox"/> Zarzamora |
|--|--|

Figura III.6 Productos que más influyen en la presentación de un plato

Con la intención de conocer la competencia directa se les cuestionó sobre sus canales de adquisición y los resultados están visibles en la tabla V.5 cuya mayoría favorece a la Central de Abastos, que ofrece rangos de precios económicamente factibles en la compra de mayor volumen.

¿A quién le compra los productos que consume?

OPCIÓN	PUNTUACIÓN
Central de Abastos	15
Proveedor a Domicilio	5
Local cercano (incluye Tiendas Departamentales)	4
Total	24

Tabla III.7 Lugares de adquisición para las frutas, legumbres y hortalizas

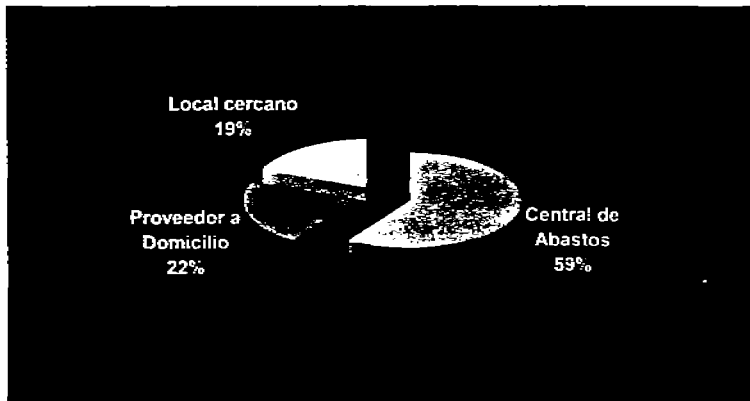


Figura III.8 Puntos de adquisición de los productos con referencia en la encuesta

Es necesario hacer mención que en cuanto se les cuestionó si conocían los cultivos hidropónicos, (cuya mayoría contestó negativamente) simultáneamente se les brindó una explicación breve del mismo tema y al haberles proporcionado información al respecto, en su mayoría contestó afirmativamente en cuanto a la posibilidad de adquirir estos productos.

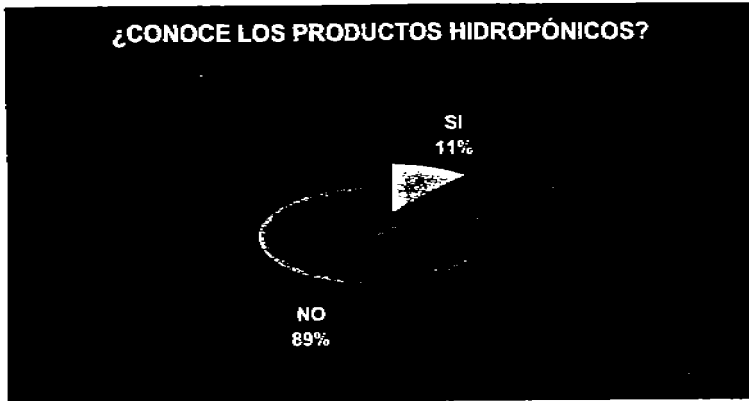


Figura III.9 Nivel de cultura respecto a la hidroponía



Figura III.10 Probabilidad de adquisición

Al 89 % de la población encuestada se les brindó una idea general de las ventajas técnicas y nutricionales de los cultivos hidropónicos, una alternativa en la que sin alterar genéticamente las semillas nos brinda una fuente favorable para la salud y ante las expectativas se les cuestionó si consideran que el incluir productos



hidropónicos en los platos generan calidad y valor agregado, los resultados están visibles en la figura V.5.



Figura III.11 Opinión de los encuestados de contribución a la calidad

iii) Cálculo de la demanda potencial.

Con los datos obtenidos de las encuestas, se tomó la decisión de producir aquellos productos cuya demanda y precio en el mercado permita la rentabilidad en la operación de la empresa. Por tanto, los seis productos seleccionados a producir están a continuación: jitomate bola, lechuga orejona, aguacate, papa, pimiento morrón y pepino.

UNIDADES ENCUESTADAS (24)	
HORTALIZA	DEMANDA ANUAL [kg o piezas]
Aguacate	1,011
Jitomate Bola	1,439
Lechuga Romana [pzas]	1,169 [u]
Papa	535
Pepino	311
Pimiento Morrón	318.86

Tabla III.12 Productos más demandados en la muestra

**UNIDADES TOTALES (589)**

RESULTADOS	PROMEDIO ANUAL [ton]
Aguacate	595.479
Chile Poblano	153.05754
Jitomate Bola	847.571
Lechuga Romana [pzas]	688,541 [u]
Pepino	183.179
Pimiento Morrón	187.80854

Tabla III.12 Productos más demandados multiplicados por la población total contemplada

Considerando el nivel de aceptación, es decir 86 % de las unidades encuestadas, se llegó a la siguiente demanda potencial:

UNIDADES TOTALES (589)

***CONSIDERANDO EL 86 % DE ACEPTACIÓN**

RESULTADOS	PROMEDIO ANUAL [ton]
Aguacate	512.11194
Chile Poblano	131.6294844
Jitomate Bola	728.91106
Lechuga Romana [pzas]	592,145.26 [u]
Pepino	157.53394
Pimiento Morrón	161.5153444

Tabla III.13 Demanda de los productos considerando el porcentaje de aceptación



III.1.3 Análisis del precio

Se realizó una investigación con respecto al precio de los productos seleccionados en la Central de Abastos del Distrito Federal, Central de Abastos de la ciudad de Cuautla, Tiendas Walmart, Tiendas Costco en donde se consultaron los precios por kilogramo mensuales de cada producto y el cual está resumido a continuación en las siguientes tablas.

PRODUCTO	PROMEDIO DE LOS PRECIOS MENSUALES EN LA CENTRAL DE ABASTOS (D.F.) [\$/kg]	PROMEDIO DE LOS PRECIOS MENSUALES EN LA CENTRAL DE ABASTOS (CUAUTLA) [\$/kg]	PROMEDIO DE LOS PRECIOS MENSUALES DE AMBAS CENTRALES [\$/kg]
Chile Pimiento Morrón	12.08181818	8.54416667	8.72719697
Pepino	6.021457814	6.98745478	6.50445600
Lechuga Romana	4.873636364	4.66916667	7.04795455
Jitomate Bola	13.31636364	13.8316667	11.7695455
Chile Poblano	7.902727273	9.55166667	10.3129924

Figura III.14 Promedio de precios

	PRECIOS				
	Precio Central Abastos [\$/kg]	Precio Mercado Popular [\$/kg]	Precio Walmart [\$/kg]	Precio COSTCO [\$/kg]	Precio Sugerido [\$/kg]
Chile Pimiento	\$8.7271.00	\$15.00	\$18.00	\$20.00	\$15.00
Chile Poblano	\$10.31	\$10.00	\$22.00	\$19.00	\$20.00
Jitomate Bola	\$11.77	\$15.00	\$18.00	\$17.00	\$20.00
Lechuga	\$7.04	\$15.00	\$10.00	\$14.00	\$15.00
Pepino	\$6.50	\$10.00	\$13.00	\$12.00	\$10.00



III.1.4 Comercialización del producto.

El canal de distribución seleccionado es Productor-Consumidor⁸ según el autor Gabriel Baca Urbina, ya que el producto es considerado para un mercado limitado y selecto, razón por la cual se acotó sólo para Hoteles y Restaurantes de prestigio. En los gastos de operación es imprescindible considerar el transporte hacia los consumidores para fijar el precio de los productos.

III.1.5 Fases del proyecto.

El proyecto está planeado en 10 etapas subsecuentes tomando en cuenta el tamaño del mercado a cubrir, o sea, la demanda a satisfacer arrojada por el Estudio de Mercado y el horizonte de planeación se especifica a continuación (las inversiones necesarias de cada etapa están en el Anexo Inversiones por Etapas):

SUPERFICIE [m ²]	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
56.55	2515.24									
62.21		2766.76								
68.43			3043.44							
75.27				3347.79						
82.80					3682.56					
91.08						4050.82				
100.18							4455.90			
110.20								4901.49		
121.22									5391.64	
133.35										5930.81

Figura III.16 Horizonte de planeación contemplando el número de metros cuadrados.

⁸ Baca Urbina Gabriel. *Evaluación de Proyectos*. 4ª Ed. McGraw-Hill. México, 2001.



III.2 Estudio Técnico

- ✓ *Objetivo:* Se diseñará un sistema de producción de hortalizas, adaptado a una región en específico y como un proyecto empresarial.
- ✓ *Alcance:* Se plantearán adecuaciones necesarias, partiendo de los bancos de información, para proponer una instalación productiva.

III.2.1 Elección del sistema NFT, o "Flujo Laminar de Nutrientes".

Los cultivos hidropónicos pueden llevarse a cabo en diferentes medios de cultivo; un medio de cultivo sin suelo, tal como el agua, arena, grava, aserrín, turba (carbón vegetal), piedra pómez e incluso poliestireno expandido (unicel), puede suministrar el oxígeno, agua, nutrientes y soporte para raíces de las plantas tan bien como lo hace el mismo suelo.

El sistema NFT es una técnica de cultivo en agua en la cual las plantas crecen teniendo su sistema de raíces dentro de una lámina de plástico o tubería, a través de la cual circula continuamente la solución de nutrientes que requiere la planta para su desarrollo óptimo. El nombre "NFT" se debe a sus siglas en inglés del concepto *Nutrient Film Technique*, que fue el nombre que le dieron sus creadores en Littlehampton (Inglaterra), cuyo pionero en esta técnica fue Allen Cooper, en 1965.

El sistema NFT, desarrollado y utilizado por muchos países del hemisferio norte, ha requerido invertir en insumos de alto costo lo que limitó su aplicación en países de América Latina. Sin embargo, actualmente, es posible lograr implementar este sistema con materiales y equipos de menor precio, ya sea, a través de la utilización de madera, diferentes tipos de plástico (PVC, polietileno, poliuretano, poliestireno), caños y bombas de agua de costo reducido. Situación que en otros medios de cultivo no se tiene esa holgura de implementación económica, ya que sólo se necesita un grupo de materiales que pueden adaptarse con mucha facilidad a las condiciones en que se pretenda hacer un proyecto de diseño productivo hidropónico.

La ventaja del sistema NFT, que destaca en relación a otros sistemas hidropónicos, es la alta calidad obtenida de diferentes hortalizas, en un corto período de cultivo como también de rendimiento. La constante oferta de agua y elementos



minerales permite a las plantas crecer con holgura y obtener el potencial productivo del cultivo. Este sistema posibilita cultivar un gran número de hortalizas, principalmente de hoja y fruto.

Otra de las ventajas que ofrece el sistema "NFT" es su mayor eficiencia en cuanto a la utilización de los elementos minerales esenciales para el crecimiento de las plantas, de agua y oxígeno. En contraste a los sistemas hidropónicos populares de sustrato sólido o a "raíz flotante", el NFT maximiza el contacto directo de las raíces con solución nutritiva que es constantemente renovada y por ende el crecimiento es acelerado siendo posible obtener en el año más ciclos de cultivo. Con la ausencia de sustrato se evitan las labores de desinfección de éste, así como se favorece el establecimiento de una alta densidad de plantación.

Entre las desventajas señaladas para el sistema "NFT" destaca la necesidad de una mayor inversión inicial, sin embargo, en la medida que ésta se realice con materiales de fácil acceso, el costo de implementación disminuirá, siendo una técnica competitiva con otras en sistemas de cultivo forzado. Otro requerimiento que se destaca, es la necesidad de contar con personal adiestrado en nociones básicas de química para la preparación de soluciones nutritivas. A través de la transferencia tecnológica y capacitación es posible lograr un equipo preparado al respecto, y no sólo en soluciones nutritivas, sino también en el manejo de las bombas impulsoras y del cultivo.

III.2.2 Localización óptima del proyecto.

La localización del proyecto en Amacuzac, Morelos se eligió tomando en cuenta los siguientes factores:

- La temperatura promedio anual es de 23.7 [°C], óptima para un cultivo hidropónico en invernadero.
- Aproximadamente un 30 % de la población económicamente activa emigra de las comunidades en la búsqueda de empleo, lo cual, propicia que el proyecto sea un aliciente coadyuvador al desarrollo económico de las comunidades.
- El municipio cuenta con el paso de dos ríos en su territorio, que se traduce en una fuente confiable de suministro de agua.



- La infraestructura de transporte permite la comercialización en los municipios intercomunicados mediante un sistema de carreteras en buen estado, permitiendo así planear y contemplar a Cuernavaca como principal centro de consumidores.

El sistema de solución nutritiva recirculante puede ser establecido, ya sea, al aire libre como también bajo invernadero. Sin embargo, en base a la inversión inicial realizada y, a que generalmente su objetivo es la obtención de productos de mayor precio, se recomienda establecer este sistema bajo un sistema forzado, para lo cual se realizó una investigación en la oferta de los diseñadores de invernaderos, misma que nos llevó a la elección de FAXA, S.A. DE C.V. como el proveedor óptimo de este recurso.

III.2.3 Tamaño óptimo del proyecto.

Para calcular y determinar las condiciones e infraestructura de un sistema de producción hidropónica que satisfaga la demanda proyectada, es necesario tomar en cuenta la productividad hidropónica de cada semilla, su tiempo de cosecha, la formulación nutriente y el espacio que ocupa para su óptimo desarrollo. A continuación se muestra el cálculo del área requerida, tomando en cuenta las variables mencionadas con anterioridad y la cobertura del 10 % de la demanda, o sea, la etapa 1.

	Demanda [Ton/año]	Productividad [ton/ha]	Superficie de Construcción [ha]	Superficie de Construcción [m ²]
Tomato	50444.252	82.04	0.061487108	614.8710775
Chile	27338.85	177.5	0.154571837	1545.718369
Lechuga	110463.4	131.6	0.086218191	862.1819149
Peperón	71.2	47.87	0.0014882	14.8844291
Brocoli	618970.32	82.04	0.075447469	754.4746855
		Total	0.251524047	2515.240472

Figura III.17 Superficie de cultivo

De entre las propuestas de fabricantes de invernaderos en México, se seleccionó la compañía FAXA, cuyos diseños de invernadero brinda las siguientes especificaciones en



cuanto a las medidas y características del invernadero con mayor área en su modelo FX17_11U/60:

INVERNADEROS FAX FITOTRON		FX17_11U/30	FX17_11U/48	FX17_11U/60
6 Naves de 5.25 m adosadas lateralmente				
Ancho [m]		31.50	31.50	31.50
Largo [m]		30.00	48.00	60.00
Altura lateral [m]		3.50	3.50	3.50
Altura total [m]		4.75	4.75	4.75
Superficie cubierta [m ²]		945	1,512	1,890
Volumen cubierto [m ³]		4,130	6,608	8,260

Figura III.18 Superficie cubierta por el FX17_11U/60

Con el invernadero del modelo anterior, es posible cubrir 1890 [m²] pero es necesario cubrir 2515 [m²], lo cual ajusta casi perfectamente al modelo FX35_7/60, dando una suma total de 2520 [m²] mostrado a continuación:

INVERNADEROS FAX FITOTRON	FX35_7/30	FX35_7/48	FX35_7/60
Ancho (m)	10.50	10.50	10.50
Largo (m)	30.00	48.00	60.00
Altura lateral (m)	2.10	2.10	2.10
Altura total (m)	4.60	4.60	4.60
Superficie cubierta (m ²)	315	504	630
Volumen cubierto (m ³)	1,210	1,936	2,420

Figura III.19 Superficie cubierta por el FX35_7/60

A continuación, en la figura inferior está una descripción gráfica de los invernaderos seleccionados:

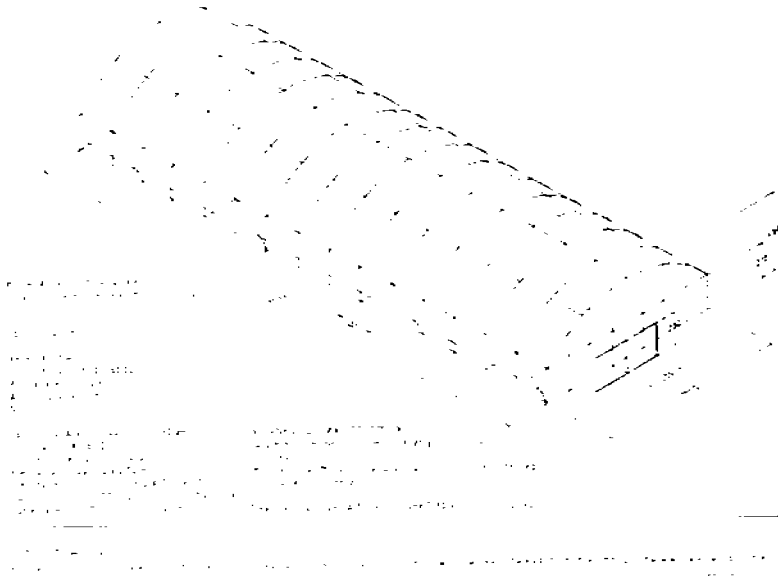


Figura III.20 Modelo FX35_7/60

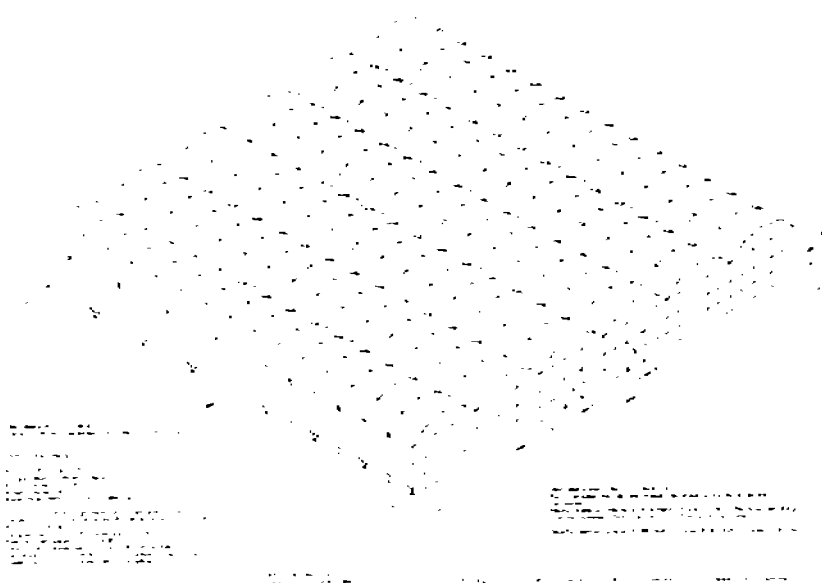


Figura III.21 Modelo FX17_11U/60

Lo relacionado con los costos del invernadero será analizado en la sección de Análisis Financiero (Sección III.3).

III.2.4 Identificación y descripción del proceso.

- I. Elaboración de la solución nutriente
- II. Siembra en Fóculos
- III. Germinación
- IV. Traslado de Fóculos
- V. Cuidados permanentes
- VI. Cosecha
- VII. Empaque
- VIII. Transporte
- IX. Comercialización

III.2.5 Requerimientos del sistema.



Se puede construir un sistema NFT con tuberías de plástico utilizadas para las viviendas, o se puede comprar a varios fabricantes un sistema de canales de cultivo de PVC rígido. Este canal NFT es particularmente adecuado para el cultivo de jitomates y lechugas.

El sistema básico NFT se constituye de cinco elementos iniciales:

- ✓ Estanque colector
- ✓ Canales de cultivo
- ✓ Bomba
- ✓ Red de distribución
- ✓ Tubería colectora

A continuación se detallan las características más relevantes de cada elemento y los materiales factibles de utilizar para su implementación.

a) Estanque colector y contenedores de suministro.

El estanque colector tiene por función almacenar la solución nutritiva a través del período de cultivo. Existe una gran gama de tipos de contenedores que pueden utilizarse como estanques colectores de solución nutritiva. Sin embargo, su elección debiera estar basada en el tipo de material, tamaño y aislamiento. Si se desconoce la reacción del material con la solución nutritiva, es necesario previamente realizar alguna prueba para evaluar la reacción química existente entre ambos. En otras palabras, es vital observar si ocurre algún tipo de corrosión del estanque y cambio de color de éste o la solución. Si así ocurriera, ese estanque no debiera utilizarse.

Si se cuenta con contenedores de metal o asbesto, se aconseja aislar su cara interior con una capa de pintura epóxica. El sellado interno de los estanques metálicos con una bolsa de polietileno de gran calibre no es relevante pues, aparte de ser una labor engorrosa, es insegura por la posibilidad de que el polietileno presente futuras roturas. Idealmente, los estanques colectores debieran ser de material PVC o de fibra de vidrio tratado para sustancias tóxicas. Estos últimos de mayor costo, representan un ahorro por su durabilidad. No es aconsejable localizarlos bajo el nivel de suelo donde exista una capa



freática, por posibles levantamientos y ruptura de la instalación.

Actualmente, se ofrecen en el mercado estanques de segunda mano o desecho a reducido costo. Si éste es el caso, es aconsejable averiguar qué tipo de resina u otra sustancia ha sido almacenada en el estanque, pues es posible que su contenido original sea tóxico para las plantas, y a pesar de repetidos lavados, pudieran aún contener trazas de la sustancia inicial (ver Fig. 2).

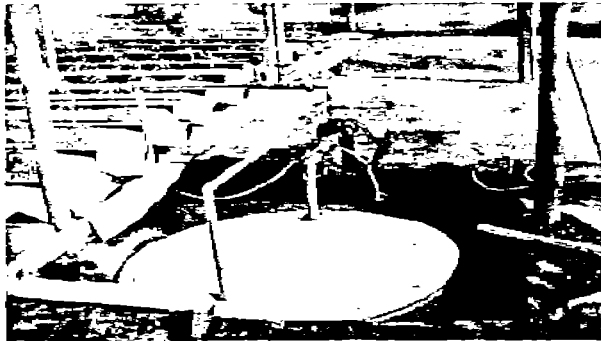


Figura III.22 Imagen de un estanque colector

La elección de un estanque colector no sólo está determinada por el material constituyente, sino también por su capacidad de almacenamiento de solución nutritiva. El volumen del estanque está en función directa del número de plantas, especies a cultivar y modalidad de corrección química de la solución nutritiva (sistema de corrección manual o automático).

En el caso del jitomate, especie de gran desarrollo comparado a la lechuga, en pleno período productivo y en verano, consume un volumen aproximado de 2,5 litros por planta y por día, de solución nutritiva diluida (es decir, agua más solución concentrada).

Por otra parte, no sólo es necesario dimensionar la capacidad del estanque en base al volumen requerido de solución según las necesidades fisiológicas de la planta en particular y la época del año, sino también en relación al volumen remanente en el



estanque, el cual asegura que la bomba no deje de funcionar.

Además, no se debe olvidar que al momento de elegir el tamaño del estanque se deberá contemplar si a futuro se trabajará con mayores superficies o con otra especie de mayor demanda hídrica.

Calculando la mitad volumen ocupado por las tuberías de 4" y 6" respectivamente podemos obtener la capacidad de agua necesaria para la alimentación de las raíces hasta un nivel medio del canal de cultivo, obteniendo el dato numérico detallado a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Volumen_total_de_agua}_4 &= \frac{(\text{Area_de_la_base})(\text{Longitud})}{2} \\ &= \frac{(\pi)\left\{\left(0.02548\left[\frac{\text{m}}{\text{in}}\right]\right)(2[\text{in}])\right\}^2 (2512.26678[\text{m}])}{2} \\ \text{Volumen_de_agua}_4 &= 10.24813[\text{m}^3] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen_de_agua}_6 &= \frac{(\text{Area_de_la_base})(\text{Longitud})}{2} = \\ &= \frac{(\pi)\left\{\left(0.02548\left[\frac{\text{m}}{\text{in}}\right]\right)(3[\text{in}])\right\}^2 (4193.184271[\text{m}])}{2} \\ \text{Volumen_de_agua}_6 &= 38.4862[\text{m}^3] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen_total_de_agua} &= \text{Volumen_de_agua}_4 + \text{Volumen_de_agua}_6 \\ \text{Volumen_total_de_agua} &= 10.24813[\text{m}^3] + 38.4862[\text{m}^3] = 48.73433[\text{m}^3] \end{aligned}$$

$$\text{Equivalencia_en_litros} = 48.73433[\text{m}^3] \times \frac{1[\text{dm}^3]}{(0.1\text{m})^3} \times \frac{1[\text{lit}]}{1[\text{dm}^3]} = 48,734.33[\text{lit}]$$

En la medida que se cuente con un estanque de pequeña capacidad, el volumen de la



solución disminuirá rápidamente por lo que las correcciones de la solución serán más frecuentes, incluso llegando a más de una corrección por día, lo que hace prácticamente al sistema inoperable. Por este motivo al contar con instrumentos manuales que controlan la solución nutritiva, se deberá optar por volúmenes de solución al menos que dupliquen los requerimientos diarios del cultivo.

A su vez, si se cuenta con un estanque colector de gran volumen, los cambios de temperatura de la solución nutritiva serán más graduales en relación a la temperatura ambiental. Este aspecto es de suma importancia en zonas donde se registran amplias fluctuaciones de temperaturas entre el día y la noche, especialmente en zonas con veranos calurosos y donde se cultive bajo invernadero. Al trabajar en ambiente de cultivo forzado y con este sistema hidropónico, sumado a la utilización de un estanque pequeño bajo estas condiciones, la temperatura de la solución puede alcanzar cifras muy altas dañando irreversiblemente las raíces, y por lo tanto al cultivo. Para el caso de Amacuzac, se deberá tener en cuenta la temperatura máxima promedio de 26 [°C] y en condiciones de invernadero puede aumentar hasta 5 [°C] según la estación del año.

El sellado del estanque colector es otro elemento a considerar en el éxito de la conservación de la solución. El estanque colector debe permanecer cubierto para evitar el desarrollo de algas, las cuales consumen oxígeno de la solución, aumentan la degradación de compuestos químicos de ésta y favorecen su contaminación con restos orgánicos. Así, es vital que el estanque sea cubierto con una tapa de fácil remoción y que también posibilite el paso de la parte final del tubo colector hacia el interior del estanque.

b) Canales de cultivo

El sistema "NFT" se caracteriza por no utilizar ningún tipo de sustrato, sino por el contrario, es un sistema estrictamente hidropónico, o sea, se cultiva directamente en agua con sales minerales disueltas. Así, al no contar con un medio sólido de sostén, éste es brindado a las plantas por el tipo de contenedor utilizado como también por el canal de cultivo, el cual permite la sujeción de las plantas.

La segunda función de los canales y de igual importancia a la anterior, es permitir que la solución nutritiva pase en forma expedita a través de ellos. Así, es recomendable utilizar



canales de sección rectangular, ya que ésta permite mantener la fina lámina de solución circulante en la sección transversal a lo largo del canal. También se requiere que la superficie de los canales sea lisa para facilitar el rápido desplazamiento de la solución a través del canal de cultivo.

En el caso de un cultivo de crecimiento alto como lo es el jitomate, se requiere la implementación de canales que permitan mantener tanto a las plantas de mayor desarrollo aéreo y radical, como también a sus contenedores. Para el caso propuesto, que consiste en tuberías de PVC, este tipo de material permite su reutilización, limpiándolos antes de establecer el siguiente cultivo.

A partir del número de plantas obtenido en función del área cultivada, es posible hacer el cálculo de cuánta tubería de PVC y accesorios es necesario para la puesta en marcha de la producción hidropónica cubriendo proyecciones del estudio de mercado

Tubería				
	No. Plantas	[m/planta]	Tubería [m]	Costo tubos [\$]
Chile Poblano	6238.781368	0.25	1559.695342	76737.01082
Jitomate	1594.098016	0.25	398.5245041	19607.4056
Lechuga	10049.06712	0.25	2512.26678	33488.51617
Pepino	1284.590146	0.25	321.1475364	15800.45879
Pimiento	7655.267555	0.25	1913.816889	94159.79093
Suministro 2"			28	214.48
Recirculación 4"			28	373.24
		Total	6761.451051	240380.9023

Figura III.23 Cálculo de cantidad y costos de tubería

c) Bomba.

Corresponde a uno de los componentes claves del sistema, el cual requiere una preocupación especial no sólo en cuanto a su elección, sino también a su operación. Su



función es impulsar permanentemente la solución nutritiva desde el estanque colector hasta la parte alta de los canales de cultivo. Por ello, dependiendo de la magnitud del módulo de producción y grado de supervisión debieran considerarse dispositivos de alarma que indiquen una interrupción no deseada.

Una detención prolongada puede traer serios inconvenientes que inclusive causarían la pérdida total de la producción. Dentro de la gran variedad de tipos de bombas y características de funcionamiento, destacan las de accionamiento eléctrico de operación sumergida o no sumergida. Aun cuando las primeras son de operación más silenciosa y requieren menor cantidad de energía eléctrica para su puesta en marcha, su costo es varias veces superior a las del segundo tipo por la calidad del blindaje que necesitan para evitar la entrada de líquido, en este caso solución nutritiva, al sistema eléctrico del motor.

Entre las de operación no sumergida, destacan por su menor costo las de tipo centrífugo, unicelular, de eje horizontal, accionadas por un motor eléctrico monofásico o trifásico, montadas en un solo cuerpo. La necesidad del "purgado", es decir, mantener la tubería de succión y cámara de la bomba completamente llena de líquido, y el requerimiento de mayor cantidad de accesorios para su instalación, no resultan ser inconvenientes de importancia para constituirse en una buena alternativa para el sistema NFT.

La elección de una bomba adecuada a las reales necesidades del módulo productivo, es de particular importancia no sólo por la inversión inicial, sino especialmente por los gastos posteriores de operación y mantenimiento, gravitantes dentro de los costos de producción.

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

a) Solidez y calidad de los componentes del motor y bomba. Con la utilización de una bomba sólida y constituida por elementos de buena calidad se permitirá resistir una gran cantidad de horas de funcionamiento, como lo son las requeridas para cualquier especie que se establece en el sistema NFT.

b) Resistencia de la bomba a la acción corrosiva de la solución nutritiva a través del tiempo. Si la bomba no es resistente a la corrosión, la vida útil de ésta disminuirá



rápidamente, por lo cual se deberán reponer frecuentemente los elementos deteriorados para mantener su operación.

c) Caudal de operación en relación a la altura manométrica requerida y eficiencia. Dado que en general existe una escasa diferencia de altura entre el nivel mínimo de solución nutritiva dentro del estanque y el punto más alto de los canales de cultivo, la bomba deberá ser capaz de impulsar eficientemente (a baja altura manométrica) un caudal máximo equivalente al producto del caudal que se maneja para cada canal de cultivo (2-3 litros por minuto) por el número de canales de cultivo. Este valor debe aumentarse en un 20% como margen de seguridad frente a mayores demandas de alguna especie que se cultive eventualmente en el sistema.

Es importante considerar las futuras ampliaciones del módulo productivo, de manera de evaluar el tamaño más conveniente. Ello puede considerarse, desde un comienzo, la adquisición de una bomba de mayor tamaño, con los consiguientes costos de operación, o simplemente contar posteriormente con otra unidad acorde al incremento de la superficie productiva.

La bomba debe localizarse en forma próxima al estanque colector, sobre una base firme para evitar movimientos y vibraciones. Al mismo tiempo, deberá tenerse especial preocupación de no hacer funcionar la bomba en seco y adoptar las protecciones termoelectricas necesarias que eviten la pérdida total de la bomba frente a eventuales fallas en el sistema.

Por lo general, la bomba es instalada al nivel superior del estanque colector siendo necesario que la tubería de succión cuente con una válvula de retención para mantener el sistema de succión "purgado" frente a detenciones voluntarias o involuntarias como podría ser una caída de la energía en el sector.

Finalmente, es necesario que su funcionamiento sea observado periódicamente, no sólo en términos del flujo que se está entregando tanto en la parte alta, como en la más baja de los canales de cultivo, sino además, en términos de ruidos o vibraciones que puedan detectarse, lo cual sería indicativo de un funcionamiento defectuoso que requeriría una reparación.

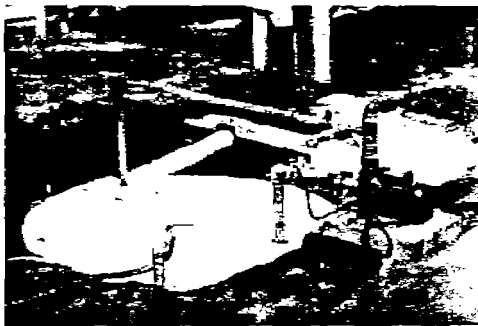


Figura III.21 Imagen de una instalación de bomba

El cálculo de la bomba a emplear en cada invernadero se obtuvo mediante la comparación de su rendimiento y bajo la perspectiva de costeo, procurando el suministro necesario para el cultivo.

BOMBA	[LITROS/MINUTO]	SOLUCION REQ	TIEMPO DE BOMBEO [MIN]	TIEMPO DE BOMBEO [HR]	COSTO [\$]
1 HP	90	48734.33	541.4925556	9.024875926	1095
0.75 HP	50	48734.33	974.6866	16.24477667	2150*
0.5 HP	70	48734.33	696.2047143	11.6034119	799
0.25 HP	35	48734.33	1392.409429	23.20682381	600
0.25 HP	35	11000	314.2857143	5.238095238	600
				*SUMERGIBLE	

Debido a la necesidad de recirculación permanente, se seleccionó la cuarta opción, además de ser la de menor costo. Así, gracias al cálculo del quinto renglón, es posible



elaborar la solución nutriente en un margen cómodo de 5 horas, por lo tanto, empleando dos cisternas con 11000 [lt], es factible mantener el flujo continuo de la solución nutriente, alternando las cisternas.

d) Red de distribución.

La solución nutritiva es distribuida a través de una red compuesta por tuberías y mangueras de PVC o goma desde la bomba impulsora hacia la parte superior de los canales de cultivo. En la actualidad se utiliza este tipo de materiales que han desplazado los de aleación metálica, ya que éstos interactúan con los elementos minerales que componen la solución nutritiva. En relación a su dimensión, depende del volumen a transportar a través del sistema, sin embargo como el flujo requerido no supera los 2 a 3 litros por minuto, normalmente el diámetro de las tuberías es de 1 pulgada.

Si se trabaja con sistemas de cultivo de pequeña superficie (menor a 100 m²) no es necesario utilizar tuberías de PVC, y con sólo ocupar mangueras de jardín, de diámetro interno de 1 a 2 cm, sería suficiente para distribuir la solución nutritiva hacia los canales de cultivo. Para superficies mayores, donde los canales de cultivo son de gran longitud, y por lo tanto, el volumen de solución circulante es superior, es recomendable la utilización de tuberías de PVC. La cantidad de tubería y accesorios para ésta están calculados en la tabla anterior.

e) Tubería colectora.

La tubería colectora recoge la solución nutritiva desde los canales de cultivo y la lleva de retorno hacia el estanque. La localización de esta tubería se ubica frente y en un nivel más bajo que la altura inferior de los canales, de esta forma la solución nutritiva desciende por gravedad, oxigenándose.

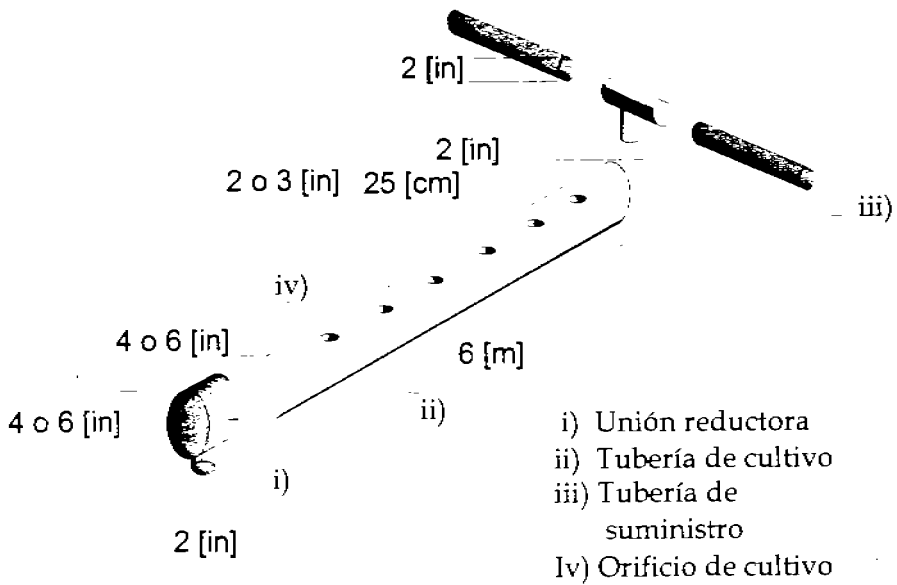
Además, esta tubería se encuentra en pendiente descendente hacia el estanque colector. Al final de ésta, se requiere colocar un codo de PVC recubierto con material aislante (polietileno) para facilitar su caída. Los materiales preferentemente utilizados son aquellos que no reaccionan con alguno de los elementos minerales disueltos en la solución nutritiva. Así, actualmente se usan tuberías de PVC, o también es posible



acondicionar alguna canaleta abierta de madera u otro material, recubierto con plástico para su aislación.

De la superficie de cultivo y las temperaturas máximas obtenidas dependerá la utilización del tipo de tubería colectora: abierta -recomendable para pequeñas superficies, bajo un régimen de temperaturas moderadas-, para así evitar cualquier taponamiento producto de las raíces que desembocan en los canales de cultivo. Se recomienda cubrirla con algún polietileno opaco (de preferencia color blanco), para evitar la contaminación de la solución nutritiva y su evaporación. Se utiliza una tubería colectora cerrada cuando se cuenta con superficies mayores y en ambientes cálidos, prefiriéndose la inclusión de aberturas individuales frente a cada canal para así recibir la solución nutritiva. El diámetro de esta tubería debería ser igual o mayor al ancho del canal de cultivo, ya que la acumulación de raíces de las plantas del borde podría taponarla.

A continuación el diseño propuesto con sus especificaciones:



- i) Unión reductora
- ii) Tubería de cultivo
- iii) Tubería de suministro
- iv) Orificio de cultivo

F

Figura III.21 Unidad de cultivo

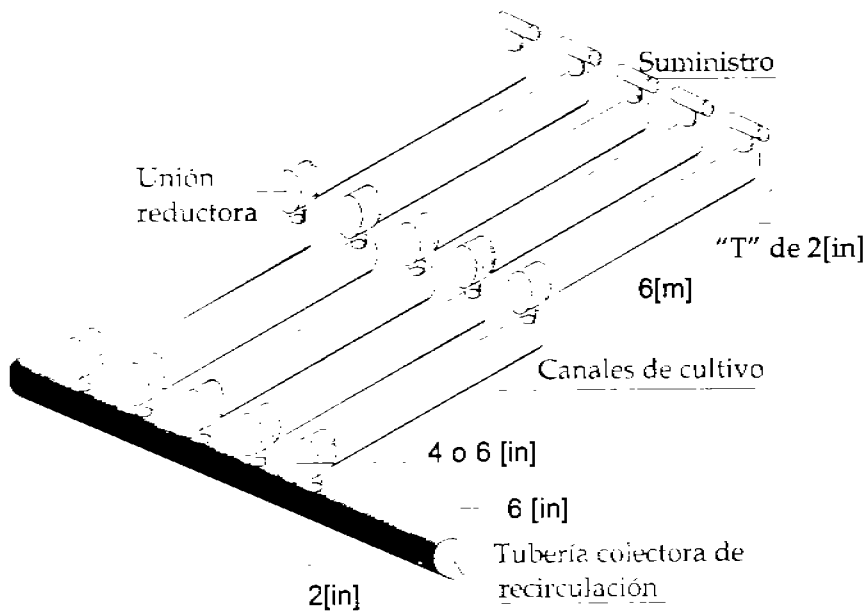


Figura III.22 Célula de Producción compuesta

d) Pendiente.

Para que la solución nutritiva fluya constantemente en el sistema, se requiere que ésta sea impulsada desde el estanque hacia la parte elevada de los canales de cultivo, y luego descienda a través de ellos por gravedad. Este descenso se produce gracias a la pendiente longitudinal de los canales de cultivo.

En general, se recomienda que esta inclinación sea de alrededor de un 2 %. Pendientes superiores a 4%, dificultan la absorción de agua y nutrientes por las raíces del cultivo; en cambio las pendientes menores a 2%, no facilitan el adecuado retorno de la solución al estanque colector, ni tampoco la mantención de la altura de la lámina de solución nutritiva.



Se recomienda aumentar la pendiente de los canales, sólo en el caso de que se cultive alguna especie que presente un gran desarrollo radical, que impida el paso sostenido de la solución nutritiva. De esta forma se evitaría el estancamiento de la solución en el interior del "colchón de raíces".

Además de la pendiente longitudinal de los canales de cultivo, también debe existir pendiente transversal a los canales de cultivo en la tubería colectora, como se muestra en la Figura III.6. La magnitud de esta pendiente debiera ser de similar valor que la pendiente longitudinal, para que se permita el fácil retorno de la solución nutritiva al estanque.

f) Longitud de los canales de cultivo.

Para cumplir los requerimientos mencionados anteriormente, se necesita además considerar un largo máximo de canales de cultivo no superior a los 15 metros. De esta forma, se logra que la solución nutritiva se mantenga con un adecuado contenido de oxígeno posible de ser absorbido por las raíces de las plantas. Longitudes superiores a la indicada posibilitan la existencia de baja concentración de oxígeno en solución y por lo tanto conlleva un menor crecimiento de las plantas, especialmente de las ubicadas en el extremo final del canal. Además, al trabajar con canales muy extensos se dificulta la sujeción de éstos.

La dimensión del largo de los canales de cultivo seleccionada es la medida estándar manejada comercialmente en los distribuidores de los tubos de PVC, la cual es 6 [m] con una unión en cascada en el extremo final, lo cual permite la oxigenación de las raíces.



III.2.6 Adaptación del Sistema NFT.

Antes de establecer el cultivo en el sistema "NFT", éste debe ser puesto en marcha, revisando que todos los elementos que lo constituyen se encuentren en funcionamiento. Inicialmente, se hace circular agua y no solución nutritiva, pues las plantas requieren al menos un período de 24 horas de acondicionamiento en el sistema. Además, en este lapso se revisará acuciosamente la existencia de goteras, para así posteriormente no perder solución.

Una vez trasplantadas es muy convergente verificar que las raíces de las plantas se encuentren en contacto directo con la solución nutritiva, ya que, cuando se colocan las plantas en el sistema, sus raíces pueden quedar atrapadas entre el contenedor y el borde interno del orificio de la tubería.

A continuación, se reiteran en forma resumida los pasos a seguir en esta operación.

1. Detener la circulación de la solución nutritiva.
2. Rellenar con agua hasta alcanzar el volumen deseado en el estanque.
3. Medir el pH.
4. Si el pH es mayor a 6,5 corregir agregando solución ácida hasta alcanzar un pH entre 5,5 y 6,0.
5. Medir la Conductividad eléctrica (CE).
6. Agregar volúmenes iguales de soluciones concentradas A y B por separado agitando constantemente hasta alcanzar el rango de CE deseado.
7. Se enciende la bomba.



III.3 La solución Nutriente

- ✓ **Objetivo:** Se explicará de forma general la estructura y formas de obtención de una solución nutritiva para un sistema NFT.
- ✓ **Alcance:** Se propondrá una adecuada formulación nutricional, partiendo de la disponibilidad de los elementos nutritivos dentro del país, para el correcto desarrollo del cultivo propuesto.

III.3.1 Los nutrientes y sus fuentes de obtención

La solución nutritiva del sistema hidropónico NFT, se puede entender como aquel conjunto de elementos nutritivos requeridos por las plantas, disueltos en agua.

Por medio de análisis químicos practicados a una serie de plantas se a podido detectar alrededor de 60 diferentes nutrientes; sin embargo dichos elementos, pudieran ser producto de la casualidad, ya que estos se hacen presentes debido al tipo de solución que rodear a las raíces en el suelo.

Sin embargo se ha podido probar que los elementos esenciales, para que se presente un desarrollo y crecimiento optimo en la plantas son los siguientes; carbonó, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio, fierro, manganeso, boro, cobre, zinc, y molibdeno. Así como también existe evidencia de que el aluminio, el cloro, el galio y el silicio tienen una marcada importancia en el crecimiento de ciertas especies vegetales.

Las fuentes más aceptables para la obtención de nutrientes son los fertilizantes comerciales, esto debido a la facilidad de adquisición que presentan en el país.



NITROGENO

FERTILIZANTE	OBSERVACIONES
Nitrato de potasio	<ul style="list-style-type: none">. En México es difícil y caro de conseguir. Es recomendable conseguirlo por tonelada. Proporciona Nitrógeno y Potasio
Nitrato de calcio	<ul style="list-style-type: none">. En México sólo se consigue como reactivo analítico. No recomendable para uso comercial
Nitrato de sodio	<ul style="list-style-type: none">. El sodio proporcionado, incrementa el contenido de sales sin contribuir a la alimentación.
Nitrato de amonio	<ul style="list-style-type: none">. No es recomendable como fuente exclusiva de nitrógeno, debido a la concentración de amonio que posee.. En México fácil de conseguir y abajo precio.
Sulfato de amonio	<ul style="list-style-type: none">. Es barato y fácil de conseguir en México.. Puede proporcionar la cantidad necesaria de azufre y amonio
Fosfato monoamónico y fosfato diamónico	<ul style="list-style-type: none">. Buen complemento de nitrógeno en forma amoniacal
Urea	<ul style="list-style-type: none">. Fuente de nitrógeno en producción de forraje hidropónico



FOSFORO

FERTILIZANTE	OBSERVACIONES
Superfosfato del calcio simple	<ul style="list-style-type: none">. Fuente más usada de fósforo, debido a lo barato y fácil de conseguir.. Es difícil de disolver
Superfosfato de calcio triple	<ul style="list-style-type: none">. Precio elevado y también es difícil de disolver.. Contiene menor cantidad de impurezas.
Fosfato de amonio fósforo diamónico	<ul style="list-style-type: none">. Más fáciles de disolver que los anteriores.. Proporcionan nitrógeno amoniacal.
Ácido fosfórico	<ul style="list-style-type: none">. Fuente suplementaria de fósforo. Usado para regular el pH, en vez de ácido sulfúrico.

POTASIO

FERTILIZANTE	OBSERVACIONES
Nitrato de potasio	<ul style="list-style-type: none">. Proporciona potasio y buena parte de nitrógeno
Sulfato de Potasio	<ul style="list-style-type: none">. Más barato y fácil de conseguir que el anterior. Proporciona también azufre
Cloruro de potasio	<ul style="list-style-type: none">. Eleva el contenido de cloro, provocando toxicidad en las plantas.



CALCIO

<u>FERTILIZANTE</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
Nitrato de calcio	<ul style="list-style-type: none">. Muy soluble. No se consigue en México como fertilizante comercial
Superfosfato (Simple y triple)	<ul style="list-style-type: none">. Proporciona la cantidad adecuada de calcio. Es difícil diluir
Sulfato de calcio (yeso)	<ul style="list-style-type: none">. Es barato y fácil de conseguir. Difícil de diluir
Cloruro de calcio	<ul style="list-style-type: none">. Eleva el contenido de cloro en la solución. Es muy soluble.

AZUFRE

FERTILIZANTE

Sulfato de calcio (yeso)

Sulfato de amonio

Sulfato de potasio

Superfosfato

Sulfato de magnesio

MAGNESIO

<u>FERTILIZANTE</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
Sulfato de magnesio (sal de epsom)	<ul style="list-style-type: none">. fuente exclusiva de magnesio, por su solubilidad, bajo costo y accesibilidad
Sulfato de magnesio (anhidro)	<ul style="list-style-type: none">. más caro y difícil de conseguir.



FIERRO

Sulfato ferroso	. fuente más barata de fierro
Cloruro férrico	. es más cara y difícil de conseguir que el anterior
Quelatos	. su precio es elevado . previene la precipitación del fósforo . proporciona fierro asimilable por períodos de tiempo más largos que el sulfato ferroso

III.3.2 Concentración de la sustancia nutritiva

La concentración que posee cada elemento dentro de una solución hidropónica, se expresa comúnmente de tres formas, que son; solución molar, solución normal y partes por millón (ppm).

Solución molar: resulta de disolver el peso molecular, expresado en gramos (mol) de una sustancia en agua hasta completar un litro de solución.

Solución molar: se obtienen disolviendo el peso equivalente de una sustancia en agua hasta completar un litro de solución. El peso equivalente se calcula dividiendo el peso molecular de la sustancia entre la valencia de su catión.

Partes por millón (ppm): Se tiene una concentración en partes por millón, cuando un gramo de sustancia esta presente en un millón de gramos de la solución. Gramos por mil litros y miligramos por litro.

III.3.3 Cálculo de la concentración requerida

Con el fin de obtener la concentración adecuada de cada elemento dentro de una solución nutritiva. Los siguientes pasos nos permitirán obtener de forma específica la



cantidad de cada fertilizante que se requiere para la elaboración de una solución nutritiva, esto con la consideración, de que cada fertilizante posee un porcentaje en mayor o menor proporción de los elementos que requiere tener una solución, para que esta proporcione los nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo.

1. Se escribe la fórmula que corresponde al fertilizante a emplear.
2. Se obtiene su peso molecular
3. En el caso de que el fertilizante aporte dos nutrientes diferentes, el cálculo se hace sobre el elemento que primero limite la cantidad de fertilizantes; el elemento de mayor peso atómico.
4. se determina que porcentaje del elemento a calcular existe en relación al peso molecular del fertilizante.

$$\% \text{ del elemento} = \text{peso atómico} / \text{peso molecular}$$

5. Con el porcentaje obtenido, por medio de una proporción, se calcula la cantidad de fertilizante requerido para dar la concentración dada del elemento.

$$\text{concentración del fertilizante} = \text{concentración deseada del elemento} / \text{porcentaje del elemento}$$

6. Si el fertilizante incluye otro elemento esencial, se calcula la cantidad ya añadida de dicho elemento.

Después múltiples investigaciones, se ha podido observar y concluir, que las concentraciones de los elementos en una solución nutritiva cambian en función de diversos factores (ambientales, genéticos, morfológicos, etc). De ahí que, al menos en teoría, no exista una solución ideal, para una especie en particular, la cual permita un desarrollo óptimo de la planta, sin verse afectada por los factores antes mencionados.

La presente situación ha dado lugar a que en diversos libros se reporten diferentes fórmulas nutritivas, donde cada una de las cuales sirve para uno o varios cultivos y para una o más condiciones de medio.

Factores a tomar en cuenta para una óptima concentración de nutrientes.



1. Especie y variedad de la planta
2. Estado de desarrollo de la planta
3. Parte de la planta que será cosechada (raíz, tallo, hoja, fruto)
4. Estación del año-duración del día
5. Clima-temperatura
6. Intensidad de la luz
7. Hora e iluminación del sol

III.3.4 Preparación de la solución nutritiva.

Son tres los métodos que usualmente se emplean para la preparación de una solución nutritiva en hidroponía: método de las soluciones madre, método normal y método de adición de los fertilizantes mezclados en seco.

Cabe destacar, que la preparación de la solución nutritiva, es el paso siguiente después de haber efectuado los cálculos de concentración de cada uno de los elementos que van a componer a dicha solución.



Elemento mineral	Simbolo químico	Peso atómico
MACRONUTRIENTES		
Nitrógeno	N	14
Fósforo	P	31
Potasio	K	39
Calcio	Ca	40
Magnesio	Mg	24
Azufre	S	32
MICRONUTRIENTES		
Hierro	Fe	56
Manganeso	Mn	55
Zinc	Zn	65,5
Boro	B	11
Cobre	Cu	64
Níquel	Ni	58,7
Cloro	Cl	35,5

III. 3.5 Método normal

En este método, los fertilizantes en seco se van añadiendo uno a uno al agua, asegurando que estos tengan una completa disolución, por medio, de una agitación constante del agua. La técnica de disolución dependerá del tamaño y características físicas de la unidad de producción, es decir, si se requiere preparar un volumen muy grande de solución se debe contar con un agitador mecánico.

Cuando menos el 50 % del volumen total del agua deberá estar presente al elaborar la solución; el resto del agua se añadirá después de haber diluido los fertilizantes.

Pasos para elaborar una solución nutritiva por el método normal, propuesto por Schwarz 1975.

1. Pesar los fertilizantes
2. Llenar el depósito de la solución
3. Se ajusta el pH del agua ya sea con ácido sulfúrico o con hidróxido de potasio
4. Se espolvorea el superfosfato y/o yeso en la superficie del agua



5. Se agita la solución por un minuto
6. Se añaden los otros macroelementos
7. Se repite la agitación de la solución con cada adición
8. Se ajusta el pH
9. Se añaden los microelementos (previamente disueltos en solución madre)
10. Se agita la solución por última vez

III.3.6 Manejo de la solución nutritiva

Con la finalidad de poder asegurar resultados satisfactorios en el proceso de cultivo, se hace necesario el control de factores técnicos relacionados con la solución nutritiva. Dentro de los factores que se deben de tomar en cuenta son los siguientes: calidad del agua, pH de la solución, control de volumen de la solución y balance de los elementos nutritivos.

III.3.7 Calidad del agua

El agua para cultivos hidropónicos puede obtenerse de varias fuentes: lluvia, ríos, corrientes subterráneas, lagos, pozos agua de mar destilada, etc.

Cualquier fuente de obtención de agua, como las antes mencionadas pueden ser aptas para uso hidropónico, siempre y cuando, cumplan con ciertas condiciones químicas, como puede ser el contenido de sales en solución, esto con el objeto de detectar y evitar posibles problemas nutricionales. Para tal efecto es necesario realizar previamente un análisis químico del agua.

Medidas a tomar en cuenta en la calidad del agua

- Que el agua no tenga un contenido superior a 500 ppm de sólidos totales (de preferencia que no sobrepase las 250 ppm)



III.4 Estudio Financiero

III.4.1 Análisis del Precio propuesto

	PRECIOS				
	Precios Central Abastos	Precio Mercado Popular	Precio Walmart	Precio COSTCO	Precio Sugerido
	[\$/kg]	[\$/kg]	[\$/kg]	[\$/kg]	[\$/kg]
Chile Pimiento	\$12.00	\$15.00	\$18.00	\$20.00	\$20.00
Chile Poblano	\$8.00	\$10.00	\$22.00	\$19.00	\$20.00
JitomateBola	\$13.00	\$15.00	\$18.00	\$17.00	\$20.00
Lechuga	\$10.00	\$15.00	\$10.00	\$18.00	\$20.00
Pepino	\$7.00	\$10.00	\$13.00	\$12.00	\$10.00

VENTAS PROYECTADAS			
	PRECIO [\$/kg]	DEMANDA [Ton/año]	VENTA PROYECTADA
Chile Pimiento	\$20.00	5.04440232	\$100,888.05
Chile Poblano	\$20.00	27.933868	\$558,677.36
JitomateBola	\$20.00	11.346314	\$226,926.28
Lechuga	\$15.00	6.037132	\$90,556.98
Pepino	\$10.00	6.18971032	\$61,897.10
		TOTAL	\$1,038,945.77

III.4.2 Cálculo de la inversión

Detalle de tuberías y cisternas

CONCEPTO	NO. UNIDADES	PRECIO	COSTO
No COPLES 4"	282	\$6.00	\$1,692.00
No COPLES 6"	462	\$24.00	\$11,088.00
No. T 2"	124	\$4.00	\$496.00
No. Codos Reductor 4" a 2"	141	\$10.00	\$1,410.00
No. Codos Reductor 6" a 2"	231	\$30.00	\$6,930.00
Cisternas	2	\$3,720.00	\$7,440.00



COSTO DE SEMILLAS (por cosecha)

HORTALIZA	No. Plantas	No. Gramos de Semillas	Total Semillas (\$)
Chile Poblano	6238.781368	\$51.78	\$62.96
Jitomate	1594.098016	\$53.08	\$67.93
Lechuga	10049.06712	\$100.49	\$71.05
Pepino	1284.590146	\$36.61	\$12.50
Pimiento	7655.267555	\$63.54	\$39.08
Total	26821.8042	\$305.51	\$253.52

III.4.3 Costos de Operación.

Análisis del Consumo de Energía Eléctrica Promedio

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA	HP	W	No. De horas en 3 meses	CONSUMO [Wxhr]	CONSUMO [kWxhr]
BOMBAS	0.5	373	2160	805680	805.68

COSTOS DE OPERACIÓN (por año)			
DESCRIPCIÓN	NO. DE UNIDADES	PRECIO/U	COSTO TOTAL
SEMILLAS			253.5196517
Solución Nutritiva [lt]	48734.33	0.1	4873.433
Celdas germinadoras	224	30	6720
Energía eléctrica [kW]	805.68	0.8	644.544
Depreciación	1	\$58,807.90	\$58,807.90
		Total cosecha	\$71,299.39
		Anual	\$213,898.18

Invernaderos

A continuación evaluaremos el precio de los fabricantes para tener un estimado del costo dentro de la inversión.

Tomando en cuenta las condiciones geográficas de Amacuzac, gracias a las características montañosas de los alrededores, no se registran vientos mayores a 50 [km/hr] y sí una temperatura promedio de 23.7 [°C], por tanto, la opción seleccionada, según el catálogo del proveedor es la de clase C.



INVERNADEROS FAX FITOTRON FX17-11U

6 Naves de 5.25 m de ancho adosadas lateralmente

LISTA DE PRECIOS

Fecha	17- Abr-05
-------	---------------

Modelo	FX17_11U/30		FX17_11U/48		FX17_11U/60	
	\$ USD	\$/m2	\$ USD	\$/m2	\$ USD	\$/m2

Clase A	LAB Planta	31,209	33.03	45,193	29.89	54,825	29.01
Diseño Viento: 100 kph	Fletes (1)	4,729	5.00	6,951	4.60	8,442	4.47
	Gastos Viaje (2)	1,831	1.94	2,034	1.35	2,237	1.18
	Instalación (3)	4,699	4.97	6,976	4.61	8,464	4.48
	Total	42,468	44.94	61,154	40.45	73,968	39.14

Clase B	LAB Planta	26,674	28.23	37,893	25.06	45,634	24.14
Diseño Viento: 80 kph	Fletes (1)	3,827	4.05	5,488	3.63	6,605	3.49
	Gastos Viaje (2)	1,831	1.94	2,034	1.35	2,237	1.18
	Instalación (3)	3,947	4.18	5,785.00	3.83	7,010	3.71
	Total	36,279	38.39	51,200	33.86	61,486	32.53

Clase C	LAB Planta	22,266	23.56	30,836	20.39	36,803	19.47
Diseño Viento: 60 kph	Fletes (1)	2,918	3.09	4,022	2.66	4,766	2.52
	Gastos Viaje (2)	1,831	1.94	2,034	1.35	2,237	1.18
	Instalación (3)	3,364	3.56	4,954	3.28	6,015	3.18
	Total	30,379	32.15	41,846	27.68	49,821	26.36

El precio seleccionado está en negritas y con una fuente más grande, a continuación es presentado el precio del invernadero individual.



INVERNADEROS FAX FITOTRON FX35_7

LISTA DE PRECIOS

Fecha > 12-Mar-05

Modelo		FX35_7/30		FX35_7/48		FX35_7/60	
PRECIOS		\$ USD	\$/m ²	\$ USD	\$/m ²	\$ USD	\$/m ²
Clase A Diseño Viento: 100 kph	LAB Planta	6,817	21.64	10,024	19.89	12,361	19.62
	Fletes (1)	728	2.31	1,064	2.11	1,293	2.05
	Gastos Viaje (2)	766	2.43	957	1.90	1,072	1.70
	Instalación (3)	1,070	3.40	1,522	3.02	1,823	2.89
	Total	9,381	29.78	13,567	26.92	16,549	26.27
Clase B Diseño Viento: 80 kph	LAB Planta	6,514	20.68	9,509	18.87	11,705	18.58
	Fletes (1)	453	1.44	642	1.27	772	1.23
	Gastos Viaje (2)	613	1.95	766	1.52	858	1.36
	Instalación (3)	914	2.90	1,326	2.63	1,601	2.54
	Total	8,494	26.97	12,243	24.29	14,936	23.71
Clase C Diseño Viento: 60 kph	LAB Planta	5,481	17.40	7,823	15.52	9,156	14.53
	Fletes (1)	371	1.18	509	1.01	603	0.96
	Gastos Viaje (2)	510	1.62	638	1.27	715	1.13
	Instalación (3)	755	2.40	1,073	2.13	1,284	2.04
	Total	7,117	22.59	10,043	19.93	11,758	18.66



Simplificando los precios de todos los modelos es posible elaborar la siguiente tabla, donde las sumas de manera horizontal están a la derecha de las características de los modelos y en la parte inferior la combinación de sumas de modelos de manera vertical (por columnas).

MOD 1	FX17_11U/30	FX17_11U/48	FX17_11U/60	SUMA DE 1 Y 2 (horz)	SUMA DE 2 Y 3	SUMA DE 1 Y 3	SUMA DE 1,2 Y 3
AREA [m ²]	945	1512	1890	2457	3402	2835	4347
PRECIO	\$30,379.00	\$41,846.00	\$49,821.00	\$72,225.00	\$91,667.00	\$80,200.00	\$122,046.00
MOD 2	FX35_7/30	FX35_7/48	FX35_7/60	SUMA DE 1 Y 2	SUMA DE 2 Y 3	SUMA DE 1 Y 3	SUMA DE 1,2 Y 3
AREA [m ²]	315	504	630	819	1134	945	1449
PRECIO	\$7,117.00	\$10,043.00	\$11,758.00	\$17,160.00	\$21,801.00	\$18,875.00	\$28,918.00
MOD 3	FX17_7/30	FX17_7/48	FX17_7/60	SUMA DE 1 Y 2	SUMA DE 2 Y 3	SUMA DE 1 Y 3	SUMA DE 1,2 Y 3
AREA [m ²]	157.5	252	315	409.5	567	472.5	724.5
PRECIO	\$5,407.00	\$7,622.00	\$9,164.00	\$13,029.00	\$16,786.00	\$14,571.00	\$22,193.00
Suma de Col	1+2+3 (col)	1+2+3 (col)	1+2+3 (col)	1+2+3 (col)	1+2+3 (col)	1+2+3 (col)	1+2+3 (col)
AREA [m ²]	1417.5	2268	2835	3685.5	5103	4252.5	6520.5
PRECIO	\$42,903.00	\$59,511.00	\$70,743.00	\$102,414.00	\$130,254.00	\$113,646.00	\$173,157.00
OTROS			MOD 1_60 Y 2_60				
AREA [m ²]			2520				
PRECIO			\$61,579.00				

Precio de los Invernaderos Seleccionados.

PRECIO DEL INVERNADERO			
Modelo	\$USD	Tipo de Cambio a M.N.	Total por invernadero [\$]
Naves adosadas FX17_11U/60	\$49,821.00	\$10.70	\$533,084.70
Una sola nave FX35_7/60	\$11,758.00	\$10.70	\$125,810.60
			\$658,895.30



INVERSION				
DESCRIPCIÓN	NO. DE UNIDADES	PRECIO/U	INVERSIÓN TOTAL	VALOR DE RESCATE
Medidor de ph	1	\$1,002.00	\$1,002.00	\$200.00
Medidor de ca	1	\$956.00	\$956.00	\$100.00
Termómetro digital, memoria, cantidad de humedad	1	\$720.00	\$720.00	\$100.00
Balanza (precisión de 1gr)	1	\$2,500.00	\$2,500.00	\$500.00
No COPLES 4"	282	\$6.00	\$1,692.00	\$0.00
No COPLES 6"	462	\$24.00	\$11,088.00	\$0.00
No. T 2"	124	\$4.00	\$496.00	\$0.00
No. Codos Reductor 4" a 2"	141	\$10.00	\$1,410.00	\$0.00
No. Codos Reductor 6" a 2"	231	\$30.00	\$6,930.00	\$0.00
Cisternas (2500 LT) con accesorios y bomba	2	\$3,720.00	\$7,440.00	\$0.00
Tinaco	1	\$1,394.00	\$1,397.00	\$0.00
Invernadero Navas adosadas FX17 11U/60	1	\$40,124.70	\$533,084.70	\$100,000.00
Invernadero de una sola nave FX35 7/60	1	\$15,025.50	\$125,810.60	\$30,000.00
Camioneta para transporte de mercancía	1	\$100,000.00	\$100,000.00	\$20,000.00
Terreno	1	\$100,000.00	0*	\$179,084.77
		TOTAL	\$794,526.30	\$329,984.77

* El terreno es una aportación de algún miembro de la asociación o grupo de accionistas, o bien, de quien desee hacer la inversión y llevar a cabo el proyecto productivo.



TERRENO (VALOR A TRAVÉS DEL TIEMPO)	
Valor del terreno (6% inflación Y plusvalía)	Año
\$100,000.00	0
\$106,000.00	1
\$112,360.00	2
\$119,101.60	3
\$126,247.70	4
\$133,822.56	5
\$141,851.91	6
\$150,363.03	7
\$159,384.81	8
\$168,947.90	9
\$179,084.77	10

DEPRECIACIÓN POR MÉTODO LINEAL		
Costo de la Inversión	\$794,526.30	Pesos
Vida útil del equipo	10	Años
Valor de rescate	\$329,984.77	Pesos
Costo - Reventa	\$464,541.53	Pesos
Depreciación = (Costo-Reventa)/vida útil	\$46,454.15	Pesos



Observaciones con respecto del Estado de Pérdidas y Ganancias:

1. Desglose de Transporte:

Consumo promedio de una camioneta Pick Up: 15 km/lt

Cuemavaca-Amacuzac 2 hr

Promedio 100 km/hr

Distancia aprox: 200 km x 2 = 400 km

No. Litros = $400/15 = 26.6666667$; redondeado 30 lt

Litro de gasolina \$7

Costo de Transporte Anual = $210 \times \text{días hábiles} = \$65,520.00$

Imprevistos y mantenimiento = \$8000

2. Teléfono

Recibo telefónico promedio 1000 mensuales por 12 = 12000

3. **Gastos Financieros:** préstamo para capital de trabajo en Banorte (Para detalle completo de los pagos, revisar Anexo de Préstramos). A continuación está el desglose de los pagos al primer año, en amortizaciones crecientes:



2005. Grupo Financiero Banorte. Derechos reservados.

Amortizaciones Crecientes

No.	Fecha	Tasa	Saldo Inicial	Interés	Capital	Saldo Final	Pago
		Mensual					
1	04-Oct-05	1.25%	\$800,000.00	\$10,000.00	\$0.00	\$10,000.00	\$10,000.00
2	04-Nov-05	1.25%	\$800,000.00	\$10,000.00	\$22,222.22	\$777,777.78	\$32,222.22
3	04-Dic-05	1.25%	\$777,777.78	\$9,722.22	\$22,500.00	\$755,277.78	\$32,222.22
4	04-Ene-06	1.25%	\$755,277.78	\$9,440.97	\$22,781.25	\$732,496.53	\$32,222.22
5	04-Feb-06	1.25%	\$732,496.53	\$9,156.21	\$23,066.02	\$709,430.51	\$32,222.22
6	04-Mar-06	1.25%	\$709,430.51	\$8,867.88	\$23,354.34	\$686,076.17	\$32,222.22
7	04-Abr-06	1.25%	\$686,076.17	\$8,575.95	\$23,646.27	\$662,429.90	\$32,222.22
8	04-May-06	1.25%	\$662,429.90	\$8,280.37	\$23,941.85	\$638,488.05	\$32,222.22
9	04-Jun-06	1.25%	\$638,488.05	\$7,981.10	\$24,241.12	\$614,246.93	\$32,222.22
10	04-Jul-06	1.25%	\$614,246.93	\$7,678.09	\$24,544.14	\$589,702.80	\$32,222.22
11	04-Ago-06	1.25%	\$589,702.80	\$7,371.28	\$24,850.94	\$564,851.86	\$32,222.22
12	04-Sep-06	1.25%	\$564,851.86	\$7,060.65	\$25,161.57	\$539,690.28	\$32,222.22



II.4.5 Estado de Resultados al primer año de ejercicio.

ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS PROPUESTO POR JAMES O. GILL	
VENTAS NETAS	\$1,038,945.77
COSTOS DE OPERACIÓN y TRANSPORTE	\$286,898.18
UTILIDAD BRUTA	\$752,047.59
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN	
Nómina (4 empleados y 1 supervisor)	\$192,000.00
Teléfono	\$12,000.00
Misceláneos	\$20,000.00
PUBLICIDAD Y PROMOCIÓN	\$120,000.00
GASTOS FINANCIEROS	\$104,134.77
GANANCIAS ANTES DE IMPUESTOS	\$323,912.86
IMPUESTOS	\$161,956.43
GANANCIAS NETAS	\$161,956.43
Ganancias retenidas al principio del año	\$0.00
Ganancias retenidas al final del año	\$161,956.43



III.4.5 Punto de Equilibrio

El análisis del punto de equilibrio es una técnica de análisis para determinar un punto de inicio para diseñar las especificaciones de un producto, en donde existe un equilibrio entre las ventas y los costos.

La fórmula es:

Ventas en el punto de equilibrio = Costos fijos + Costos variables

$$Pe = F + V$$

Costos Fijos	Total	\$456,134.73
desglose:		
	Teléfono	\$12,000.00
	Publicidad	\$120,000.00
	Misceláneos	\$20,000.00
	Mantenimiento	\$8,000.00
	Gasto Financiero	\$104,134.73
	Nómina	\$192,000.00

Costos Variables	Total	\$286,898.18
desglose:		
	Gastos de Operación	\$286,898.18

Análisis propuesto por James O. Gill:	
El porcentaje de los costos variables con respecto al total de ventas es	
Costos Fijos	\$456,134.73
Costos Variables	\$286,898.18
Ventas Totales	\$1,038,945.77
% Costos Variables =	27.61%
Pe = \$456,134.73 + 27.61% Pe	
Pe - 27.61%Pe = \$456,134.73	
Pe = \$456,134.73/(100-27.61)%	
Pe =	\$630,107.38
Si \$1,038,945.7696 se logran en un año, \$630107.38 se logran en 221.37	días
Tiempo necesario para el punto de equilibrio = 221.37 días	
Cosechas	1.84475



III.4.6 Flujos de Efectivo y cálculo del Valor Presente Neto

FLUJO DE EFECTIVO Y CÁLCULO DE VALOR PRESENTE NETO

0	\$794,526.30									\$794,526.30	1	\$794,526.30
1	\$0.00	\$269,309.72	\$456,134.73	\$296,896.18	\$1,838,946.77	\$36,893.14	\$17,801.57	\$46,954.15	\$64,755.72	0.861530462	1	\$64,755.72
2	\$76,151.90	\$327,831.77	\$411,834.89	\$315,588.80	\$1,542,846.35	\$88,585.66	\$44,282.84	\$46,954.15	\$91,246.99	0.924588213	2	\$84,362.97
3	\$78,151.90	\$212,058.51	\$362,628.85	\$315,588.80	\$1,257,124.38	\$366,849.02	\$183,424.51	\$46,954.15	\$230,378.66	0.888896389	3	\$204,895.79
4	\$78,151.90	\$0.00	\$352,008.80	\$315,588.80	\$1,382,836.82	\$716,248.82	\$357,824.41	\$46,954.15	\$404,578.56	0.864884191	4	\$345,835.46
5	\$76,151.90	\$8.80	\$352,000.00	\$315,588.80	\$1,621,128.60	\$953,532.68	\$426,766.25	\$46,954.15	\$473,720.40	0.821827187	5	\$398,363.84
6	\$139,418.30	\$0.00	\$352,008.80	\$347,146.80	\$1,673,232.55	\$974,065.75	\$487,842.88	\$46,954.15	\$533,997.83	0.788344526	6	\$422,025.61
7	\$139,418.30	\$8.80	\$352,000.00	\$347,146.80	\$1,848,565.87	\$1,141,489.81	\$679,784.68	\$46,954.15	\$617,888.95	0.758917813	7	\$488,388.81
8	\$139,418.30	\$0.00	\$352,008.80	\$347,146.80	\$2,024,811.39	\$1,325,484.69	\$862,732.29	\$46,954.15	\$709,686.44	0.73088285	8	\$618,888.83
9	\$107,468.18	\$8.80	\$352,000.00	\$347,146.80	\$2,227,872.63	\$1,627,825.73	\$783,962.86	\$46,954.15	\$810,917.01	0.702686736	9	\$668,738.54
10	\$125,810.68	\$8.80	\$352,000.00	\$381,861.48	\$2,449,779.78	\$1,715,918.38	\$857,969.15	\$46,954.15	\$904,913.30	0.675864189	10	\$811,327.86

III.4.7 Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno				
0	\$794,526.30	1		-\$794,526.30
1	\$64,755.72	0.74941	1	\$48,528.58
2	\$91,246.99	0.5616153	2	\$51,245.71
3	\$230,378.66	0.4208801	3	\$96,961.80
4	\$404,578.56	0.3154118	4	\$127,608.85
5	\$473,720.40	0.2363727	5	\$111,974.59
6	\$533,997.83	0.1771401	6	\$94,592.29
7	\$617,658.65	0.1327506	7	\$81,994.53
8	\$709,686.44	0.0994846	8	\$70,602.87
9	\$810,917.01	0.0745548	9	\$60,457.72
10	\$904,913.30	0.0558721	10	\$50,559.38



IV. Conclusiones

En los países en vías de desarrollo, la hidroponía se puede ofrecer como una opción para:

- ✓ Producir, económicamente, cultivos de alto valor, en localidades con fuertes limitantes de suelo o de agua.
- ✓ Aumentar la génesis de divisas a través de la exportación de cultivos de alto valor producidos en más cantidad y con más calidad.
- ✓ Propiciar una mayor ocupación de mano de obra no calificada en el campo.
- ✓ Mejorar los ingresos de las familias campesinas de escasos recursos.

Sin embargo, el tipo de sistema hidropónico que se requiere en países como el nuestro, deberá adaptarse a las condiciones económicas, geográficas y sociales, ubicando los centros de producción con la tecnología adecuada, en la medida de las necesidades, pues para hacer eficiente y productivo el sistema se busca la facilidad de manejo, la posibilidad de hacerla económica para nuestras condiciones (tanto en su instalación como en su operación) y de usar materiales y equipo fácilmente accesibles en el país, pero en esta búsqueda incesante de ser más productivos, emplear todos los medios, evaluando la posibilidad de incluir un sistema automatizado de riego y control de factores ambientales.

La producción agrícola de México, uno de los pilares en que según los principales economistas y políticos ha de fincarse el desarrollo del país, se encuentra prácticamente estancada, pues casi no aumenta ni en calidad ni en cantidad. Las razones de este estancamiento son complejas e involucran factores naturales, económicos, sociales y políticos que interactúan conjuntamente.

Oportunidades de comercialización y creación de nuevos empleos.

La hidroponía es una alternativa de solución a la problemática agrícola en el aspecto técnico, ya que permite obtener altos rendimientos, mejor calidad, varias cosechas al año de cultivos de alto valor (hortalizas y plantas ornamentales), que pueden



comercializarse localmente, a nivel nacional o en el extranjero, ocupación plena de mano de obra no calificada (8 a 10 personas por hectárea, de tiempo completo), utilizar menos agua y menor calidad que la que requieren los sistemas de riego convencionales en suelos, una producción segura (mediante el uso de estructuras de protección adecuadas) y rentable, sin importar las limitantes existentes de suelo y clima.

En los últimos años se ha venido generando un mayor interés por la hidroponía en México, tanto en instituciones de educación superior y centros de investigación, como en dependencias gubernamentales, empresarios agrícolas e incluso productores de escasos recursos.

El interés obedece a varias de las ventajas y perspectivas que se han señalado para esta tecnología:

- ✓ Es apropiada para predios pequeños, ya que permite altísimos rendimientos, así como más calidad y sanidad de cultivos de alto valor en el mercado nacional e internacional, proporcionando un ingreso decoroso de esas pequeñas superficies.
- ✓ Permite la ocupación plena de mano de obra no calificada con una remuneración digna.
- ✓ Garantiza una producción más estable y segura para cultivos de alto valor, ya que económicamente es posible, auxiliándose de invernaderos u otras estructuras, controlar factores climáticos adversos.
- ✓ Se puede llevar a cabo en condiciones donde el suelo es limitante para la agricultura y / o donde no se cuenta con agua suficiente para el riego convencional o ésta es de mala calidad.
- ✓ Existe un amplio y creciente mercado de plantas ornamentales y hortícolas para la exportación, cotizándose a precios muy elevados en comparación con el mercado nacional, demandando a cambio calidad y sanidad, condiciones ambas que se pueden satisfacer mejor con la hidroponía, constituyendo así



una fuente potencial de divisas para el país.

- ✓ Se oye de utilizar como tecnología apropiada en zonas marginadas o alejadas de los mercados hortícolas para producción comunitaria o familiar de hortalizas frescas. También cabe su uso en núcleos urbanos y suburbanos como un programa de huertos familiares que propicie el consumo de hortalizas frescas, con un mayor grado de sanidad y calidad y a un menor costo que las que se pueden obtener en el mercado local.

Sin embargo, el tipo de hidroponía con sistemas automatizados y a gran escala, utilizados en otras partes del mundo, presenta varios inconvenientes para ser utilizada tal cual en México.

Entre ellos destacan:

- Costos de instalación elevados (principalmente sistemas de cultivo en grava y algunos de cultivo en solución y los de cultivo en agregado que utilizan sustratos de precio alto como turba, vermiculita, agrolita, etc).
- Dificultad de manejo técnico por el productor (sobre todo los sistemas de cultivo en solución, película nutritiva, "aeroponía" y cultivo en grava).
- Generación de dependencia tecnológica, pues varios de estos sistemas involucran equipo que tiene que ser importado.

Por otro lado, la falta de información sobre el tema ha contribuido a mistificar a la hidroponía, es decir, a que muchas personas piensen en ella como una tecnología misteriosa y sofisticada que sólo puede ser entendida y trabajada por los grandes especialistas; incluso asocian a la hidroponía con productos genéticamente alterados, cuando lo que se emplea para los cultivos son semillas naturales a las que se les proporcionan condiciones óptimas para favorecer el desarrollo de los productos.



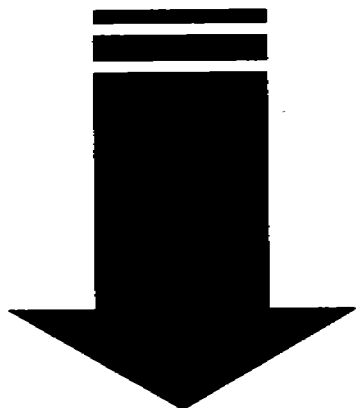
V. Bibliografía

- ☐ Baca Urbina, Gabriel. *Evaluación de Proyectos*. México, 2002.
- ☐ *Cuaderno Estadístico Municipal de Amacuzac, Estado de Morelos, Edición 1999*. INEGI.
- ☐ Hernández, Fernández y Baptista. *Metodología de la Investigación*. 2ª ed. Mc Graw-Hill. México. 2001.
- ☐ Hutermal, G.O. *Hidroponía: cultivo de plantas sin tierra*. Buenos Aires, Argentina. Albatros, 1979.
- ☐ Plan Municipal de Desarrollo. *Elaboración de Proyectos Productivos*. INEGI 1997-2000. Memoria del Municipio de Amacuzac.
- ☐ Resh, Howard M. *Cultivos hidropónicos*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 2002.
- ☐ Rodríguez de la Rocha, Sonia. *Hidroponía: Agricultura y bienestar*. Colección Textos Universitarios: Universidad Autónoma de Chihuahua. México, 2002.
- ☐ Sánchez del Castillo, Felipe. *Hidroponía*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 1999.
- ☐ Urrestarazu Gavilán, Miguel. *Manual de Cultivo sin suelo*. Universidad de Almería. Servicio de Publicaciones.
- ☐ Gill, James O. *Análisis Financiero, Técnicas para la toma de decisiones*. Grupo Editorial Iberoamérica, México, 2003.

VI. Anexos

VI.1 Desglose de las Etapas y sus inversiones necesarias.

*(Revisar la página
siguiente por
razones
de
formato
horizontal)*



Fases del Proyecto (Horizonte de Planeación)

Años	n = (años-1)	Legumbre	Demanda (Ton/año)	Aumentan do 10 % respecto al anterior DEMANDA (Ton/año)	Productividad (ton/ha)	Superficie de Construcción (ha)	Superficie de Construcción (m ²)	Area cubierta por modelos de invernaderos prediseñados (m ²)	Precio del (os) Invernaderos (\$USD)	Precio del (os) Invernaderos (\$ m.n.)
1	0	Chile Poblano	8.0444023	8.0444023	82.04	0.061487108	614.8710775			
		Jitomate	27.933868	27.933868	17.78	0.015710837	157.108369			
		Lechuga	11.348314	11.348314	131.6	0.086218191	862.1819149			
		Papino	6.037132	6.037132	476.85	0.012360442	126.6044249			
		Pimienta	6.1897103	6.1897103	82.04	0.075447469	754.4746855			
						56.851427	TOTALES	0.261524047	2615.240472	2620
2	1	Chile Poblano	8.0444023	8.5488426	82.04	0.067635819	676.3581853			
		Jitomate	27.933868	30.727256	17.78	0.017281921	172.8192058			
		Lechuga	11.348314	12.480946	131.6	0.094840011	948.4001064			
		Papino	6.037132	6.6408482	476.85	0.013926487	139.2648672			
		Pimienta	6.1897103	6.8088814	82.04	0.082992215	829.9221541			
						62.206569	TOTALES	0.278876482	2788.764819	
3	2					menos año ant	261.5240472	318	\$7,117.00	\$76,151.90
		Chile Poblano	8.0444023	6.1037288	82.04	0.0743994	743.9940038			
		Jitomate	27.933868	33.79998	17.78	0.019010113	190.1011264			
		Lechuga	11.348314	13.72904	131.6	0.104324012	1043.240117			
		Papino	6.037132	7.3049297	476.85	0.015319135	153.1913541			
		Pimienta	6.1897103	7.4898498	82.04	0.091291437	912.9143695			
				68.427228	TOTALES	0.304344097	3043.440971	318	\$7,117.00	\$76,151.90
						menos año ant	276.6764819			

Fases del Proyecto (Horizonte de Planeación)

Años	n = (años-1)	Legumbre	P ⁿ (1+i) ⁿ	Demanda [Ton/año]	Aumentando o 10% respecto al anterior	Productividad [ton/ha]	Superficie de Construcción [ha]	Superficie de Construcción [m ²]	Superficie cubierta por modelos de Invernaderos prediseñados	Precio del Invernadero [\$USD]	Precio del Invernadero [\$ m.n.]
4	3	Chile Poblán	5.04440232	6.71409949	82.04	0.08183934	818.393404				
		Jitomate	27.933868	37.1799783	177.9	0.020911124	209.111239				
		Lechuga	11.346314	18.1019439	131.6	0.114756413	1147.56413				
		Pepino	6.037132	8.03842269	476.85	0.0169851049	168.51049				
		Pimiento	6.18971032	8.23850444	82.04	0.100420581	1004.20581				
						75.2699489	TOTALES	0.334778607	3347.78607		
5	4	Chile Poblán	5.04440232	7.38850944	82.04	0.090023274	900.232746				
		Jitomate	27.933868	40.8979761	177.9	0.023002236	230.022363				
		Lechuga	11.346314	18.6121383	131.6	0.126232054	1262.32054				
		Pepino	6.037132	8.83806486	476.85	0.018536154	185.361538				
		Pimiento	6.18971032	9.06235488	82.04	0.110462639	1104.62639				
						82.7869437	TOTALES	0.368256367	3682.56367	318	\$7,117.00
6	5	Chile Poblán	5.04440232	8.12406038	82.04	0.099025602	990.256019				
		Jitomate	27.933868	44.9877738	177.9	0.02530246	253.024599				
		Lechuga	11.346314	18.2733622	131.6	0.13885526	1388.5526				
		Pepino	6.037132	9.72286146	476.85	0.020389769	203.897692				
		Pimiento	6.18971032	9.98859037	82.04	0.121508903	1215.08903				
						91.0766361	TOTALES	0.406081993	4060.81993	316	\$7,117.00
								408.8	\$13,029.00	\$138,410.30	

Fases del Proyecto (Horizonte de Planeación)

Años	n - (años-1)	Legumbre	P ² (1+i) ⁿ	Aumentand o 10 % respecto al anterior	Productivid ad (ton/ha)	Superficie de Construcción (ha)	Superficie de Construcción (m ²)	Area cubierta por modelos de Invernadero s prediseñado s	Precio del (os) Invernadero s (\$USD)	Precio del (os) Invernadero s (\$ m.n.)
7	6	Chile Poblán	6.04440232	8.93848842	82.04	0.108928162	1089.28162			
		Jitomate	27.933888	49.4888811	1778	0.027832706	278.327059			
		Lechuga	11.348314	20.1008874	131.6	0.152740786	1527.40786			
		Pepino	8.037132	10.6981478	476.85	0.022428746	224.287462			
		Pimiento	6.18971032	10.9684494	82.04	0.133659793	1336.59793			
				100.184302	TOTALES	0.448890193	4488.90193			
8	7					menos año ant	408.581993	409.8	\$13,029.00	\$138,410.30
		Chile Poblán	6.04440232	8.83011308	82.04	0.119820978	1198.20978			
		Jitomate	27.933888	54.4382062	1778	0.030615977	306.159765			
		Lechuga	11.348314	22.1107861	131.6	0.168014864	1680.14864			
		Pepino	8.037132	11.7848824	476.85	0.024671621	246.716208			
		Pimiento	6.18971032	12.0819943	82.04	0.147025772	1470.25772			
				110.202732	TOTALES	0.480149212	4801.49212			
9	8					menos año ant	448.590193	409.8	\$13,029.00	\$138,410.30
		Chile Poblán	6.04440232	10.8131244	82.04	0.131803076	1318.03076			
		Jitomate	27.933888	69.8787289	1778	0.033677574	336.775742			
		Lechuga	11.348314	24.3218317	131.6	0.18481635	1848.1635			
		Pepino	8.037132	12.9411288	476.85	0.027138783	271.387829			
		Pimiento	6.18971032	13.2681938	82.04	0.161728349	1617.28349			
				121.223008	TOTALES	0.839184133	8391.84133			
						menos año ant	480.149212	804	\$10,043.00	\$107,460.10

Fases del Proyecto (Horizonte de Planeación)

Años	n = (años-1)	Legumbre	P ⁿ (1+i) ⁿ	Aumentand o 10 % respecto al anterior	Productivid ad (ton/ha)	Superficie de Construcción [ha]	Superficie de Construcción [m ²]	Area cubierta por modelos de Invernadero s prediseñado s	Precio del (os) Invernadero a [\$USD]	Precio del (os) Invernadero a [\$ m.n.]
10	9									
		Chile Poblán	6.04440232	11.6944368	82.04	0.144983384	1449.83384			
		Jitomate	27.933888	66.8665996	1778	0.037045332	370.453316			
		Lechuga	11.346314	26.7540149	131.6	0.203297986	2032.97986			
		Pepino	6.037132	14.2362415	476.05	0.029852661	298.526611			
		Pimiento	6.18971032	14.5960132	82.04	0.177901184	1779.01184			
				133.346306	TOTALES	0.693080646	6930.80646			
					menos año ant		639.164133	630	\$11,768.00	\$126,810.60

VI.2 Flujo de Efectivo y Valor presente Neto

FLUJO DE EFECTIVO Y CALCULO DE VALOR PRESENTE NETO												
	\$794,626.30								\$794,626.30	1		\$794,626.30
	\$0.00	\$290,309.72	\$486,134.73	\$296,898.16	\$1,038,946.77	\$35,903.14	\$17,801.67	\$48,064.16	\$84,786.72	0.991839482	1	\$82,295.12
	\$78,161.00	\$317,631.77	\$411,034.00	\$316,888.00	\$1,142,840.38	\$68,888.00	\$44,292.84	\$48,064.16	\$81,248.99	0.924886213	2	\$84,382.67
	\$78,161.00	\$312,088.81	\$382,839.00	\$316,888.00	\$1,287,124.38	\$368,848.02	\$183,424.81	\$48,064.16	\$230,379.00	0.888996369	3	\$794,808.79
	\$78,161.00	\$0.00	\$382,000.00	\$316,888.00	\$1,382,836.82	\$716,248.82	\$387,624.41	\$48,064.16	\$404,678.86	0.864804191	4	\$248,835.45
	\$78,161.00	\$0.00	\$382,000.00	\$316,888.00	\$1,621,120.80	\$853,632.50	\$428,768.26	\$48,064.16	\$473,720.40	0.821827107	8	\$389,383.84
	\$138,410.30	\$0.00	\$382,000.00	\$347,148.80	\$1,873,232.88	\$974,088.78	\$497,042.88	\$48,064.16	\$622,997.03	0.790314826	8	\$422,026.81
	\$138,410.30	\$0.00	\$382,000.00	\$347,148.80	\$1,849,888.81	\$1,141,409.01	\$670,704.80	\$48,064.16	\$617,888.86	0.789917613	7	\$489,369.81
	\$138,410.30	\$0.00	\$382,000.00	\$347,148.80	\$2,024,811.39	\$1,326,464.89	\$892,732.89	\$48,064.16	\$708,888.44	0.730690208	8	\$818,890.83
	\$107,460.10	\$0.00	\$382,000.00	\$347,148.80	\$2,227,072.83	\$1,527,928.73	\$783,982.86	\$48,064.16	\$810,817.01	0.702888736	9	\$869,729.84
10	\$128,810.80	\$0.00	\$382,000.00	\$381,861.48	\$2,448,779.78	\$1,718,818.30	\$887,989.16	\$48,064.16	\$904,813.30	0.676884189	10	\$811,327.00