



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

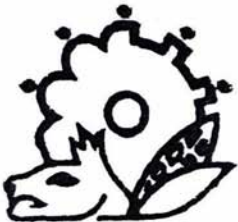
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
DE ARAGON

"CULTIVO DE ACELGAS BAJO EL METODO HIDROPONICO  
CON DOS FUENTES DE NUTRIMENTOS, UNA OPCION AL  
MINIFUNDIO".

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**LICENCIADO EN PLANIFICACION PARA EL  
DESARROLLO AGROPECUARIO**  
P R E S E N T A :  
**OSCAR HUMBERTO TAVITAS ALTAMIRANO**

ASESOR: M. EN C. RAMIRO RIOS GOMEZ



MEXICO, D.F.

MAYO 2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 MIS PADRES:  
**FERMÍN Y PATRICIA.**

SU APOYO, AMOR Y PACIENCIA,  
SON EL MOTOR DE MI EXISTENCIA.

A MIS HERMANOS: FERMÍN, PATRICIA, LILIA, CAROL,  
FRANCISCO, EDUARDO Y ARIADNA

A MIS AMIGOS: ALEJANDRO, JESÚS Y FERNANDO.

A V. H. A. D.

AGRADEZCO:

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POR DARMER EL PRIVILEGIO DE ENRIQUECER MI  
PENSAMIENTO EN SUS AULAS.

A MIS PADRES POR TODOS LOS VALORES QUE ME HAN  
INCULCADO, POR DARMER TODO SU AMOR Y RESPETO, POR  
PERMITIRME HACER TODO LO QUE SE ME HA OCURRIDO.

A MIS HERMANOS POR SU APOYO, PACIENCIA,  
TOLERANCIA Y CARIÑO.

A MIS AMIGOS, A QUIENES CONOCÍ DENTRO Y FUERA DE  
LA UNAM, Y QUE ME HAN DEMOSTRADO QUE TAMBIÉN  
FUERA DE LAS AULAS SE APRENDE Y SE ARMONIZA.

A MIS MAESTROS, DESDE AQUELLOS QUE ME ENSEÑARON  
A LEER Y ESCRIBIR, A DESCUBRIR QUE LOS LIBROS NOS  
HACEN LIBRES CUANDO SE TOMAN POR COMPAÑEROS  
INSEPARABLES EN CUALQUIER MOMENTO, HASTA  
AQUELLOS QUE CON SUS IDEAS Y PENSAMIENTOS ME  
HICIERON REFLEXIONAR SOBRE LA VIDA MISMA.

AL MAESTRO EN CIENCIAS RAMIRO RÍOS GÓMEZ, POR SU  
INFINITA PACIENCIA Y SAPIENCIA.

A LA SEÑORA SOCORRO Y A SUS HIJOS CARLOS Y NORMA,  
POR TODO EL APOYO DESINTERESADO QUE ME  
BRINDARON AL REALIZAR MI MODELO EXPERIMENTAL.

A V. H. A. D. POR FORMAR PARTE DE MI VIDA.



<b>ÍNDICE</b>	
<b>I. Resumen</b>	8
<b>II. Introducción</b>	9
<b>III. Antecedentes</b>	13
3.1 Principales elementos del fenómeno agrícola	18
3.2 Concepto de desarrollo	19
3.3 Panorama del desarrollo agrícola en México	20
3.4 Minifundio	24
3.5 La realidad rural en el México de hoy	30
3.6 Las potencialidades del espacio rural	31
3.7 Horticultura	34
3.8 Fertilidad	36
3.9 Acelga	39
3.10 Métodos y técnicas de la agricultura orgánica y moderna	40
3.11 Hidroponía	44
<b>IV. Objetivos</b>	56
4.1 General	56
4.2 Específicos	56
<b>V. Hipótesis</b>	57
<b>VI. Materiales y métodos</b>	58
<b>VII. Resultados y discusión</b>	61
7.1 Estado fitosanitario	74
7.2 Estudio económico y financiero	77
<b>VIII. Conclusiones</b>	91
<b>IX. Recomendaciones</b>	94
<b>Literatura citada</b>	95
<b>Anexo 1</b>	100
<b>Anexo 2</b>	101

## ÍNDICE DE CUADROS.

<b>Cuadro 1.</b> Promedio del ancho de hoja, en cm, por cada semana, de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	63
<b>Cuadro 2.</b> Promedio del largo de raíz de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	67
<b>Cuadro 3.</b> Promedios del largo y ancho de <i>Beta vulgaris</i> L var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	68
<b>Cuadro 4.</b> Promedios del largo y ancho de la hoja de <i>Beta vulgaris</i> L var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	70
<b>Cuadro 5.</b> Promedios del área foliar de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	71
<b>Cuadro 6.</b> Resumen estadístico de <i>Beta vulgaris</i> L var. Cicla en hidroponía con dos fuentes de nutrimentos.	73
<b>Cuadro 7.</b> Costos de producción para 8 m <sup>2</sup> de superficie con fertilizantes	78
<b>Cuadro 8.</b> Costos de producción para 8 m <sup>2</sup> de superficie con abonos orgánicos.	78
<b>Cuadro 9.</b> Costos de producción entre los dos tratamientos para el cultivo de acelga.	79
<b>Cuadro 10.</b> Producción y precio del producto.	79
<b>Cuadro 11.</b> Comparación entre costos de cada tratamiento.	79

<b>Cuadro 12.</b> Costos variables para producir acelga en sistema hidropónico bajo invernadero de 50 m <sup>2</sup> .	80
<b>Cuadro 13.</b> Costos fijos en producción de acelga en sistema hidropónico	80
<b>Cuadro 14.</b> Ingreso por ventas de acelga	81
<b>Cuadro 15.</b> Inversión fija para el cultivo de acelga en sistema hidropónico.	83
<b>Cuadro 16.</b> Activo circulante.	83
<b>Cuadro 17.</b> Inversión inicial para el cultivo de acelga en 50 m <sup>2</sup> de invernadero	84
<b>Cuadro 18.</b> Amortización de la deuda para la producción de acelga en invernadero	85
<b>Cuadro 19.</b> Depreciación del activo fijo en el cultivo de acelgas bajo invernadero.	85
<b>Cuadro 20.</b> Presupuesto de ingresos por ventas.	86
<b>Cuadro 21.</b> Presupuesto del costo de producción para 5 años.	86
<b>Cuadro 22.</b> Estado de resultados.	87
<b>Cuadro 23.</b> Periodo de recuperación de la inversión.	87
<b>Cuadro 24.</b> Flujo neto de efectivo	88

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Altura promedio de la plantas de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en hidroponía con dos fuentes de nutrimentos.	62
<b>Gráfica 2.</b> Promedio del ancho de hojas de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	63
<b>Gráfica 3.</b> Promedio del número de hojas de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	64
<b>Gráfica 4.</b> Biomasa fresca de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	65
<b>Gráfica 5.</b> Promedios del peso de raíz y follaje de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	66
<b>Gráfica 6.</b> Promedio del largo de raíz de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	67
<b>Gráfica 7.</b> Promedios del largo y ancho del peciolo de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	68
<b>Gráfica 8.</b> Promedios del ancho y largo de la hoja de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	69
<b>Gráfica 9.</b> Área foliar de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	71
<b>Gráfica 10.</b> Promedio del número de raíces de <i>Beta vulgaris</i> L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.	72

## **I. RESUMEN.**

La reducción de las áreas de cultivo, debido a múltiples factores, induce al hombre a buscar técnicas de producción agrícola más eficientes y a obtener productos de mayor calidad en poco espacio.

El objetivo del estudio fue describir y evaluar el grado de desarrollo que pueden presentar los vegetales con nutrimentos de origen orgánico y de síntesis química, y se determinó la posibilidad de empleo en la producción de alimentos de calidad y económicamente rentables.

El siguiente trabajo se realizó basado en los resultados de un modelo experimental que se desarrolló en un patio casero en Chimalhuacán, aplicando el método hidropónico. Se evaluaron doce aspectos fisiológicos en la especie *Beta vulgaris* L. var. Cicla. (acelga).

Los resultados favorecieron a las plantas bajo riego con solución inorgánica, porque los nutrimentos se encuentran más asimilables para los organismos, por lo que en diez parámetros resultaron superiores a las que recibieron riego orgánico.

El Valor Actual necesario para cultivar 50 m<sup>2</sup>, con acelga, resultó mayor que la inversión inicial, por lo que se consideró viable producir esta hortaliza bajo este sistema.

## II. INTRODUCCIÓN.

Con el presente trabajo no se pretende hacer una comparación entre agricultura orgánica (Heiney, 1998), llamada también holística por Widdowson (1993), o agricultura biológica por Bellaport y Lajusticia (1996), o agricultura ecológica por Lampkin (1998), con la hidroponía, puesto que sus diferencias son claras, así se tiene que en la agricultura orgánica los nutrimentos se derivan directamente de la descomposición de la materia orgánica y se emplean técnicas de cultivo que no alteran el medio incluso se produce lo más natural posible, en cambio en la hidroponía si se quiere se tienen todos los factores físicos controlados incluidos los nutrimentos; sino que con el método hidropónico se proveerá de dos fuentes de nutrimentos, una de ellas de síntesis química y la otra de síntesis orgánica, esto para averiguar si son factiblemente aplicables a los medios rurales y semiurbanos de México. Son dos variantes en la técnica, totalmente productivas tanto en pequeños como en grandes espacios.

Además, con las dos fuentes distintas de nutrimentos se pueden hacer calendarios de producción, apoyándose en otros aspectos como el clima, mercado, mano de obra, agua; de tal manera que siempre se cuente con las verduras u otros cultivos necesarios en la nutrición de los mexicanos, porque según el Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán (INEGI, 2000b) el 56 % de los niños menores de cinco años presentan algún síntoma de desnutrición que puede ser leve hasta severa, entonces se necesita que en México se produzcan alimentos en abundancia y de alta calidad. Pero en realidad, por las múltiples funciones que desempeñan en nuestro organismo las hortalizas de hoja, se les considera como elementos principales e insustituibles en la dieta. Los vegetales contienen celulosa no digerible para el hombre y por eso estimulan la peristalsis intestinal favoreciendo la digestión de las comidas pesadas como las grasas. Las hortalizas deberían formar parte preferente en la cocina mexicana y su comida, con el fin de estimular la secreción de jugos gástricos y salivares. Esta influencia de las hortalizas en las funciones digestivas depende tanto de sus buenas características organolépticas –forma, color, sabor y



aroma— como de su composición química. Los vegetales son ricos en ácidos orgánicos (oxálico, cítrico, málico, tartárico, etc.) que explican su efecto diurético y desintoxicante. Los vegetales proporcionan al organismo gran parte del agua necesaria (Mainardi, 1996, b).

En pequeñas terrazas de las grandes ciudades, en los traspatios en zonas semiurbanas y totalmente rurales, entre otros lugares pequeños y, porque no, en grandes áreas, se debe producir alimentos básicos, pues es difícil su obtención en el medio rural debido a los embates atmosféricos y escasez de apoyos por parte del gobierno a los pequeños productores.

Dado que el Planificador para el Desarrollo agropecuario es un profesional capacitado para dar soluciones y propuestas al medio rural y siendo actualmente uno de sus principales problemas la disminución de las parcelas por fraccionamiento hereditario, el cambio de uso de suelo en las zonas cercanas a las ciudades, el abandono del campo por parte de los campesinos porque sus tierras ya no son productivas, debido a malas prácticas que degradaron el suelo, y los precios en el mercado que alcanzan sus productos no les permite llevar una vida decorosa, es necesario mostrar dos técnicas agrícolas, que ahorran agua —cada vez más escasa— permiten obtener una cantidad de productos alimenticios en espacios pequeños, entre otros.

En las últimas décadas los cultivos sin suelo están teniendo un auge considerable, sin embargo, son pocas las oportunidades en los diferentes diseños curriculares de aprender los conocimientos y técnicas necesarios para el cultivo sin suelo. Dichos conocimientos son imprescindibles para poder asesorar a los agricultores en el seguimiento e implantación de los sistemas de cultivo sin suelo (Izquierdo, 1993). La ignorancia (de estos aspectos), con demasiada frecuencia es la responsable de la ineficiencia de determinadas políticas de desarrollo social o incluso la causante del fracaso de algunos procesos de difusión de nuevas tecnologías y podría seguir siéndolo si no se modifica el enfoque con el que se estudian los problemas agrarios en general o, los de un sector en particular (Ramos y Rallo, 1992).

El experimento realizado presentó las ventajas y desventajas, de manera general, de las dos opciones de fuentes de nutrimentos con el método hidropónico y trató de demostrar que ambas son factibles en espacios pequeños a través de análisis económicos y técnicos; y que todo tipo de personas interesadas en dar un uso apropiado a un solar, patio o una parcela, puede producir alimentos.

Resh (1992) dice que la hidroponía puede ser usada en países en desarrollo para proveer una producción intensa de alimentos, en áreas limitadas.

La hidroponía, técnica que consiste en suministrar los nutrimentos necesarios para el desarrollo de las plantas sobre un sustrato inerte, es un medio excelente para crecer verdura fresca no solamente en los países que tengan poca tierra cultivable, sino también en aquellos que tengan una gran población. Por ejemplo, los jitomates crecidos de esta forma pueden cosecharse hasta 150 toneladas por media hectárea anualmente (Resh, 1992).

La agricultura desarrollada en México en forma tradicional, la que toma sólo elementos de origen animal o vegetal previa descomposición bacteriana y rotación en el terreno, tiene mucha similitud con el sistema de Agricultura Orgánica, en la que además de aplicar las técnicas empíricas de cultivo añade los avances de la ciencia como es la aplicación de cepas de hongos nitrificantes del suelo, obtenidas previamente en laboratorios. De los métodos agrícolas conocidos para la agricultura campesina o tradicional, además del conocimiento de los suelos diferenciados y clasificados por su fertilidad natural y del botánico por el conocimiento a profundidad de las plantas cultivadas o domesticadas, está el conocimiento desarrollado en torno al manejo del agua para riego, los factores climáticos y su influencia en la producción, un criterio para descanso de los terrenos tropicales y la recuperación de su fertilidad natural, construcción de terrazas en laderas muy inclinadas y suelos pedregosos, la eliminación de malas hierbas y la conservación de otros ambientes que benefician al hombre, la asociación de cultivos, la rotación de cultivos, la conservación de la humedad y los suelos. Esta serie de prácticas



agrícolas son indicadores de conocimientos empíricos profundos de los ciclos vegetales de las plantas, dirigidas a obtener mayores rendimientos o bien a incrementar la producción de una parte o producto de una planta determinada.

Debido a que cada vez los campos se van reduciendo más, las parcelas por familia son menores, en las zonas semiurbanas los lotes son pequeños, las áreas con acceso al riego en el medio rural disminuyen, es necesario pensar en aplicar técnicas agrícolas que permitan producir más y mejor en menores espacios, una de ellas es precisamente la hidroponía y en este trabajo se buscó conocer si las dos fuentes de nutrimentos son realmente productivas o con cuál solución las plantas presentan mejor desarrollo, se evaluaron aspectos en lo económico y lo productivo. La investigación recabó información bibliográfica desde la década de 1990 a la fecha, que sirvió para montar el modelo de producción en Chimalhuacán, el cual tuvo una duración de 2 meses, junio y julio del año 2002, tiempo suficiente para realizar el análisis

### III. ANTECEDENTES.

La necesidad de producir alimentos para una población en constante crecimiento, ha hecho del hombre un ser más eficiente en sus sistemas y métodos de producción, elevando así la cantidad y calidad de los productos agrícolas (Salazar, 2002)

Uno de los problemas más importantes con los que se encuentra actualmente el mundo, es el hambre e ineficiente nivel alimenticio que padece gran parte de la población. Este problema puede agudizarse en el futuro si el progreso de la producción de alimentos no supera al crecimiento de la población que se ha acelerado espectacularmente a lo largo del siglo pasado, especialmente en los últimos decenios. Pero no solamente hay que considerar el problema de los alimentos: las fibras, té, café, especias, caucho, etc. son producciones que tiene una importancia económica considerable (Domínguez, 1990).

En México, es cada vez más urgente aumentar la eficiencia global en el uso del agua para riego, entre otras cosas por la creciente demanda del sector urbano e industrial de este recurso y la necesidad de aumentar la superficie bajo riego (Bobadilla, *et al.*, 2002)

La población mexicana en 1997 era de 93 millones 716 mil 337 habitantes, es decir, 12.5 millones más que en 1990 y casi el doble de la que había en 1970. Pero en el 2000 se llegaba a más de 97 millones de habitantes según el censo de ese mismo año y para el 2001 se cree que ya se rebasó la cifra de los 100 millones de habitantes. México cuenta con una superficie de un millón 958 mil 201 kilómetros cuadrados, ocupando el lugar número 14 a nivel mundial en cuanto a superficie territorial, de este espacio el 53.94 % son zonas áridas y semiáridas. La densidad de población se ubica entre las 195 personas por kilómetro cuadrado, cifra que se considera baja en comparación a otros países (INEGI, 2000a). La población rural en 1997 fue cercana al 26 % de la población total. La superficie sembrada en 1998 fue de 21 982 344 hectáreas, o sea, que si esa superficie sembrada perteneciera a cada uno de esos 26 millones de personas que viven en el medio rural les correspondería de

menos de una hectárea a cada uno, sin tomar en cuenta las edades y la concentración de la tierra que se da en la pequeña propiedad y en los ejidos, porque se reduciría el número de personas con acceso a las tierras de labor. Entonces la responsabilidad de alimentar a un país con 100 millones de habitantes que recae sobre las personas del campo es muy fuerte. Sin tomar en cuenta la calidad de las tierras y la disponibilidad de agua de la que disponen para uso agrícola. Aprovechar mejor un espacio pequeño, implica una planificación meticulosa con el fin de asegurarse de que la tierra le recompense de algún modo (Heiney, 1998).

Las únicas posibilidades de cubrir estas necesidades son de un lado el incremento de las áreas de cultivo y de otro el incremento de la productividad. El incremento de áreas productivas tiene pocas perspectivas, ya que sólo cabe pensar en ligeros aumentos en los países en desarrollo y en Asia, y algo más en centro y sudamérica, y esto sólo en detrimento de las áreas naturales.

Las perspectivas son mayores, por el contrario, en el aspecto de aumento de la productividad como consecuencia de la mejora del conjunto de las prácticas agrícolas (Domínguez, 1990).

En la agricultura moderna, aquella en la que se suministran nutrimentos de síntesis química así como pesticidas, el agua y el suelo están contaminados y en ocasiones con procesos irreversibles, la degradación de los suelos y la calidad de los alimentos preocupan a los productores, consumidores y a la comunidad científica, ya que muchos de ellos presentan grandes cantidades de pesticidas, de nitratos o de hormonas (Bond, *et al.*, 2002). El abuso y la mala utilización de los fertilizantes, así como las prácticas agrícolas inadecuadas puede causar problemas de contaminación, principalmente en las aguas, por exceso en el contenido de nitratos en los mismos. La especialización en exceso de fertilizantes nitrogenados hacen a los cultivos más susceptibles a las enfermedades fungosas y bacterianas. Los insectos desarrollan resistencias a los pesticidas, teniendo que aumentarse la dosis y el poder de las moléculas activas. Puede asegurarse sin embargo, que

una cuidadosa dosificación y programación de los elementos nutritivos evita y corrige estos problemas, por lo que es imputable a la fertilización ya sea mineral u orgánica (Domínguez, 1990; Bond, *et al.*, 2002).

Para ello es necesario hacer uso de las técnicas agrícolas productivas de que se disponen hoy en día a nivel mundial, y que no dañen tanto el medio ambiente, así la hidroponía bien practicada no deja residuos en el suelo, puesto que no se aplica en él. Entonces se aplica en lugares pequeños, medianos, donde no existe suelo como terrazas, azoteas, patios, y si lo hay no se siembra en él sino en los contenedores del sustrato inerte.

Es innegable la importancia que cobra día con día el cultivo de las hortalizas en México, cuya cosecha se exporta en gran medida, por la superficie que se destina a su cultivo, por la fuente de empleo que esta actividad representa, así como también por las divisas que de ellas se obtienen. Más de un millón quinientas mil hectáreas se ocupa con la gran diversidad de especies cultivadas, a las cuales se les designa como hortalizas: acelga, alcachofa, berenjena, betabel, brócoli, calabaza, cebolla, chayote, chícharo, chile, cilantro, col, col de bruselas, coliflor, espárrago, fresa, frijol ejotero, huanzontle, jitomate, lechuga, melón, nabo, papa, pepino, rábano, sandía, tomate de cáscara y zanahoria, solamente por mencionar algunas de ellas (Anaya y Romero, 1999).

Con los cultivos en invernaderos cambió totalmente el panorama productivo. Costosas y sofisticadas instalaciones recobraron su inversión gracias a las altas producciones, muy exigentes en tecnología y especialización, el uso intensivo del suelo y la repetición continua de cultivos propiciaron la aparición de múltiples problemas de suelo (degradación, contaminación), que no siempre los tratamientos químicos y desinfecciones eran capaces de resolver, poniendo en peligro las cuantiosas inversiones afectadas, la utilización de medios de cultivo alternativos al suelo era pues totalmente previsible (Izquierdo, 1993).



Un poco antes de la Segunda Guerra Mundial, en el mundo occidental se comenzaba a practicar el cultivo de plantas sin necesidad de suelo, bastaba con aportar los nutrientes necesarios, disueltos en agua, a las mismas, para que éstas produjeran en grandes cantidades y sin necesidad de mucho espacio.

En contraposición a la hidroponía, la agricultura orgánica se pone cada vez más en boga, sobre todo en países europeos y también en algunas naciones en donde el atraso tecnológico permitió que siguieran practicandose conocimientos empíricos como en el sureste mexicano en el cultivo del café orgánico, por lo poco que afecta al medio ambiente, aquí se toma en cuenta el conocimiento milenario de generaciones con respecto a los cultivos para producirlos de forma lo más natural posible, sin dejar residuos que a la larga sean tóxicos. La agricultura orgánica en realidad es la alternativa ecológica a la agricultura intensiva (Widdowson, 1993).

La agricultura orgánica es ideal para huertos familiares, sin descartar obviamente los cultivos en grandes superficies destinados al mercado, que también es posible y muy bien remunerados y demandados por los habitantes de países desarrollados. En los huertos es posible producir los alimentos que se consumen diariamente en las casas y generar pequeños excedentes que se puedan comercializar en el mercado local y ser otra fuente de ingresos para las familias que se van quedando poco a poco sin tierra debido a la urbanización de sus predios, como en municipios aledaños a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y otras mas urbes de México y Latinoamérica.

La llamada agricultura orgánica no es un regreso a la agricultura practicada por nuestros antepasados, es un sistema que toma todos los conocimientos modernos de la agricultura y otras ciencias naturales y desarrolla métodos prácticos de poner en ejercicio tales conocimientos, idealmente sin perjuicio del medio (Widdowson, 1993). Más recientemente se pensó que constituía un gran desperdicio tirar la parte líquida de la limpieza de tambos, establos, porquerizas, o gallineros. Comenzó entonces a utilizarse el

'purín' que es una mezcla de estiércol, orina y agua de lavado de todos esos locales, se distribuye en forma semilíquida sobre la superficie de los campos (Peñagoricano, 1990).

Es por ello que en el trabajo experimental se usaron dos fuentes de nutrimentos aplicados al método hidropónico y una de ellas fue precisamente de origen totalmente orgánico.

Entre las diversas innovaciones tecnológicas acaecidas en los cultivos de hortalizas, cabe destacar la introducción de los cultivos sin suelo en la década de los ochenta. Los cultivos sin suelo poseen un elevado potencial productivo pero exigen el conocimiento y manejo experto de una tecnología que no está al alcance de nuestros horticultores (Martínez y García 1993).

La productividad, en cualquiera de las dos soluciones, orgánica o química, depende principalmente de los niveles de disponibilidad y aplicabilidad de entradas de energía de acuerdo al clima, suelo y el cultivo considerado (Bond, *et al.*, 2002).

Los sistemas agrarios se caracterizan por ser abiertos y muy complejos. Que sean abiertos significa que están en relación permanente con su entorno, ya sea el biológico, el social, el económico o el político. Con este entorno mantienen intercambios o flujos de energía, información, bienes, recursos financieros y recursos humanos, etc. Por lo que respecta a la complejidad, esta procede de la gran variedad de elementos constitutivos de los mismos. Cada uno de estos elementos tiene funciones específicas y están altamente interconectados entre ellos. Las interacciones son muy variadas y no lineales, dando como resultado una totalidad organizada (Ramos y Rallo, 1992).

### 3.1 PRINCIPALES ELEMENTOS DEL FENÓMENO AGRÍCOLA.

Desde épocas remotas la humanidad vive sacando su sustento de la tierra, en forma de cereales, guisantes, hortalizas, leche o carne, también sus vestimentas, lanas, cueros, fibras vegetales. Una vez que se hizo sedentario, gracias a la agricultura, alcanzó un desarrollo social y aprendió a vivir en comunidad, hasta conformar grandes ciudades, durante muchos siglos, el hombre solamente sacó del suelo sin devolverle más que la basura que producía y los desechos y desperdicios de lo que utilizaba sin tasa ni nociones de aprovechamiento (Peñagoricano, 1990).

El desarrollo de las actividades agrícolas se hayan determinados en primer instancia al tipo de clima prevaleciente a una región (Bond, *et al.*, 2002). Según Méndez (1997), los elementos de mayor importancia que permiten ubicar y entender el fenómeno agrícola, ya sea en forma general o particular son los siguientes:

- Ambiente físico: geografía y su influencia, origen geológico del sustrato, clima, suelos, infraestructura.
- Homo*: homo masculino, homo femenino.
- Plantas: distribución, silvestres, arvenses, cultivadas y por selección humana modificadas genéticamente, móviles de selección, relaciones antropocéntricas.
- Tecnología de la producción: calendarios agrícolas, prácticas agrícolas, instrumentos de trabajo.
- Ambiente cultural: desarrollo de la agricultura, asentamiento, población, fuerzas productivas, relaciones de producción, superestructura, procesos de trabajo; grupos étnicos y su aprovechamiento vegetal.
- Fauna asociada: distribución de trabajo, de cría para el consumo y recreación; silvestre de captura o caza dañina, manejo y domesticación.

### 3.2 CONCEPTO DE DESARROLLO.

Un concepto de desarrollo rural es el que parte de la identificación de las limitantes estructurales que hasta aquí ha enfrentado la agricultura de subsistencia, entre las cuales, las fundamentales son la estructura agraria, las relaciones desiguales de intercambio y la escasez de medios de producción. Un verdadero desarrollo rural deberá, necesariamente, basarse en la superación de estas limitantes. Sin duda, este planteamiento trasciende el ámbito rural, en la medida que implica transformaciones que afectan al conjunto del sistema social y por lo tanto, depende de decisiones políticas (Volke y Sepúlveda, 1987).

El desarrollo rural estaría dado por:

- El grado al cual los grupos y comunidades rurales son capaces de definir sus objetivos, manejar sus propios recursos y determinar la naturaleza de sus relaciones con el resto de la sociedad para alcanzarlos; y
- El nivel de vida de los distintos grupos de la población rural, en términos de la satisfacción de sus necesidades.

En los países en vías de desarrollo, para los productores de subsistencia implicaría:

- El acceso a los medios de producción (tierra, capital y tecnología) y de subsistencia (justa distribución de los ingresos), al conocimiento, y a las oportunidades económicas, sociales y culturales; y
- La participación en el proceso de toma de decisiones y de realización social, económica y cultural (Valdivia, 1977), para esto se requiere, además del acceso a la tierra, capital y tecnología, una legislación adecuada, la organización de los factores de la producción, la educación formal y no formal de los productores y de sus familias y su participación en la planeación y ejecución de las soluciones, en otras palabras, la autogestión.

En el desarrollo rural así concebido, la producción, sin desconocer su importancia, se ve como parte integral de la problemática de la agricultura de subsistencia, y constituye un medio para alcanzarlo, en la medida en que incremente de manera real los ingresos de los productores y conduzca a la satisfacción de las necesidades de población rural.



### 3.3 PANORAMA DEL DESARROLLO AGRÍCOLA EN MÉXICO.

México es un país variado, extenso y bello, pero hay que encontrar esa belleza y alcanzar la inspiración basándonos en nuestra realidad tal como es, sin idealizarla, pues de nada vale inventar quimeras y ocultar problemas (Bassols, 1986).

Las relaciones de producción en el campo se subordinaron al modo de producción capitalista (en los inicios del siglo XX), orientado a desarrollar un capitalismo industrial mucho más complejo y para lo cual la agricultura cumplió, cuando menos con cinco funciones:

- La producción de alimentos para una población en constante expansión.
- El abastecimiento de materias primas para la industria
- La creación de remanentes exportables a fin de obtener divisas para la compra de bienes de capital e insumos.
- La transferencia de ahorro que permitiera la acumulación de capital en el resto de la economía.
- En la medida que se elevara el ingreso de los trabajadores agrícolas, la formación de un importante mercado de consumo para la producción de otros sectores.

#### 3.3.1 MODERNIZACIÓN DEL CAMPO.

En el contexto de la modernización del campo se han elaborado y establecido un sin número de planes, programas y proyectos. Desde los programas de fomento agrícola en 1936, pasando por los de extensión agrícola (1948), desarrollo agrícola (1965), desarrollo rural (1971), alianza para la producción (1977), sistema alimentario mexicano (1980), programa nacional de alimentación (1983), programa nacional de desarrollo rural integral (1985 –1988), programa nacional de modernización del campo (1990- 1994), Alianza para el campo (1995- 2000), y hasta el actual programa llamado igual que en el anterior periodo, Alianza para el campo. Todos fueron creados con el mismo objetivo general: lograr el mejoramiento y el bienestar de los habitantes del medio rural. Dicho objetivo, a la fecha,

dista mucho de haberse cumplido. Mas bien, lo que ha ocurrido es que nuestro país, de exportador de productos agropecuarios se ha convertido en un país importador neto de alimentos; y después de más de 25 años, aún con muchos de esos programas, la crisis agrícola no se ha modificado en lo más mínimo, según consta de documentos oficiales y no oficiales (Mata, 1992). Por la naturaleza misma de la agricultura sus problemas son casuísticos y así lo deben ser sus soluciones (Márquez, 1994).

La crisis en el campo (Mata, 1992), según datos oficiales, se refleja en lo siguiente: la caída de su participación (del sector agropecuario) en el producto nacional ha sido mayor a la tendencia normal. Pues de 11.1 % que tenía en 1941, llegó a 4.1 en 1996 (Méndez, 1998).

El contexto contemporáneo del campo mexicano, según Bond, *et al.* (2002), es radicalmente diferente al campo de la Revolución, del periodo del reparto agrario, de la posguerra y expansión agropecuaria o al campo del periodo de sustitución de importaciones.

### 3.3.2 LA TECNOLOGÍA ALTERNATIVA EN MÉXICO

El desarrollo y la apropiación de tecnologías es parte de uno de los mandatos recibidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. A través de este proceso, que incluye capacitación y transferencia de tecnologías aptas para las condiciones socioeconómicas de los países, se intenta promover el desarrollo de herramientas que permitan mejorar las condiciones de vida e incrementar el ingreso y la alimentación de sus pobladores.

Ante la enorme diferencia con respecto a los países desarrollados en cuanto a la magnitud de la degradación del suelo, el tamaño de predios y carencias de capital, de recursos productivos en el agro mexicano resulta importante para cualquier programa de

generación y transferencia de tecnología apropiada los siguientes puntos según Bond, *et al.* (2002):

- a) Ambiente. Establecimiento de obras para la conservación del suelo, conservar y captar el agua para fines agrícolas, pecuarios, piscícolas y de demanda doméstica.
- b) Infraestructurales. Mejoramiento de caminos vecinales, construcción de potreros, construcción de silos, construcción de hornos forrajeros, piletas para almacenar excretas líquidas y sólidas, hornos de composteo, sistema de conducción de agua de alta eficiencia, talleres de mantenimiento y confección de maquinaria y herramienta agrícola.
- c) Mecanización. Adquisición y mantenimiento de maquinaria amortizable a nivel de economía campesina (organizaciones de productores), adquisición de equipos o sistemas de bombeo de bajo costo.
- d) Evaluación de sistemas de producción tradicionales. Evaluación de la eficiencia agronómica, económica, ecológica en los sistemas de producción tradicionales. Selección de asociaciones vegetales y animales de mayor eficiencia productiva. Evaluación de especies con potencial agrícola, forrajero, forestal, energético, medicinal, textil. Determinar el umbral de respuesta agronómico que garantice la inversión de insumos para diferentes condiciones ambientales.
- e) Tecnológicos. Producción de compostas, reproducción masiva de arvenses fijadores de nitrógeno, control biológico de plagas, evaluación de asociaciones y relevos.
- f) Capacitación. Creación de centros de investigación nacionales sobre tecnologías alternativas, basadas en la ubicación de centros regionales (representantes de diferentes condiciones ecológicas y socioeconómicas). Centros de capacitación técnica para la difusión de sistemas de producción y técnicas alternativas. Edición de boletines técnicos.

El desarrollo de tecnologías alternativas o apropiadas para los países del tercer mundo, donde se incluye a México, se debe principalmente a las condiciones que imperan en su producción, tales como: la gran disponibilidad de mano de obra, la falta de capital, la falta de maquinaria agrícola, limitantes en infraestructura, escasa aplicación de insumos, deterioro del recurso suelo, vegetación, la erosión genética.



De esta manera se puede considerar como estrategias o técnicas de producción tradicionales de alta eficiencia energética y productiva, las siguientes:

a) Asociaciones. Es la combinación de varios cultivos en una misma área. Las asociaciones practicadas por los campesinos tradicionales, presentan generalmente valores de rendimiento relativos superiores a los obtenidos en el monocultivo, esto se debe al proceso de coevolución de las combinaciones de cultivos, y de la adaptación técnica a las condiciones ambientales específicas.

b) Relevos. El relevo ocurre al establecer un cultivo sobre el surco donde está creciendo otro, plantado con anterioridad, una práctica extendida entre campesinos tradicionales de México. En la sierra de Puebla es común encontrar relevo de haba- papa, papa- maíz, en el Bajío maíz- tomate, maíz- ejote, por señalar algunos. Los relevos o cultivos imbricados permiten intensificar el uso del suelo, hacer más eficiente el uso del agua, mano de obra, insumos y reduce significativamente las labores de preparación del suelo, con lo que puede haber ahorro en el combustible y empleo de maquinaria.

c) Diversificación productiva. Siempre que las condiciones ambientales lo permitan, conviene integrar la producción agrícola con la pecuaria, forestal y/o a la piscícola. Esta estrategia hace que haya una mejor utilización de la biomasa vegetal producida, por tanto una mejor eficiencia energética y una intensificación en el reciclamiento de minerales, lo anterior debido a que subproductos agrícolas como rastrojo de maíz, cebada o frutos caídos o pequeños de plátanos o papayo por poner un ejemplo, pueden ser utilizados por el ganado y lo segundo las excretas de esos animales, por los peces en el caso de la piscicultura, pueden utilizarse solos o combinados con rastrojos vegetales reduciendo la necesidad de fertilizar. En el caso de la actividad forestal se ha visto que el establecimiento de especies forestales con algún cultivo entre hileras puede permitir rendimientos agrícolas importantes que incluso estimulen el crecimiento de las primeras.

d) Labranza de conservación. La labranza de conservación entendida como ahorro de pasos de maquinaria o labores respecto a la labranza convencional y la presencia de residuos de cosecha en 30 % o más de la superficie. La principal de sus ventajas radica en la drástica reducción de la erosión, independientemente de que el suelo tenga pendientes incluso moderadas.

### **3.4 MINIFUNDIO.**

Uno de los resultados más palpables del proceso de reforma agraria es, sin duda alguna, la polarización de la agricultura mexicana, es decir, la creación de dos polos agrícolas opuestos pero complementarios; por un lado, un amplio sector minifundista con condiciones precapitalistas y por el otro un reducido sector neolatifundista con rasgos capitalistas (Méndez, 1998).

El minifundio constituye una forma de explotación precapitalista, por que en ella el objetivo principal no es producir para el mercado sino para el autoconsumo y de vez en cuando vende su pequeños excedentes en el mercado local, y presenta las siguientes características.

- Es una pequeña parcela menor de cinco hectáreas cuya explotación no alcanza a satisfacer las necesidades mínimas de los productores.
- La producción es de autoconsumo y rara vez se vende, es decir, no llega al mercado.
- Generalmente se encuentra en tierras de temporal.
- Casi no cuenta con capital para cambiar su sistema productivo.
- Sus técnicas de explotación son muy atrasadas, lo que implica que su producción y productividad sean muy bajas.
- No tiene acceso al crédito fácilmente.
- Sus propietarios tienen que trabajar otras tierras como jornaleros para poder subsistir (Méndez, 1998).

### 3.4.1 ASPECTO AGRARIO DEL MINIFUNDIO.

La primera Ley Agraria expedida el 6 de enero de 1915 por el presidente Venustiano Carranza, en su considerando inicial, se expresa lo siguiente:

Que proporcionando el modo de que los numerosos pueblos recobren los terrenos de que fueron despojados, o adquieran los que necesitan para su bienestar y desarrollo, no se trata de revivir las antiguas comunidades, ni de crear otras semejantes, sino solamente de dar tierras a la población rural miserable que hoy carece de ella, para que pueda desarrollar plenamente su derecho de la vida y librarse de la servidumbre económica a que está reducida (Lesser, 1985).

En esta ley no se consideró ninguna medida de carácter económico, que permitiera determinar la forma de la explotación a que deberían ser sometidas las tierras, restituidas o dotadas, así como la superficie necesaria para que sus poseedores logran librarse de la servidumbre económica a que estaban sometidos.

En la siguiente Ley de Ejidos, promulgada por el presidente Álvaro Obregón, en enero de 1920, se encuentra, por primera y única vez dentro de la posterior Legislación Agraria y rememorada en la reciente Ley de Fomento Agropecuario, una sola disposición de ese carácter que dice: La unidad de dotación deberá tener una extensión tal, que mediante su explotación con los cultivos predominantes en la región, le produzca a su poseedor un ingreso anual en efectivo que sea cuando menos el doble de la suma anual del jornal que se pague en la localidad.

Posteriormente, en las anotaciones hechas con motivo de la promulgación del Primer Código Agrario expedido por Abelardo L. Rodríguez en marzo de 1934, se encuentra este párrafo: Las Leyes anteriores al Código Agrario establecían un mínimo y un máximo para la determinación de la parcela ejidal, con objeto de que, en cada caso y atendiendo a las circunstancias peculiares de las diversas regiones del país, se señalará una parcela adecuada para satisfacer las necesidades de los ejidatarios; pero el Código Agrario

rompe con ese sistema y señala 4 hectáreas de tierra de riego u 8 en tierras de temporal, como superficie de la parcela ejidal.

A partir de entonces, la política agraria se basó en consideraciones de carácter político y social, que preponderaron sobre las de índole económico y técnico, con el demérito de la finalidad primordial de emancipar económicamente a los campesinos, al ser dotados con las tierras de labor.

Esto trajo como consecuencia que desde el sexenio del presidente Abelardo Rodríguez, principalmente en las regiones rurales densamente pobladas comenzarán a escasear las tierras laborables, lo que motivó la emisión de varias disposiciones de ese mismo Gobierno, como la siguiente:

Si las tierras afectadas resultan insuficientes para satisfacer los núcleos peticionarios, se repartirán proporcionalmente entre éstos, de acuerdo con el número de individuos con derecho que los integren.

Siguiendo ese criterio, se intensificó el reparto en el sexenio del presidente Cárdenas (1934 –1940), que casi agotó la disponibilidad de terrenos agrícolas afectables, o sea que ya no se tomó en cuenta la superficie que debería tener la parcela, sino que se siguió la política de dotar al mayor número de campesinos, hasta donde alcanzara esa limitada extensión de tierras (Lesser, 1985).

Este fue el origen de la situación que actualmente presenta el sector ejidal en lo relativo a que la parcela que en un principio debió ser mediante su explotación por el ejidatario, el sostén económico de una familia, se haya dividido y subdividido hasta llegar a la magnitud de minifundio, con las implicaciones sociales, políticas y principalmente económicas, que esta ha provocado (Lesser, 1985).



Lesser (1985) en su estudio sobre el minifundio sostiene que es factible pugnar por la abolición del minifundio con el mismo empeño y decisión que –otrora– se puso para erradicar al latifundio, considerando de que el minifundio es una pequeña superficie de terreno cultivable cuya capacidad productiva intrínseca y natural tiene un límite y considerando que éste no se podrá “superar” mediante la organización, la reagrupación o los apoyos crediticios o técnicos, él concluye categóricamente, que la única forma de superarlo es: aumentando la superficie, ya sea de la parcela ejidal o de propiedad privada explotada por un individuo; hasta un tamaño que, mediante su explotación eficiente con alguno de los cultivos más remunerativos, predominantes en cada zona, le produzca lo suficiente para su sostenimiento y sobre todo para lograr el incremento de la producción agropecuaria nacional.

En su momento, tal vez esa era una propuesta para erradicar parte del problema, pero en la actualidad, cuando por decreto federal se ha terminado el reparto de tierras por no haber más que sean factibles de aprovechamiento, creo que es mejor utilizar técnicas agrícolas más productivas, remunerativas, que se adapten a la más mínima superficie, como lo puede ser 0.5 m<sup>2</sup>, o menos, en una terraza soleada en las ciudades o en las azoteas hasta extensiones medias y grandes en zonas semiurbanas y rurales totalmente.

La reforma que se dio en 1992 al Artículo 27 Constitucional no ha provocado los flujos de financiamiento al campo y en general han tenido menor impacto de lo esperado en cuanto a las tendencias en la tenencia de la tierra, los ganaderos han consolidado sus propiedades, pero no parece haber intensificado su producción ni tener una mejor posición competitiva, cuando la competencia es con productores altamente tecnificados, subsidiados y poseionados en los mercados (Bond, *et al.*, 2002).

Las políticas hacia el campo han sido de corte sectorial, especializado, lo que significa dispersión de esfuerzo, altos costos de transacción y en muchas ocasiones, interacciones negativas en la aplicación de los distintos objetivos de política.



Por otra parte, la Ley de Fomento Agropecuario, publicada en el Diario Oficial del 2 de enero de 1981, establece al respecto disposiciones como las siguientes:

Art. 1º.- Esta Ley tiene por objeto el fomento de la producción agropecuaria y forestal, para satisfacer las necesidades nacionales y elevar las condiciones de vida en el campo.

El artículo anterior fue derogado durante las reformas en 1992, en donde se dio por finalizado el reparto agrario por no haber más tierras que repartir. Para darse cuenta de la magnitud que representa todavía el problema de la tenencia de la tierra, es conveniente saber que, según los Censos Agrícolas, más de 50 % de propietarios agrícolas son minifundistas y sólo poseen el 0.6 % de la superficie cultivable del país, mientras que 7 % de propietarios neolatifundistas poseen aproximadamente 90 % de tierras dedicadas a la producción agrícola (Méndez, 1998).

Por otro lado existen actualmente más de 3 millones de campesinos sin tierras y que las reclaman, en tanto que todavía hay resoluciones presidenciales sin ejecutar, es decir, sin entregarse en realidad la tierra a los campesinos, al mismo tiempo que cerca del 50 % de predios del país tiene algún problema relacionado con la tenencia de la tierra (Méndez, 1998).

El artículo 123 establece las características del minifundio, entre otras:

Artículo 123.- Para los efectos de esta Ley, se considera minifundio la superficie de terrenos que destinándose a la explotación agrícola de cualquier naturaleza, no baste para obtener cuando menos una producción que arroje como beneficio en un año, el doble de la suma del salario mínimo que corresponda en el campo a la región de que se trate, así como la que tenga:

- a) Hasta cinco hectáreas de riego o humedad.
- b) Hasta diez hectáreas de temporal o agostadero susceptibles de cultivo.
- c) Hasta veinte hectáreas de agostadero de buena calidad.
- d) Hasta cuarenta hectáreas de monte o de agostadero en terrenos áridos.

### 3.4.2 TIPOLOGÍA DEL MINIFUNDIO.

Como resultado de sistemas agroecológicos nos hallaríamos en la puerta de diferentes tipos de minifundios. Primero, el de autosuficiencia, el cual es objeto de investigación por diversas instituciones vinculadas con la cuestión ecológica. Otro es el biodinámico, el cual se refiere a un minifundio que emplea métodos biointensivos vinculados a los procesos de comercialización y cambio etnológico. Además se encuentran los minifundios no productivos que requieren, por su parte, de una red de apoyos que son recuperables (por supuesto en términos rentables) para poder funcionar y, en su caso, prosperar.

Hay que tener en cuenta que en esta clasificación se tomaron en cuenta aspectos como los siguientes: El condicionante agroecológico y las alternativas agronómicas y tecnológicas posibles de aplicar, lo cual supone la formación de paquetes adecuados para las diversas regiones del país.

### 3.4.3 FORMAS DE MODERNIZACIÓN DEL MINIFUNDIO.

- La primera de ellas se refiere al desenvolvimiento del minifundio dentro de una perspectiva que tiene como base el fomento del mercado de mercancías. En esta forma se crean las condiciones más favorables para el desarrollo de la economía campesina.
- La segunda se refiere a una alternativa fincada en el mercado de dinero. En ésta se hace referencia a las uniones y cooperativas que faciliten la reunión de dinero para emprender distintos proyectos productivos con base en el crédito y solvencia del campesino.
- Por último, a través del mercado de trabajo. En este caso es probable que de no desaparecer el minifundio se convierta en una forma regresiva, incapaz de proporcionar el mínimo para la reproducción familiar (Torres, 1995).

### 3.5 LA REALIDAD RURAL EN EL MÉXICO DE HOY.

El perenne problema del campesinado consiste, pues, en equilibrar las demandas del mundo exterior con la necesidad de aprovisionamiento del campesino para su casa. Para resolver este problema esencial, los campesinos ponen en práctica dos estrategias distintas. La primera de ellas es aumentar la producción; la segunda, reducir el consumo (Wolf, 1978).

El México rural del México de hoy, más complejo que el que nos caracterizó a principios del siglo pasado, arrastra viejos problemas estructurales y enfrenta nuevos retos a superar. Las principales características del México rural de hoy, según Mendoza (2000), pueden resumirse de la siguiente manera:

- Una muy baja productividad del sector agropecuario en su conjunto, y con fuertes diferencias regionales.
- La preeminencia de las organizaciones sociales de carácter reivindicativo sobre la tierra, con poco énfasis en la organización económica, la apropiación y generación de valor agregado y la diversificación productiva no agropecuaria.
- La persistencia de una concepción que identifica la rural con lo agropecuario y a la pobreza rural con el sector primario.
- Un desarrollo insuficiente en el campo de la investigación y transferencia de tecnología congruente con el contexto socioeconómico y agroecológico de los pequeños productores y escasamente orientada por el mercado.
- Una inversión escasa en capital humano y social.
- Una gran dependencia de los productores hacia factores externos a su medio de producción.
- Un sistema financiero de escasa cobertura y sin respuesta a las diversas necesidades y condiciones de la población rural, particularmente a la de menor desarrollo relativo.
- La persistencia en algunas regiones, de la siembra de cultivos ilícitos, que acarrear consecuencias negativas para toda la sociedad e impactan la cohesión social.
- Insuficiente asignación de recursos públicos, más evidente aún por la fragmentación de las políticas y la falta de una visión unitaria y congruente del desarrollo rural.

- La necesidad de reforzar las alianzas entre los diversos sectores y agentes, públicos y privados, que inciden en el medio rural.

Bond, *et al.* (2002) mencionan algunos rasgos característicos, en complementación a Mendoza, que son los siguientes:

- Una población emergente sin acceso a la tierra, que tiende a ser mayoritaria.
- Feminización de la población ejidal y rural en general.
- Diversificación de las estrategias de vida de las familias campesinas.
- Intensificación de las relaciones con los núcleos urbanos.
- Reducción significativa de la viabilidad de las actividades económicas tradicionales.
- Falta de atención gubernamental.
- Intensificación de la interacción internacional con mercados y tecnología.

### **3.6 LAS POTENCIALIDADES DEL ESPACIO RURAL.**

Mendoza (2000) dice que el México rural es un espacio multifuncional que rebasa con mucho el ámbito meramente agropecuario y, en consecuencia, sus potencialidades se muestran en diferentes aspectos, tanto a su interior como para la sociedad urbana, sin que hasta el momento se haga una valoración justa de las mismas. Algunas de ellas son las siguientes:

- Su amplia capacidad para una mayor y más diversificada producción agropecuaria a través de la generación de mayor valor agregado a la misma.
- Su amplia capacidad para desarrollar la diversificación productiva y del empleo en actividades no agropecuarias.
- El valor que el espacio rural tiene en cuanto al mejoramiento del medio ambiente, vía la reducción y captura de las emisiones de bióxido de carbono y otros contaminantes derivados de la vida urbana y las malas prácticas agropecuarias, así como en la preservación y recarga de los mantos freáticos, la retención de agua para los centros urbanos, la conservación de suelos y el logro de menores daños al



patrimonio y vida de las personas ante contingencias derivadas de fenómenos meteorológicos.

- Su papel determinante en la preservación de la biodiversidad como actividad, que además de cumplir con ese fin, puede transformarse en fuente de ingreso y empleo.
- Su requerimiento para desarrollar un más eficiente ordenamiento espacial de la población y de las actividades económicas, lo que conllevaría a un gasto fiscal más eficiente en la satisfacción de las necesidades básicas de la población y la oferta de alternativas a las consecuencias no siempre deseables de la vida moderna.
- La exigencia de generar y lograr mejores sinergias con el medio urbano, con efectos positivos en el crecimiento económico y el mercado interno, a partir de un desarrollo regional más equilibrado.
- El desarrollo del sector como prioridad para lograr una reducción creciente y sostenida de la pobreza, la profundización de la vida democrática, el fortalecimiento de la seguridad y la cohesión social en el país.
- Su papel determinante para el fortalecimiento de la seguridad alimentaria.
- La perspectiva de fortalecer las bases y procesos institucionales y sociales que garanticen la paz social del país (Mendoza, 2000).

La problemática situación del agro mexicano requiere sin duda de decisiones de política económica que van más allá de cualquier solución de corte técnico. Sin embargo, el cambio tecnológico es una necesidad impostergable para la gran mayoría de los productores. Todo el modelo económico exige mayor eficiencia y con mayor razón para aquellos que pretenden competitividad externa (Sepúlveda, 1992).

El cambio tecnológico debe orientarse en dos vertientes: el agroecológico y el biotecnológico. Una combinación tecnológica exitosa requerirá una conjugación de factores económicos, sociales y técnicos adecuados regionalmente, en función de las necesidades de México como país y de su población mayoritaria. Así, será necesario trabajar productos competitivos internacionalmente con tecnologías de punta altamente eficientes, al igual que productos básicos en los que hay déficit, pero junto a estas tecnologías habrá otras, de

orígenes prehispánicos o tradicionales que mejoradas con los conocimientos actuales pueden ser la mejor opción para determinados nichos ecológicos o ciertos sistemas integrados de producción, con la característica de estar en armonía con el resto de la ecología y ser de bajo costo en la mayoría de los casos. Por cierto, las técnicas de la revolución verde todavía durante un buen tiempo serán parte necesaria del espectro tecnológico (Sepúlveda, 1992).

Esto es resultado de una lenta adopción de la tecnología moderna por los productores de subsistencia. Éstos tampoco han respondido a las nuevas políticas de mayor apoyo institucional en crédito, asistencia técnica e insumos, en la medida esperada, tanto a nivel regional como nacional, y el problema de la baja productividad de la agricultura de subsistencia persiste. Para explicar la falta de adopción de tecnologías modernas, se han señalado diversas causas de tipo económico, social, cultural e institucional. Seguramente ellas han sido más o menos válidas en diferentes lugares y tiempos el problema de la falta de adopción de la tecnología moderna en la agricultura de subsistencia no puede verse en términos de causas aisladas, sino que se debe considerar globalmente con base en el papel que le asigna el sistema económico en que se enmarca y en las limitantes estructurales que le impone, así como en los objetivos y el comportamiento de los productores en sus actividades agropecuarias y socioeconómicas en general (Mendoza, 2000). A este respecto, cabe señalar que el papel asignado a la agricultura de subsistencia en las últimas décadas ha sido satisfacer a bajo costo la demanda interna de alimentos básicos, a fin de poder mantener bajos los salarios y, de esta manera, permitir mayor acumulación en el sector industrial. Por otro lado, dentro del sistema económico capitalista en que se enmarca, el sector agrícola de subsistencia carente de poder social, ha estado sujeto a una constante extracción de sus excedentes económicos a través de una serie de mecanismos que bloquean su capacidad de acumulación, entre los que sobresalen las relaciones desiguales de intercambio.

Bond, *et al.* (2002) dicen que el desarrollo rural que requiere el país para los próximos años integra elementos de política hacia aspectos como: producción agropecuaria y forestal,

desarrollo industrial, turismo, financiamiento y crédito, comercio, tenencia de la tierra, desarrollo cultural, asentamientos humanos, salud, educación, infraestructura de comunicación, electrificación, agua potable, disposición de desechos, medio ambiente, población indígena, combate a la pobreza, trabajadores migratorios, mujeres, equidad de género, seguridad social, participación electoral, o manejo de desastres, los cuales deben reflejarse adecuadamente en las leyes correspondientes y en la aplicación de los programas de gobierno.

### **3.7 HORTICULTURA.**

El vocablo vegetal proviene de una raíz latina y se relaciona con vivacidad, crecimiento y nutrición. Los vegetales y las verduras frescas son esenciales para una buena alimentación. Hoy se sabe perfectamente que para mantener una buena salud y el vigor necesario, se hace imprescindible el consumo de verduras y frutas frescas. En estos últimos años se ha acrecentado el consumo general de verduras y hortalizas en ensalada, por lo que será difícil encontrar actualmente una casa en la que no sean corrientes y diarios los tomates, las lechugas y los pepinos, así como otras hortalizas frescas (Douglas, 1994).

En todo tiempo las hortalizas han constituido un alimento óptimo y sus cualidades, conocida ya de los antiguos, se han confirmado hoy más por la constatación de que gran parte de los mismos contienen importantes cantidades de vitaminas, las cuales ejercen una influencia vital para regular las funciones de nuestro organismo (Turchi, 1995).

El cultivo de las hortalizas puede desarrollarse en huertos familiares, explotaciones industriales o extensivas, en explotaciones familiares cultivadas directamente en arrendamiento o en aparcería. Los cultivos hortícolas: constituyen uno de los grupos más importantes dentro de la producción agrícola a nivel mundial (Domínguez, 1997). La horticultura suele ser una actividad agrícola intensiva con relación a otros cultivos pudiendo efectuarse en un mismo terreno de 2 a 4 cosechas anuales. Al mismo tiempo, los



cultivos hortícolas, son de mayor exigencia de nutrimentos, comparados con los de tipo extensivo como, por ejemplo los cereales (Vigliola, 1996).

Se hace una diferenciación entre los distintos tipos de cultivos hortícolas, como por ejemplo: fruticultura, floricultura y hortícolas de consumo, entre estos tenemos a los hortícolas de hoja y tallo: en estos cultivos predomina el desarrollo vegetativo; por lo que pueden ser típicos de una fertilización con gran abundancia de nitrógeno (Domínguez, 1997).

La horticultura moderna tiende hacia el empleo de cultivos y variedades seleccionadas que reúnen una serie de características peculiares estables, que se transmiten a la descendencia. Sin embargo, estas características no deben entenderse de forma absoluta, sino con relación a las condiciones del clima y del suelo, de las resistencias a las enfermedades, de la duración del ciclo y de las diferentes finalidades productivas.

De esto se deriva que una variedad expresamente seleccionada para un cierto ambiente no da resultado en otro (Mainardi, 1996a). El término horticultura deriva del latín *hortus* que significa jardín, huerto, quinta, terreno acotado (Maroto, 1990; Rice y William, 1997).

En general cuando se habla de cultivo hortícola suele sobreentenderse un sistema de explotación intensiva que se caracteriza por una serie de particularidades, como las siguientes:

- Importante desembolso de capital circulante. Es decir, que la suma de dinero que se debe desembolsar para llevar a cabo el cultivo (preparación del terreno, fertilización, costo de fertilizante, costo de pesticidas, de jornales para la realización de las diversas labores del cultivo, costos de otras materias primas) es muy elevado
- Gran absorción de mano de obra durante el manejo del cultivo y en ocasiones, esta mano de obra debe tener una cierta especialización.
- En general el cultivo hortícola puede utilizar grandes superficies de cultivo, pero no es la regla.



- Los índices de mecanización de cultivos no suelen ser demasiado importantes en horticultura aunque no excepcional.

La reiteración de los tratamientos fitosanitarios es bastante intensa (Maroto, 1990). Puede asegurarse que el suelo, como almacén, es generoso en sus aportaciones o contribuciones pero muy complejo en cuanto al entendimiento de los mecanismos de almacenamiento y liberación de sus contenidos (Martínez y García 1993) y por ello muy susceptible de perder todas sus bondades para con las plantas, como nutrientes.

Hace ya más de un siglo que estos razonamientos se hicieron y los investigadores trataron de encontrar sustitutos al suelo. La idea global es encontrar un material, medio o sistema que sea capaz de almacenar el agua, el oxígeno y los nutrientes que la planta necesita y a la vez, los tenga fácilmente disponibles para ella en el tiempo y la forma que el cultivo de la planta lo desee (Martínez y García 1993). La disminución de las tierras en el medio rural, la pérdida de fertilidad de las mismas así como su disminución de la capa arable ha provocado que sean abandonadas, sin saber que en las superficies familiares se puede cultivar un número considerable de especies y variedades hortícolas en superficies pequeñas y en proporciones tales que pueden obtenerse cantidades de hortalizas suficientes para las necesidades de las familias. Este tipo de huerto puede implantarse en cualquier tipo de terreno y ocupar pequeñas áreas cercanas a las viviendas (Turchi, 1995).

### **3.8 FERTILIDAD.**

La fertilidad de un suelo puede definirse como la capacidad que éste posee para proveer de los nutrientes en cantidades óptimas y balanceadas en el momento requerido por las plantas, además de servir de sustento para su desarrollo (Melgar y Díaz, 1997). La fertilización, una de las técnicas que más ha progresado en las últimas décadas, constituye uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola.

El objetivo de la fertilización es precisamente corregir la baja fertilidad del suelo (Domínguez, 1990). El uso de fertilizantes es una práctica fundamental hoy en día para obtener altos rendimientos en los cultivos, si bien los elementos principales de aplicación son el N, P y K; actualmente se reconoce la importancia e incidencia del uso de nutrientes secundarios (S, Ca, Mg) y micronutrientes como Zn, Cu, Mn, Fe, Mo y Bo (Melgar y Díaz, 1997).

Los fertilizantes minerales son los insumos característicos de la agricultura moderna utilizados para corregir deficiencias de fertilidad y suministrar nutrientes a la planta cuando la oferta del suelo es insuficiente, o la demanda de los cultivos es muy alta (Melgar y Díaz, 1997).

Los fertilizantes se clasifican en simples y compuestos, complejos o multinutrientes. Aunque el suelo es el medio natural en donde la mayoría de las plantas desarrollan sus raíces, encontrando en él las condiciones y elementos necesarios a sus funciones, no es en absoluto indispensable a tal fin, pudiendo ser sustituido como medio de cultivo por diversos materiales, tal y como sucede en los modernos sistemas de cultivos sin suelo (Izquierdo, 1993). La práctica del abonado o fertilización constituye una de las bases de la explotación agrícola moderna, la economía y rentabilidad de dicha explotación depende hoy, en gran medida de esta técnica. A partir del descubrimiento de Leibig en 1840 según el cual las plantas podían alimentarse con sales, ha podido irse despejando progresivamente el misterio de la nutrición vegetal, avance que prosigue en la actualidad (Domínguez, 1990). Uno de los factores que determinan la fertilidad del suelo es el contenido de materia orgánica (Melgar y Díaz, 1997).

Los abonos comerciales fácilmente solubles pasan directamente a la solución del suelo y de allí a la planta. La fertilización de naturaleza orgánica es más completa y equilibrada y también más regular, ya que una vez humificada se mineraliza poco a poco, lo que supone un aporte gradual de nutrientes a la planta (Duván y Kogson, 2001)

Los abonos orgánicos son productos derivados de productos vegetales o animales. Los fertilizantes minerales o químicos son productos obtenidos mediante procesos químicos desarrollados a escala industrial. Se trata de productos inorgánicos obtenidos generalmente por síntesis (Dominguez, 1990).

El estiércol de animal puede ser una fuente económica de nutrimentos para los cultivos, teniendo en cuenta su contenido de minerales, la aplicación de la cantidad acorde a las necesidades del cultivo y el ajuste suplementario de fertilización química para compensar los elementos faltantes del abono orgánico. El contenido de elementos en el estiércol puede variar dependiendo del estado de descomposición, la especie animal, la dieta (Duván y Kogson, 2001)

La mineralización de la materia orgánica consiste en la variación del contenido medio de nitrógeno en la materia orgánica, es de 3 %, la descomposición de la materia orgánica puede efectuarse por dos vías diferentes, según que se pase o no por la humificación o transformación de la materia orgánica en humus, que está constituido por un conjunto de productos orgánicos complejos cuya mineralización es muy lenta. El proceso general de mineralización de la materia orgánica se realiza lentamente por la acción enzimática de los microorganismos, que van fraccionando poco a poco las unidades moleculares complejas en unidades moleculares simples, hasta llegar a la producción final de ácidos orgánicos, anhídrido carbónico y el ión amonio, por lo que se conoce esta fase como amonificación.

En este proceso se producen numerosas reacciones de hidrólisis, así como de oxidación y reducción y en ellas participan activamente todo tipo de bacterias heterótrofas y otros microorganismos saprófitos que utilizan la energía química de la materia orgánica para sus procesos vitales, siendo en cierto modo, el nitrógeno mineral un subproducto del metabolismo microbiano (Dominguez, 1997).

### 3.8 ACELGA

Acelga (*Beta vulgaris* L. var. Cicla). Es una planta de la misma especie que la remolacha, pero con desarrollo preferentemente foliar sin acumulación de reservas en la raíz. La acelga es un planta bianual, pero anual en su cultivo, su producto está representado por las hojas o en otras formas por el pecíolo y los nervios de las hojas, muy alargado y carnosos. Es originaria de Europa, de la zona del mediterráneo. De la acelga se aprovechan las hojas.

Botánica: las plantas producen una roseta de hojas, estas son grandes, verdes, con pecíolos ensanchados, tallo corto y raíz pivotante, el fruto es un glomérulo multisechado (foto 1).

Clima: las temperaturas medias de crecimiento son las siguientes: óptima 15 a 18 °C, máxima 35 °C, mínima 5 °C, del análisis de la temperatura surge que la acelga es una especie muy rústica, además es menos exigente en los suelos que la espinaca y la remolacha.

La acelga es una planta de cultivo fácil. La siembra se hace escalonadamente a lo largo de casi todo el año, excluidos los meses más fríos del invierno; y de una manera más intensa al terminar el invierno y al final del verano. El transplante se hace a los dos lados de los caballones. La cosecha se hace arrancando las hojas una a una a medida que alcanzan el máximo desarrollo, después de 60 a 70 días de la siembra, es gradual según el desarrollo de los tallos, se puede ir recogiendo las hojas más externas, cortándola por la base (Mainardi a, 1996; Agrónomos DVE, 1992; Turchi, 1995; Domínguez, 1997). La nutrición de esta especie tiene características similares a las de los demás cultivos hortícolas, la absorción de elementos guarda relación con la formación de materia seca, así, aproximadamente, del 70 al 80 % de los elementos nutritivos son absorbidos durante el último mes de desarrollo (Domínguez, 1997).



Germinación: de 4 a 15 días, temperatura ideal 30 °C, mínima 10 °C. Labores de cultivo deshierbes y escardas, tapar para favorecer el espesor y el blanqueamiento de los tallos, con temperatura bajo cero protección en cubiertas e invernaderos. Riegos constantes y abundantes en todas las fases del cultivo. Producción de 3 a 8 kilogramos por metro cuadrado (Mainardi, 1996b; Agrónomos DVE, 1992).

Control de malezas: este control se realiza mediante herbicidas, igual que en las espinacas o manualmente (Vigliola, 1996).

### **3.10 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA Y MODERNA.**

Bond, *et al.* (2002) mencionan algunos principios o procesos en los cuales se ha sustentado la agricultura tradicional, como los siguientes:

- a) Conservación de la biodiversidad y la continuidad temporal y espacial, consiste en el diseño de cultivos múltiples para garantizar la producción de alimentos y una cubierta vegetal para la protección del suelo. La asociación continua de diversos cultivos en la misma área permite la interacción de procesos bióticos como la fijación de nitrógeno, que beneficia al agricultor.
- b) Uso óptimo de espacios y recursos, plantas con distintos hábitos de crecimiento, follajes, sistemas radicales, permiten una mejor utilización de los factores ambientales como nutrientes, agua y energía solar.
- c) Reciclaje de nutrientes. Muchos agricultores enriquecen sus suelos juntando abonos orgánicos, desperdicios del bosque, en zonas adyacentes a sus predios o bien usando sistemas de rotación incluyendo leguminosas.
- d) Protección de cultivos. La mezcla de varios cultivos dan protección contra insectos, plagas o enfermedades, el desarrollo de prácticas culturales que incluyen cambios en la época y densidad de siembra, uso de insecticidas botánicos.

Dentro del método orgánico el suelo juega un papel muy importante, pues al haber un equilibrio dinámico en él dado por los organismos vivos como bacterias, hongos, lombrices de tierra y una tasa de materia orgánica alta, las plantas se desarrollan exuberantemente y sin dificultades.

Bond, *et al.* (2002), dicen que la diferencia fundamental entre la agricultura tradicional y moderna radica en el uso de pesticidas químicos.

El manejo orgánico del suelo tiene efecto a través del reciclaje de la biomasa derivada de los residuos del cultivo, coberturas muertas, abonos verdes, rotaciones, y todas aquellas prácticas que introduzcan al sistema de producción a promover una cobertura permanente del suelo y reciclaje de nutrientes. Antes de ser aplicados al campo los residuos orgánicos deberán ser procesados para ser descompuestos en un ambiente natural como materia, incluyendo un proceso de mineralización y otro de humificación.

La humificación es la transformación de la fracción orgánica (proteínas, aminoácidos, celulosa, hemicelulosa, lignina) que componen el residuo orgánico. El humus será el producto final de la descomposición y síntesis simultáneamente promovida por los microorganismos.

#### Fabricación de compostas.

El composteo es una técnica relativamente simple, la transformación de los residuos ocurre principalmente a través de la acción de los microorganismos, presentándose en dos etapas: una física (desintegración) y otra química (descomposición).

La descomposición de la materia orgánica puede ocurrir por dos procesos: en presencia de oxígeno (aeróbico) y en ausencia de éste (anaeróbico), de acuerdo a ello predominarán los organismos aeróbicos o anaeróbicos, pueden ser hongos, bacterias y actinomicetos.

En la descomposición anaeróbica (biodigestor) los organismos, metabolizan los nutrientes, utilizando otros elementos para la respiración en lugar de oxígeno, descomponiendo a los compuestos orgánicos por un proceso de reducción lento y generalmente acompañado de desprendimiento de olores desagradables ( $H_2S$ ). Se produce durante el proceso gas metano ( $CH_4$ ) que puede ser usado como combustible.

El resultado final es un abono orgánico de color oscuro listo para ser usado para cualquier cultivo. Las técnicas de fabricación de compostas varían, pero los principios son idénticos.

Abonos verdes. Consiste en incorporar al suelo una masa vegetal cultivada exprofesamente, generalmente es una leguminosa, incorporada frecuentemente al inicio de la floración por ser suculenta y tener el máximo de nutrientes en su sistema.

Rotación de cultivos. Es la alternativa de cultivos diferentes en forma continua y en la misma área, generalmente se alternan gramíneas con leguminosas, para mantener la fertilidad del suelo. La rotación de cultivos variados es un elemento clave para evitar la proliferación de plagas y enfermedades.

Asociación de cultivos: las plantas adecuadamente asociadas se benefician unas a las otras utilizando mejor las potencialidades del suelo y de la energía solar.

Preparación del suelo. Deben hacerse prácticas culturales que no perturben la actividad microbiana del suelo, dando a la tierra una estructura física aceptable y respetando los estados naturales del terreno. Se debe evitar el exceso del tráfico agrícola para no ocasionar la compactación del suelo, no trabajar el suelo cuando no exista demasiada humedad.

Control de malezas. En la agricultura orgánica hay que aprender a vivir con las malezas, sólo las técnicas no químicas son autorizadas, la rotación de cultivos ayuda al

control de malezas, el deshierbe puede ser manual, mecánico o térmico, el primero es demasiado tardado y costoso.

Control biológico. Éste es un método clásico de la agronomía en general, consiste en eliminar un parásito o un insecto dañino para un cultivo por medio de sus enemigos naturales, es la solución más ecológica.

Concentración de nitratos. Después de la reconversión, los suelos ocultan frecuentemente los nitratos provenientes de las fuentes de nitrógeno aplicado en exceso en ocasiones precedentes, el agua de riego transporta con frecuencia los nitratos, los mismos productores orgánicos aplican altas dosis de fertilizantes orgánicos por lo que no quedan exentos de que los productos obtenidos no presenten nitratos. El contenido de nitratos varía con el tipo de cultivo, la estación, el clima y los fertilizantes orgánicos utilizados.

El uso de fertilizantes nitrogenados también propicia que haya una mayor lixiviación de nitratos y que a largo plazo se contaminen los acuíferos. De hecho esta es una de las fuentes de contaminación más común.

El empleo de fertilizantes en el suelo presenta serios inconvenientes como son:

- Los fertilizantes químicos alimentan a la planta pero no al suelo.
- Alteran el equilibrio dinámico del sistema biológico del suelo modificando propiedades físicas, químicas y biológicas, como es el pH, estructura, disminución de microorganismos del suelo.
- Requieren gran cantidad de agua por lo que en agricultura de secano pierden efectividad.
- Tienen un costo elevado.
- No benefician al suelo.

Las ventajas son:

- Los fertilizantes químicos se transforman rápidamente en nutrientes asimilables por la planta.



- Sirven como complemento en suelos con poca materia orgánica.
- Su aplicación requiere menos trabajo que los fertilizantes orgánicos.
- Se conoce rápidamente la cantidad de nutrientes que están aportando.

Los pesticidas.

El problema de los agroquímicos es grande no sólo por presentarse en forma residual en los cultivos o en la contaminación del agua causada por las aguas de escurrimiento que transportan a los pesticidas y fertilizantes, sino también por los daños a la salud de los trabajadores agrícolas quienes son los que los aplican en el campo.

Se requiere mayor vigilancia por parte de los gobiernos en el control de los químicos que sean utilizados para producir alimentos. Muchos de los frutos y verduras contienen altas cantidades de pesticidas incrementándose el riesgo a contraer cáncer, daños al sistema nervioso, mutaciones, efectos en la reproducción y daños prenatales.

### **3.11 HIDROPONÍA.**

Los antecedentes más remotos de la hidroponía los podemos encontrar en:

- Los jardines colgantes de Babilonia, aproximadamente 2500 – 3000 años.
- Los jardines flotantes de China (que describe Marcopolo), 5000 – 7000 años.
- Los cultivos establecidos en los márgenes del río Nilo, Egipto. 3000 años.
- Las chinampas de los Aztecas, hace aproximadamente 600 años.

(Miranda, 1997)

El cultivo de plantas sin tierra, se ha desarrollado a partir de descubrimientos hechos en las experiencias llevadas a cabo para determinar qué sustancias hacen crecer a las plantas y la composición de ellas. Este trabajo sobre el constituyente de las plantas comenzó tiempo atrás, hacia el año 1600 de nuestra era; no obstante las plantas fueron cultivadas sin tierra mucho antes que esto, como se describe al principio.

Antes de la época de Aristóteles, Theophrasto (372 – 287 a. de C.) llevó a cabo varios ensayos en nutrición vegetal, y los estudios botánicos de Dioscórides datan del siglo I a. de C (Douglas, 1994; Huterwal, 1993; Miranda, 1997).

La primera noticia científica escrita, próxima al descubrimiento de los constituyentes de las plantas, data del año 1600, cuando el belga Jan Van Helmont mostró en su ya clásica experiencia que las plantas obtienen sustancias a partir del agua; plantó un tallo de sauce de 5 libras en un tubo con 200 libras de suelo seco al que cubrió para evitar el polvo. Después de regarlo durante 5 años había aumentado 160 libras su peso, mientras que el suelo había perdido apenas 2 onzas. Su conclusión de que las plantas obtienen del agua la sustancia para su crecimiento es correcta, no obstante, le faltó comprobar que ellas también necesitan dióxido de carbono y oxígeno del aire. En 1699, un inglés, John Woodward, cultivó plantas en agua conteniendo diversos tipos de suelo, y encontró que el mayor desarrollo correspondía a aquellas que contenían la mayor cantidad de suelo; de aquí sacó la conclusión de que el crecimiento de las plantas era el resultado de ciertas sustancias en el agua, obtenidas del suelo, y no simplemente del agua misma (Douglas,1994; Huterwal, 1993).

El proceso para identificar esta sustancia fue lento, hasta que fueron desarrolladas técnicas de investigación más sofisticadas y se obtuvieron mayores avances en el campo de la química. En 1804, De Saussure expuso el principio de que la plantas están compuestas por elementos químicos obtenidos del agua, suelo y aire. Este principio fue comprobado más tarde por Boussingault en 1851, químico francés que en sus ensayos sobre plantas cultivadas con arena, cuarzo y carbón vegetal añadió una solución química de composición determinada, llegando a la conclusión de que el agua era esencial para el crecimiento de las plantas al suministrarles hidrógeno más carbón y oxígeno que provenían del aire, constatando también que las plantas contienen hidrógeno y otros elementos naturales.

Otros trabajos de investigación habían demostrado por aquella época que las plantas podían cultivarse en un medio inerte humedecido con una solución acuosa que contuviese los minerales requeridos por las plantas. El siguiente paso fue eliminar completamente el medio y cultivar las plantas en la solución que contenía dichos minerales; esto último fue conseguido por dos científicos alemanes, Sachs en 1860 y Knop en 1861, lo cual fue el origen de la “nutriculture”, usándose aún hoy día técnicas similares en los estudios en laboratorios de fisiología y nutrición vegetal.

Estas primeras investigaciones en nutrición vegetal demostraron que se podía conseguir un crecimiento normal de las plantas, sumergiendo las raíces en una solución acuosa que contuviese sales de nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), los cuales se definen en la actualidad como los macronutrientes o macronutrientes (elementos necesitados en relativamente grandes cantidades).

Con posteriores avances en técnicas de laboratorio y química descubrieron los científicos siete elementos necesitados por las plantas en relativamente pequeñas cantidades, los microelementos o elementos trazas, éstos incluyen el hierro (Fe), cloro (Cl), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), cobre (Cu) y molibdeno (Mo).

Los investigadores desarrollaron diversas fórmulas básicas para el estudio de la nutrición vegetal. Tolles (1882), Tottigham (1914), Shive (1915), Hoagland (1919), Trelease (1933) y Robbins (1946) fueron algunos de ellos, citados por Douglas (1994), usándose aún hoy día algunas de sus fórmulas en los trabajos de laboratorio sobre fisiología y nutrición vegetal.

El interés sobre la aplicación práctica de este cultivo en nutrientes no llegó hasta cerca de 1925, cuando la industria de los invernaderos demostró interés en su uso, debido a la necesidad de cambiar la tierra con frecuencia para evitar los problemas de estructura, fertilidad y enfermedades; como resultado, los investigadores comenzaron a valorar el uso

potencial del cultivo en nutrimentos, para reemplazar los métodos de cultivos en los suelos convencionales.

Entre 1925 y 1935 tuvo lugar un desarrollo extensivo, modificándose las técnicas de laboratorio para el cultivo en nutrimentos hacia una producción en gran escala.

A comienzos de los años treinta, W. F. Gericke, de la Universidad de California, puso los ensayos de laboratorio de nutrición vegetal a escala comercial, denominado a este sistema de cultivo en nutrimentos hidropónicos, palabra derivada de las griegas *hydro* (agua) y *ponos* (labor, trabajo), literalmente “trabajo en agua”.

Gericke cultivó vegetales en hidroponía tales como la remolacha, rábanos, zanahorias y patatas, así como cereales, frutales y plantas ornamentales y de flor. Utilizando el cultivo en agua en grandes tanques obtuvo tomates de tal altura que le fue preciso utilizar una escalera para cosecharlos. La prensa americana publicó gran número de artículos sensacionalistas sobre ello, denominándolo el descubrimiento del siglo. Después de un período negativo durante el cual gente sin escrúpulos trató de enriquecerse con la idea vendiendo equipos inutilizables, se efectuó una investigación más práctica y la hidroponía comenzó a ocupar un puesto dentro de la horticultura con una base científica, reconociéndosele sus dos principales ventajas: los altos rendimientos en sus cosechas y su especial utilización en las regiones más áridas del mundo (Douglas, 1994).

Las aplicaciones de los cultivos hidropónicos de Gericke pronto demostraron su utilidad, proveyendo alimentos para las tropas estacionadas en las islas incultivables del pacífico, a comienzos de 1940. En 1945, las fuerzas aéreas americanas solucionaron su problema para proveer de verduras frescas a su personal, utilizando cultivos hidropónicos en gran escala en las islas rocosas, normalmente incapaces de producir tales cosechas (Douglas, 1994; Haterwal, 1993).

Después de la segunda guerra mundial, los militares continuaron utilizando los cultivos hidropónicos; por ejemplo, el ejército americano estableció un proyecto de 22 ha



en la isla de Chofu (Japón), expandiéndose los cultivos hidropónicos en plan comercial a través del mundo en los años cincuenta en países tales como Italia, España, Francia, Inglaterra, Alemania, Suecia, URSS (ahora Rusia), Israel, etc. La hidroponía es utilizada extensivamente alrededor del mundo y por muchas razones. Es empleada en países donde el clima prohíbe o limita el crecimiento, donde la tierra es muy pobre para soportar la producción vegetal a gran escala y en países donde la tierra está exhausta y no es recuperable. La hidroponía es fácil de usar tanto en espacios exteriores como en espacios interiores (Bond, *et al.*, 2002).

El sistema hidropónico es una innovación de la agricultura tradicional, la cual se puede constituir en una importante industria de índole biológica, entre la agricultura y la “manufactura” de plantas, y que presenta una serie de ventajas que mencionaremos posteriormente, las cuales se distinguen primordialmente por obtener cosechas abundantes y fuera de temporada.

### 3.11.1 DEFINICIÓN

El término hidropónico, se compone de las raíces griegas ‘hidros’ agua y ‘ponos’ trabajo, es decir, vendría a significar ‘trabajo en agua’ o alimentación de las plantas a través del agua (Maroto, 1990). Se entiende por cultivos sin tierra, el método que consiste en proveer a las plantas los alimentos de que tienen necesidad para su crecimiento, no por medio de su hábitat natural, la tierra, sino por medio de una solución sintética de agua y de sales minerales diversas (Huterwal, 1993). Los cultivos hidropónicos pueden ser definidos como la ciencia del crecimiento de las plantas sin utilizar el suelo, aunque usando un suelo inerte, tal como la grava, arena, turba, vermiculita, piedra pómez, serrín, a los cuales se les añade una solución de nutrimentos que contiene todos los elementos esenciales necesitados por la planta para su normal crecimiento y desarrollo. Puesto que muchos de estos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio de cultivo, se les denomina a menudo “cultivos sin suelo”, mientras que el cultivo solamente en agua sería el verdadero hidropónico (Resh, 1992; Douglas, 1994; Huterwal, 1993). La definición de cultivos hidropónicos más

generalizada se refiere al cultivo de plantas sin usar tierra, nutridas por soluciones de agua y sales minerales en lugar de utilizar los métodos tradicionales de cultivo, los cuales siguen siendo preferidos por la mayoría de los agricultores (Douglas, 1994).

### 3.11.2 GENERALIDADES

Los límites de los denominados cultivos sin suelo son bastante amplios, comprende a todos aquellos métodos y sistemas que hacen crecer a las plantas fuera de su ambiente natural: el suelo (Urrestarazu, 1997). No siempre se tiene la idea de que los cultivos hidropónicos abarca desde la producción comercial de flores, frutas y plantas comestibles en gran escala para pasar a unidades de cultivo de tamaño mediano al servicio de poblaciones pequeñas y de éstos a las más reducidas de plantas de interior flores y deliciosas hortalizas y vegetales para el consumo familiar o como simple entretenimiento casero (Douglas, 1994). El suelo provee cuatro necesidades importantes de las plantas: el aporte de agua, un aporte de nutrimentos esenciales, un aporte de oxígeno y un soporte para el sistema radicular, los suelos minerales están formados de 4 componentes principales: los elementos minerales, la materia orgánica, el agua y aire (Resh, 1993).

El comportamiento nutricional de las plantas cultivadas sin suelo no difieren en esencia de aquellas otras que lo hacen en los suelos tradicionales. Si bien, lo anterior es cierto, las especiales circunstancias microambientales, en las que se cultiva, los errores en cuanto a los equilibrios, deficiencias, carencias o exceso de los elementos nutritivos afectan a la planta y su producción de forma más rápida, por esta misma razón es necesario un control más riguroso y frecuente, que en el suelo. Por otro lado el control de la disponibilidad de nutriente en la rizosfera en los agrosistemas hidropónicos es más fácil y a veces lo son las soluciones por la facilidad de actuación en la disolución de fertirrigación, cuya inercia es mucho menor que en los cultivos en suelo (Izquierdo, 1993).

La relación aire-agua depende no solamente de las propiedades físicas del sustrato que se utilice, sino también del volumen empleado y del diseño en que se presente. En

cuanto a la ausencia de enfermedades no significa que no se puedan presentar durante el cultivo, hay que decir que los sustratos se presentan libres de patógenos y esto es cierto para aquellos sustratos que incluyen en su fabricación algún proceso de calor o que son sometidos a una desinfección. No se puede ser tajante en este asunto con aquellos sustratos que se utilizan tal y como se encuentran de manera natural. Otra ventaja que se refiere al control perfecto de la nutrición, sólo se dará en aquellos sustratos que son químicamente inertes y aún así, las respuestas estarán muy influenciadas por factores climáticos como son la humedad, la temperatura (Martínez y García 1993). Los cultivos hidropónicos caseros permite cultivar todo tipo de verdura para ensaladas, además algunas frutas, raíces tuberosas alimenticias y tubérculos, como los de las papas. Otros factores que deben tenerse en cuenta serán las condiciones climáticas y las facilidades con que se cuente para proteger los cultivos del frío (Douglas, 1994).

Esta notable versatilidad de cultivo sin tierra, combinada con los excelentes resultados que se obtienen en cualquier latitud y en todo tipo de espacio, ha hecho de este sistema el ideal para un amplio espectro de situaciones (Douglas, 1994). En lugares con poca tierra, zonas donde es escasa la tierra cultivable, así como el agua y problemas con pH o contenido en sales (Resh, 1992). 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 (Resh, 1993). El agua destinada a la solución nutritiva deberá ser lo más pura posible, siendo muy apropiadas las aguas de lluvia. Sin embargo, lo normal es utilizar otras fuentes de aprovisionamiento, como el agua de pozos y cauces, etc. (Maroto, 1990).

El fundamento de estos sistemas consiste en hacer crecer las plantas sobre un sustrato inerte, de forma que la aportación de nutrientes minerales se suministre con las aportaciones líquidas que aprovisiona la solución nutritiva, de la que controlamos íntegramente su composición (Maroto, 1990).



Las plantas necesitan, para el desarrollo de su ciclo vital, de una serie de elementos químicos que se denominan elementos nutritivos. Todos estos elementos son igualmente importantes pero unos los necesita la planta en grandes cantidades, y se les llama macroelementos, otros más los necesita en pequeñas cantidades y se les denomina entonces microelementos u oligoelementos (Martínez y García, 1993). Los actuales sistemas de módulos unitarios de pequeño volumen han resuelto este problema satisfactoriamente, su poco peso, facilidad de instalación y moderado coste, permiten una reposición rápida y barata, e iniciar el cultivo con garantía (Izquierdo, 1993).

Existen algunos términos que se relacionan con la hidroponía y que en un momento dado puede ser motivo de confusión, por lo que se aclaran a continuación:  
Solución perdida: sistema de cultivo sin suelo en el que la solución nutritiva se pierde por drenaje libre fuera del propio sistema o por el suelo natural fuera de los contenedores del sustrato.

Aeroponía: (Steiner, 1985) define aeroponía como el sistema de cultivo en el cual las raíces de las plantas crecen sometidas continua o discontinuamente a una atmósfera saturada con gotas de disolución o una mezcla de aerosol.

Plastoponía: cultivo en plástico expandido (Schwarz, 1995).  
Sistema abierto: cuando la disolución nutritiva no se reutiliza después de pasar por el cultivo, sinónimo de sistema a solución pérdida.

Sistema cerrado: cuando la disolución nutritiva se reutiliza total o parcialmente después de pasar por el cultivo.

Subirrigación: el suministro de la disolución se realiza desde la base de la cama, contenedor o recipiente de las plantas, normalmente un tubo perforado que inunda el contenedor donde está.



Existen diversos factores que pueden influir en el adecuado funcionamiento de los sistemas de cultivo con solución nutritiva, como: la temperatura de la solución nutritiva, parámetro que para la mayoría de los autores, debe estar en torno a los 20 °C. Factores climáticos, como la temperatura del ambiente, la humedad relativa, una adecuada luminosidad, aspectos que adquieren una particular importancia cuando se asocian los sistemas hidropónicos, con el cultivo en invernadero, en cuyo caso también deberá procurarse que no resulte limitante el contenido de anhídrido carbónico. Resulta del todo necesario una suficiente oxigenación de la solución nutritiva, lo que deberá conseguirse en sistemas cerrados, bien con un suministro directo de oxígeno, o bien con un suficiente índice de recirculación (Maroto, 1990).

Ventajas: mejor aprovechamiento de los fertilizantes, mayor control de la nutrición vegetal, en general menores problemas fitosanitarios y /o mayor facilidad para su control, menores posibilidades de que las plantas sufran como consecuencia de limitación de agua, puede ser una alternativa en caso de fuertes infestaciones del suelo en cultivo tradicional, notable reducción en la cuantía y complejidad de las denominadas labores del cultivo, en sistemas bien manejados, se obtienen producciones muy elevadas y de una altísima calidad.

Entre las desventajas pueden citarse: elevados costos de implantación, importantes gastos de mantenimiento. En general se requiere de una adecuada cualificación del personal encargado del manejo (Maroto, 1990). Las mayores desventajas de los cultivos hidropónicos son los elevados costes de capital iniciales, algunas enfermedades como fusarium y verticilium, los cuales pueden extenderse rápidamente a través de este sistema, y la aparición de problemas nutricionales complejos (Resh, 1993).

El término sustrato se aplica en horticultura a todo material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o mezclada, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto un papel de soporte para la planta (Abad, 1993). Un sustrato de cultivo es un medio material en el que se desarrollan las raíces de las plantas limitado físicamente en su volumen, aislado del

suelo para impedir el desarrollo de las raíces en el mismo y capaz de proporcionar a la planta, el agua y los elementos nutritivos que demanda y a las raíces el oxígeno necesario para su respiración (Martínez y García 1993).

Un material para poder utilizarlo como sustrato en cultivo con soluciones nutritivas debe requerir una serie de características como:

- Ser química y biológicamente inerte,
- Poseer una capacidad de cambio iónico escaso o nulo y no contener elementos tóxicos o microorganismos patógenos para las plantas,
- Poseer una granulometría lo más uniforme posible,
- Estar dotado de una adecuada estabilidad estructural que le permita no degradarse con el paso del tiempo,
- Poseer una buena capacidad de retención de agua permitiendo una adecuada aireación,
- Ser de fácil desinfección (Maroto, 1990).

Resh (1993), menciona una serie de características para su situación, como las siguientes:

- Exposición solar lo más directamente posible al este, sur y oeste, con cortavientos al norte.
- Superficie nivelada o que pueda ser fácilmente nivelada
- Buen drenaje interno, con un mínimo de percolación de una pulgada por hora
- Existencia de gas natural, corriente trifásica, teléfono y agua de muy buena calidad.
- Buenas comunicaciones que la unan a una ciudad, bien para suministrar a un mercado de mayoristas, o bien en plan de minorista, si se elige este tipo de ventas.
- Próximo a la residencia, para facilitar la vigilancia de los invernaderos durante las condiciones climáticas extremas.
- Orientación norte-sur de los invernaderos con cultivos en línea de la misma orientación.
- Una región que tenga la máxima cantidad de radiación solar
- Evitar áreas que tengan vientos excesivamente fuertes.

Existen muchos tipos de sustratos y formas en que se puede realizar el riego, Resh (1993) describe uno, cultivo en grava, cuyo mecanismo es semejante al que se utilizó en el módulo en Chimalhuacán.

### 3.11.3 CULTIVO EN GRAVA

Al elegir la grava más indicada para un sistema de subirrigación deberíamos procurar que ésta esté formada por granito molido cuyas partículas tengan un diámetro que oscile entre 1.6 mm y 1.9 cm las mayores. Las partículas deberán ser lo suficientemente fuerte como para no partirse con facilidad, a la vez de ser capaces de retener suficiente humedad en sus espacios vacíos y también disponer de un buen drenaje que permita una adecuada aireación de las raíces para evitar la elevación del pH deberá de procurarse que las partículas no sean de material calcáreo.

Casi todos los cultivos en grava utilizan sistema de subirrigación. Esto es, el agua se bombea en los bancales y fluyen entonces algunos centímetros por encima de la superficie, drenando a continuación hacia el depósito de nutrientes. Este tipo de sistema suele denominarse 'cerrado' o 'reciclado' puesto que la misma solución de nutrientes es utilizada en cada ciclo de bombeo durante un período de dos a seis semanas. Después de este periodo suele completarse la solución, o bien cambiarse por una nueva. La frecuencia y duración de los ciclos de riego son muy importantes de cara al éxito del sistema. Cada ciclo de riego deberá proveer agua, nutrientes y aireación adecuada para las raíces de las plantas.

Frecuencia de los riegos: la frecuencia mínima de los riegos dependerá de:

- El tamaño de las partículas del agregado.
- La superficie de las partículas del agregado.
- La naturaleza del cultivo.
- El tamaño del cultivo.

- Los factores climáticos.
- La hora del día.

Para la mayoría de las cosechas el medio deberá regarse por lo menos de tres a cuatro veces por día durante el invierno, mientras que en verano será necesario regar una vez por hora durante el día (Resh, 1993).

Las plantas absorben el agua de la solución de nutrientes mucho más rápidamente que los elementos inorgánicos. Esto tiene como resultado que el film de solución de nutrientes que fluye en el agregado se vaya concentrando cada vez más en sales inorgánicas conforme la absorción va teniendo lugar. Esta concentración en la solución de nutrientes se irá haciendo mayor conforme la transpiración de las plantas vaya aumentando y, por lo tanto, se eleve la absorción de agua (Resh, 1993).

Altura de riego: la solución de nutrientes deberá alcanzar como máximo solamente tres centímetros del total del medio de cultivo. De esta forma se conserva seca la superficie de dicho agregado, evitándose el crecimiento de las algas y reduciéndose la pérdida de agua y la formación de un alto nivel de humedad en la base de las plantas. Previene esto también el crecimiento de las raíces en la zona superficial, lo cual, bajo condiciones de alta intensidad lumínica, puede dar lugar a una elevación de la temperatura que dificulte un buen crecimiento de las raíces. El nivel de nutrimentos en las bancadas puede regularse promedio de una instalación de tubas de desagüe situados en el 'pleno' (Resh, 1993).



## **IV. OBJETIVOS.**

### GENERAL:

Describir y evaluar el grado de desarrollo que presentan los vegetales con nutrimentos de origen orgánico y de síntesis química, para determinar si son eficientes en la producción de alimentos de calidad y económicamente rentables.

### PARTICULARES:

Conocer las ventajas y desventajas de cada una de las fuentes de nutrimentos.

Proponer zonas de aplicación para cada una de las formas de producción, tomando en cuenta las necesidades de la gente y de los cultivos mismos en cuanto a espacio físico y recursos humanos y financieros.

Determinar síntomas de deficiencia de elementos en ambas soluciones.

Identificar susceptibilidad a plagas y enfermedades.

Evaluar su factibilidad económica.

## **V. HIPÓTESIS.**

1. Las plantas reaccionan de igual forma a las distintas fuentes de nutrimentos con el método hidropónico, baste que se suministren en la cantidad y proporción adecuadas.
2. Al tener dos opciones confiables de nutrir los vegetales, las personas interesadas en el cultivo y cuidado de plantas podrán adentrarse más en su conocimiento.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS.

Durante el desarrollo de esta investigación, se siguieron dos etapas: la primera de ellas consistió en investigación documental, en donde se realizó la revisión bibliográfica y hemerográfica, así como en medios electrónicos, para conocer los fundamentos teórico-técnicos en que se sustenta este tipo de producción, esta información constituyó el soporte para la segunda etapa, que consistió en el diseño experimental de bloques al azar con dos tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 8 unidades experimentales; instalado en el municipio de Chimalhuacán.

El modelo mencionado estuvo integrado entonces por ocho unidades experimentales de un metro cuadrado cada uno y 30 centímetros de profundidad. Las unidades experimentales se hicieron de madera forrada con plástico negro. El riego se aplicó a cada una de las plantas y cada semana por subirrigación, para lavar las sales acumuladas. Al fondo de cada unidad experimental se colocaron 2 tubos de desagüe, de 12 mm de diámetro, que fueron destapados cada tres días. Se regaron una vez al día. Se utilizó como sustrato arena de tezontle rojo.

Las plántulas utilizadas se sembraron el día 5 de junio de 2002 en semilleros de 5 cm de diámetro, en donde permanecieron un mes para luego ser transplantadas a las unidades experimentales. El sustrato de semillero se conformó de una mezcla de tezontle rojo, vermiculita, agrolita y peat moss, en una relación de uno a uno para cada material. Durante este mes las plántulas fueron regadas con una solución de Triple 17 en una proporción de 5 gramos en 1 litro de agua, que fue aplicado en las mañanas. En el transplante se colocaron las plantas a una distancia entre ellas y las paredes de la unidad experimental de 24 x 24 cm, dando una densidad de 9 plantas por m<sup>2</sup>, lo que dio como resultado una cantidad de 36 plantas bajo riego con solución orgánica y 36 plantas bajo riego con solución inorgánica.

El área ocupada por las unidades experimentales fue cubierta con plástico para invernadero, esto para evitar que el agua de lluvia influyera en el desarrollo de las plantas ya sea trayendo esporas, lavando nutrientes o aumentando la humedad entre las plantas. Se prepararon dos soluciones nutritivas, una de ellas, con fertilizantes químicos (ver anexo 1), siguiendo una fórmula de Miranda (1997) y la otra tuvo su origen en la descomposición microbiana de una mezcla de estiércol de oveja, estiércol de vaca, harina de sangre, carne y pescado, en fermentación previa a su uso, para ello se aplicaron 100 gramos de harina de sangre, 200 gramos de harina de pescado y 200 gramos de harina de carne, junto con 4 kilos de estiércol mezclado a partes iguales de borrego y vaca. Todo en 100 litros de agua, se usó una bomba para acuario marca "Resun", modelo AC- 9602, con dos salidas de aire y regulador del mismo; para oxigenar la mezcla y desarrollar una descomposición aeróbica, que se ponía en funcionamiento tres veces al día de 30 a 180 minutos. Ahí permaneció la mezcla durante 6 semanas antes de su uso. Se tuvieron dos tambos con dicha solución, uno de ellos se puso a fermentar el tiempo señalado antes de la instalación del experimento, el otro a las tres semanas de iniciado el experimento. En el primer tampo se tenía un pH de 8 y se bajaba a 7 con 2 o 3 gramos de ácido cítrico en 16 litros de agua.

En cuanto a la solución inorgánica se emplearon en total 14 tipos de compuestos químicos, que fueron disueltos por separado para luego ser mezclados en un tampo de 200 litros, dicha cantidad de agua duraba hasta 3 semanas regando 4 cajones, antes de aplicar el riego se removía para levantar los asientos del fondo del tampo, y luego se medía el pH y siempre se mantuvo en 7. Los riegos se aplicaban en las mañanas.

Cada domingo se tomaban los datos de altura, número de hojas y ancho de las mismas.

Se utilizó como sistema biológico de prueba a *Beta vulgaris L.* var. cicla (acelga), por ser una de las hortalizas más conocidas en México y por ende, de las más consumidas.

De las ocho unidades experimentales, en cuatro unidades se aplicó la solución de fertilizantes químicos y en las otras cuatro unidades se usó la solución orgánica.



El experimento tuvo una duración de 2 meses, dentro de los cuales se hicieron mediciones semanales del tamaño de la hojas, tanto el largo como el ancho, número de hojas, altura de la planta –tomando la hoja más larga– a las ocho semanas se determinó el número de hijuelos, el peso fresco de raíz y brote al momento del corte, largo de la raíz, ancho del pecíolo y el grado de susceptibilidad a plagas, esto último se fue realizando cada semana. Se utilizó una báscula granataria, con capacidad de 610gramos, marca Cobos. En las mediciones longitudinales se usó una regla común marca Baco. Para medir el pH se usaron tiras de pH marca EM- Reagents.

Terminado dicho periodo, se procedió a realizar el ANDEVA, prueba de Tukey y el reporte final de los mismos, junto con las conclusiones.

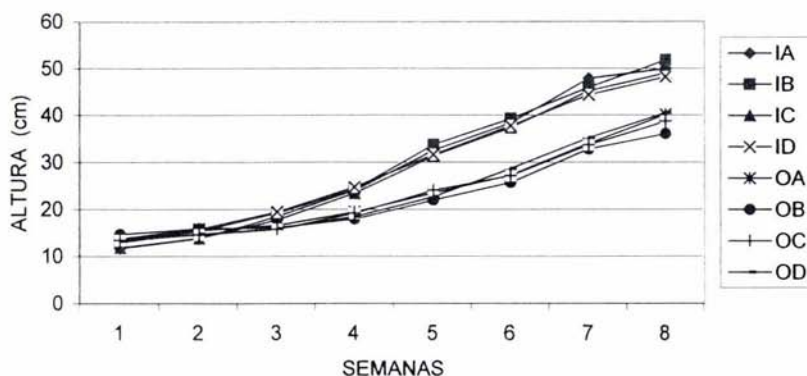
## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En la presente investigación y para fines de la exposición de resultados, se designó al tratamiento de solución nutritiva sintética con la letra I y al tratamiento con abono orgánico fermentado, con O. Y para ambos casos, las cuatro repeticiones con las letras A, B, C y D (Gráfica 1)

En esta gráfica, se muestra la velocidad de crecimiento o Tasa Relativa de Crecimiento (TRC), se encontró una mayor TRC en el tratamiento I con  $0.8 \text{ cm día}^{-1}$ , mientras que en O fue tan sólo de  $0.45 \text{ cm día}^{-1}$ , esto representa 10 cm de diferencia en altura total, al final del experimento. Es importante hacer notar que en el momento del transplante, las plántulas de acelga presentaron alturas semejantes entre 11 y 15 cm y se distribuyeron completamente al azar en los tratamientos y sus repeticiones. Las diferencias en la TRC comenzaron a observarse a partir de la tercer semana (gráfica 1 y cuadro 1).

El análisis de varianza muestra, con un nivel significativo del 95 %, que no existen diferencias entre repeticiones, pero sí entre tratamientos. Con base en lo anterior, se concluye que la fuente de nutrimentos elaborada con sales inorgánicas es más recomendable para el cultivo de *B. vulgaris*, bajo condiciones de hidroponía, si se quiere obtener un crecimiento rápido y mayor.

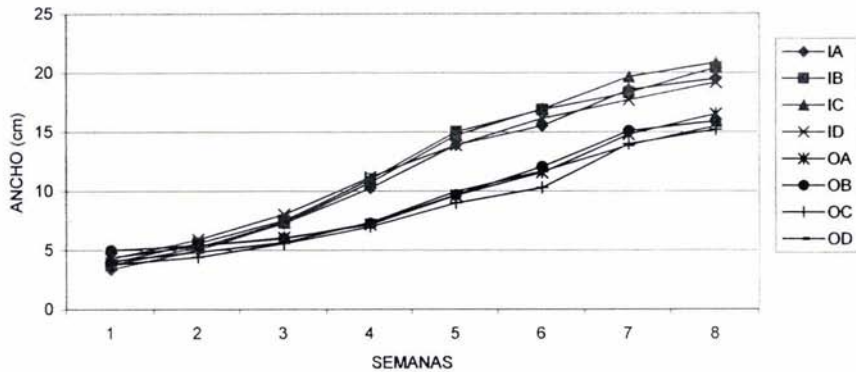
Gráfica 1. Altura promedio de las plantas *B. vulgaris* L. var. Cicla en hidroponía con dos fuentes de nutrimentos.



Con relación a la variable ancho de la hoja, se encontró que el cultivo de la acelga presenta, para los dos tratamientos I y O, un ancho muy uniforme (15.7 cm) entre plantas del mismo tratamiento indistintamente de la repetición (gráfica 2), sin embargo, el análisis de varianza indica que entre los dos tratamientos hay diferencias significativas en este parámetro al nivel de confianza del 95 %. De acuerdo con los resultados cuantitativos, el ancho de la hoja comenzó a ser mayor a las dos semanas de iniciado el suministro de nutrimentos, encontrándose la mejor respuesta cuando la fuente de nutrimentos es la solución de sales minerales. La máxima diferencia en el ancho de la hoja (5 cm) entre los dos tratamientos se alcanza a partir de la quinta y se mantiene constante hasta la octava semana, momento en que se suspendió el experimento. (gráfica 2, cuadro 1).

En el cuadro 1 se muestran las medidas de cada tratamiento siendo mayor I a partir de la segunda semana. La relación que se tiene entre los tratamientos I y O también se muestra en el mismo cuadro, se tiene que la relación va aumentando hasta llegar al máximo en la quinta semana, para luego ir disminuyendo. Esto es que las plantas del tratamiento I llegan más rápido al desarrollo máximo que las plantas del tratamiento O y su máximo crecimiento se presentó en la quinta semana.

Gráfica 2. Promedio del ancho de hojas de *Beta vulgaris* L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.



Unidad experimental/semana	1	2	3	4	5	6	7	8
OA	4.4	5.4	6.0	7.2	9.6	11.6	14.8	16.5
OB	5.0	5.4	6.0	7.3	9.6	12.1	15.1	15.9
OC	3.8	4.4	5.6	7.0	9.0	10.3	14	15.2
OD	4.1	4.8	5.7	7.4	10.0	11.7	13.9	15.5
IA	3.4	5.0	7.3	10.2	13.9	15.5	18.6	19.5
IB	3.9	5.6	7.5	11.0	15.0	16.8	18.3	20.4
IC	3.8	5.3	7.4	10.7	14.7	16.9	19.7	20.8
ID	4.3	5.9	8.0	11.2	13.9	16.1	17.7	19.2
Media O	4.3	5.0	5.8	7.2	9.5	11.4	14.4	15.7
Media I	3.8	5.4	7.5	10.7	14.3	16.3	18.5	19.9
Relación I / O	0.8	1.08	1.29	1.48	1.50	1.43	1.28	1.26

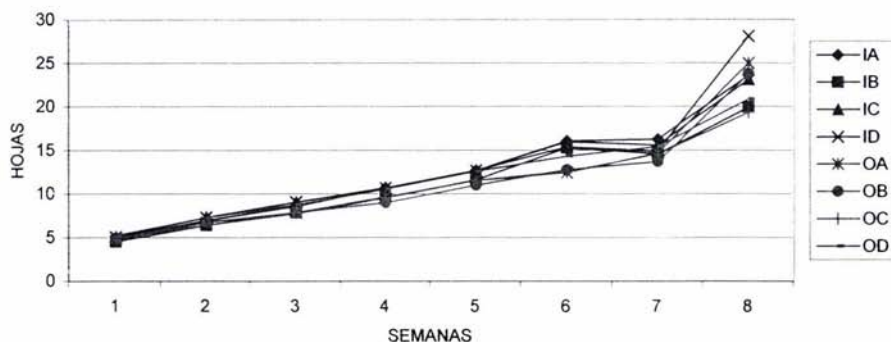
Cuadro 1: Promedio del ancho de hoja, en cm, por cada semana de *Beta vulgaris* var. Cicla en sistema hidropónico

Durante la presente investigación se consideró pertinente evaluar el número de hojas como una variable más de respuesta a las fuentes de nutrimentos suministrados, se encontró que el número de hojas (gráfica 3) no varía con la fuente de nutrimentos. Con base en los resultados obtenidos en las 72 plantas, se concluye que el número de hojas en *B. vulgaris* está determinada genéticamente y no se recomienda considerarla como criterio de evaluación en posteriores trabajos.



En la 5ª y 7ª semana se presenta una ligera variación debido a la pérdida natural de las hojas basales. En la última semana se contabilizó también el número de hojas de las brotes laterales (hijuelos), en donde se aprecia que el tratamiento con solución inorgánica permitió mayor número de hojas finales, con una diferencia en promedio de 4 respecto a las que recibieron riego con solución orgánica fermentada.

Gráfica 3. Promedio del número de hojas de *B. vulgaris* L. var. Cicla, en sistema hidropónico, con dos fuentes de solución nutritiva.

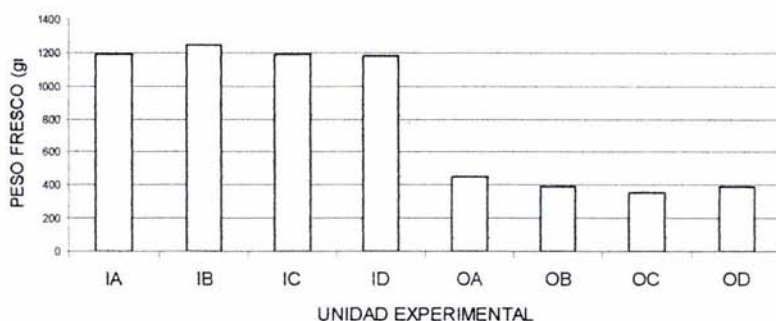


En la gráfica 4 se muestra el promedio de la biomasa fresca de las 9 plantas de cada una de las repeticiones consideradas en este trabajo, como es claramente observado, el tratamiento I es, con mucho, el más recomendable pues se obtiene tres veces más biomasa en comparación con el tratamiento orgánico.

El análisis de varianza indica diferencias significativas entre los dos tratamientos, pero no entre repeticiones de un mismo tratamiento, lo anterior con un nivel de confianza del 95 %.

Con base en la biomasa seca obtenida, se concluye que las sales minerales promueven una más rápida acumulación de biomasa.

Gráfica 4. Biomasa fresca de *B. vulgaris* L. var. Cicia, en técnica hidropónica con dos fuentes de nutrientes.

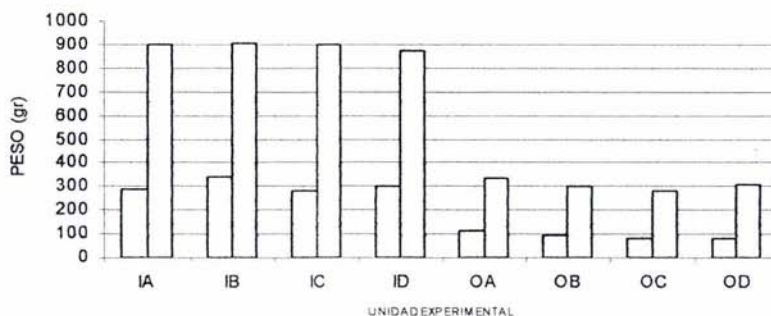


Dos variables más que fueron evaluadas son la biomasa fresca de raíz y biomasa fresca del follaje, para ello se practicó un corte en la altura del mesocóstitido o cuello de la raíz. En la gráfica 5 se muestran los promedios de las nueve plantas de cada una de las repeticiones de los dos tratamientos. Se encontró para ambas variables que la fuente de nutrientes elaborada con sales inorgánicas promovía dos veces más la síntesis de biomasa, tanto en raíz como en follaje, respecto al tratamiento O.

En el caso de la raíz, en el tratamiento I se tiene valores que oscilan entre 284 y 340 gramos, mientras que en el tratamiento O son de 70 y 110 gramos, es decir aproximadamente un tercio del tratamiento I. Un comportamiento muy similar se presenta para el follaje, sólo que cuantitativamente hablando.

El análisis de varianza realizado a los datos para estos dos parámetros, indican con un nivel de confianza del 95 % no existen diferencias significativas entre repeticiones de un mismo tratamiento, pero sí entre los dos tratamientos, siendo favorable para el tratamiento I.

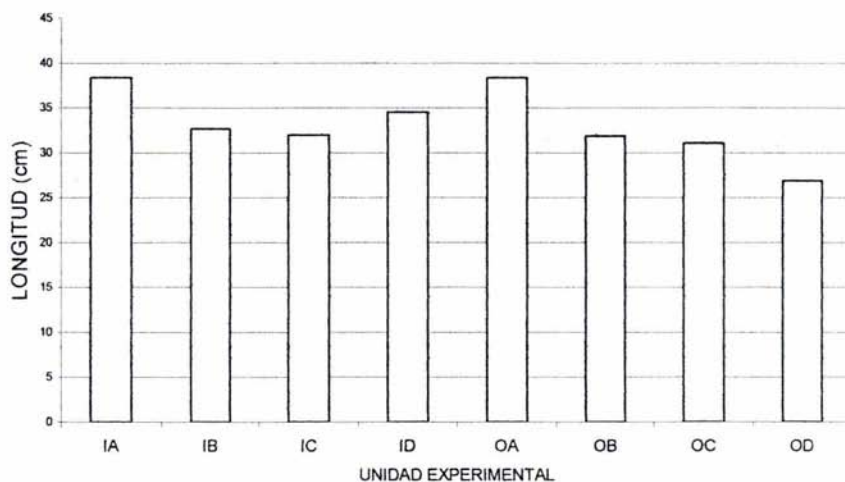
Gráfica 5. promedios del peso de raíz y follaje de *B. vulgaris* var. Cicla, en sistema hidropónico con con dos fuentes de nutrimentos.



Con relación a la longitud de la raíz, se presenta una respuesta muy semejante entre los dos tratamientos (gráfica 6, cuadro 2). La longitud promedio varía de 38.3 a 32.0 cm para el tratamiento I, mientras que en O el intervalo fue de 38.3 a 26.9 el análisis de varianza practicado a los resultados confirma la uniformidad en la longitud de raíz para ambos tratamientos al nivel de confianza del 95 %. Con base a estos resultados, se concluye que la longitud de la raíz no es un adecuado indicador de la eficiencia de la solución nutritiva para el suministro de nutrimentos para la planta.

La relación entre tratamientos en la variable largo de raíz es casi de uno a uno, por lo que no hay diferencia entre tratamientos para esta variable (cuadro 2)

Gráfica 6. Promedio del largo de raíz de *Beta vulgaris* L. var. cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.



Unidad experimental	Largo de raíz (cm)
OA	38.3
OB	31.8
OC	31.0
OD	26.9
IA	38.3
IB	32.6
IC	32
ID	34.5
Media O	32.06
Media I	34.38
Relación O / I	1 : 1.07

Cuadro 2. Promedio del largo de raíz de *Beta vulgaris* L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.

Se encuentra que el largo del peciolo es 5.02 cm mayor en el tratamiento I y 0.93 cm más en su ancho en comparación al obtenido con la fuente orgánica de nutrimentos (gráfica 7 y cuadro 3).



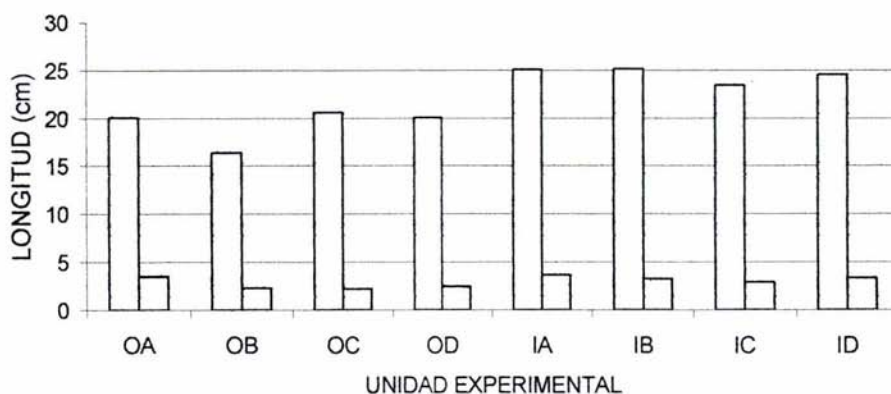
El análisis de varianza indica que hay diferencia estadística entre los dos tratamientos para estos dos parámetros (cuadro 6).

Para el ancho del peciolo la relación es 1 : 1.71 por ello se recomienda usarla para posteriores estudios sobre nutrición. En cambio, el largo del peciolo muestra que el tratamiento I da más de un cuarto de longitud, por lo tanto, es un buen indicador para establecer diferencias en el crecimiento según la disponibilidad de nutrimentos.

Unidad experimental	Ancho peciolo (cm)	Largo peciolo (cm)
OA	2.5	20.1
OB	2.3	16.4
OC	2.2	20.6
OD	2.5	20.0
IA	3.6	25.1
IB	3.3	25.1
IC	2.9	23.5
ID	3.3	24.6
Media O	2.37	19.58
Media I	3.25	24.60
Relación O / I	1 : 0.71	1 : 1.28

Cuadro 3. Promedio del largo y ancho del peciolo de *Beta vulgaris* L. var. Cicla. En sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.

Gráfica 7. Promedios del largo y ancho del peciolo de *Beta vulgaris* L. var. cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.



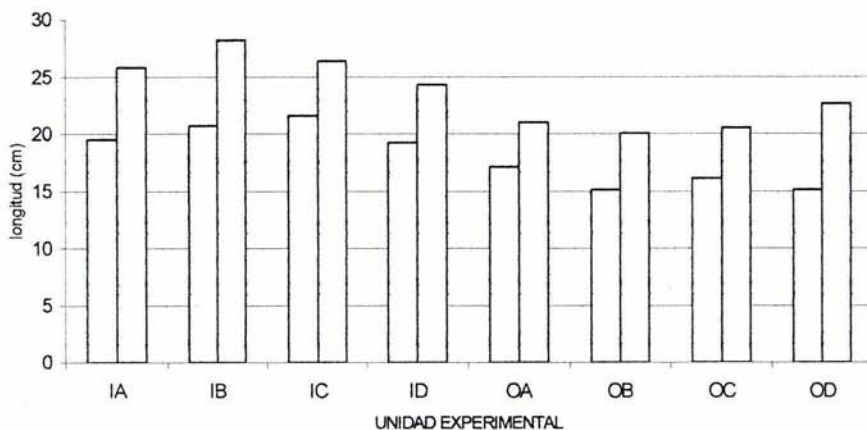
En relación al ancho y largo de la hoja se encontró que el tratamiento I superó el ancho con 4.21 cm en promedio al tratamiento O, mientras que en el largo la diferencia fue de 5.31 cm a favor del tratamiento I (gráfica 8 y cuadro 4).

El análisis de varianza indica una diferencia entre tratamientos con un índice de confiabilidad estadística del 95 %.

Se concluye que las variables del largo y ancho de la hoja si deben ser medidas para efecto de la eficacia y eficiencia de tratamientos nutritivos. En este caso el tratamiento I resultó mejor en el aprovechamiento por las plantas.

El largo y ancho de hoja es un cuarto mayor en el tratamiento I (cuadro 4).

Gráfica 8. Promedios del ancho y largo de la hoja de *Beta vulgaris* L. var. cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.



Unidad experimental	Largo (cm)	Ancho (cm)
OA	21.0	17.1
OB	20.0	15.1
OC	20.5	16.1
OD	22.2	15.0
IA	25.8	19.5
IB	28.2	20.1
IC	26.4	21.6
ID	24.3	19.6
Media O	20.93	15.7
Media I	26.24	19.9
Relación O / I	1 : 1.25	1 : 1.27

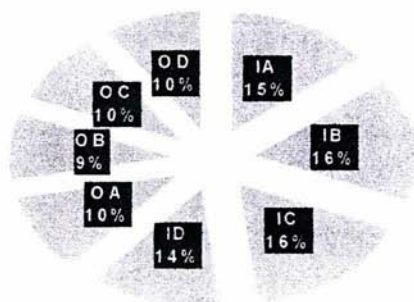
Cuadro 4. Promedios del largo y ancho de la hoja de *Beta vulgaris* L. var cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.

Por su parte, el área foliar obtenida en el tratamiento O representa el 61 % de la superficie foliar del tratamiento I (gráfica 9), por lo que la fuente de nutrimentos elaborada con sales inorgánicas es recomendable para el cultivo en hidroponía. Como se muestra en el cuadro 5, las unidades experimentales bajo riego inorgánico tienen un área foliar de 0.59% mayor que las del tratamiento orgánico.

El análisis de varianza indica que existe una diferencia significativa de esta variable entre los dos tratamientos, siendo favorable para el tratamiento I. El índice de confiabilidad estadística es del orden de 95 %.

Con lo anterior se puede concluir que esta variable se recomienda como criterio de evaluación en trabajos sobre eficiencia de nutrimentos.

Gráfica 9. Área foliar de *Beta vulgaris* L. var. cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de solución.



Unidad experimental	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
OA	181.27
OB	153.1
OC	167.1
OD	168.3
IA	252.6
IB	289.6
IC	291.5
ID	235.3
Media O	167.44
Media I	267.25
Relación O / I	1 : 1.59

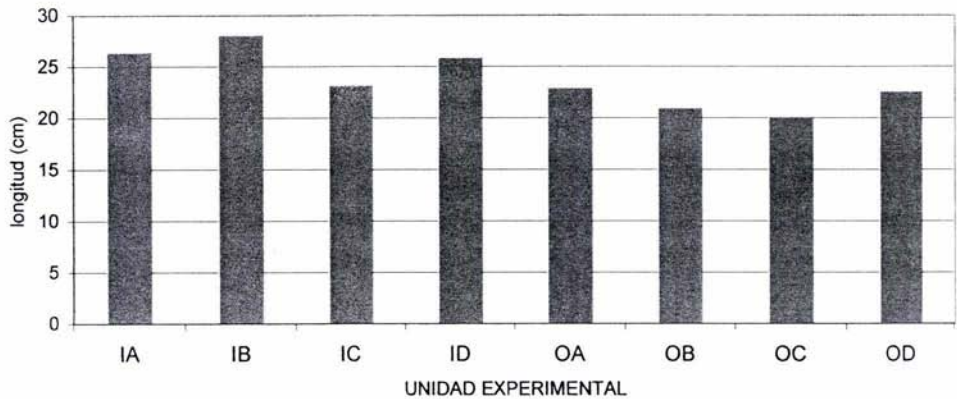
Cuadro5. Promedios del área foliar de *Beta vulgaris* L. var. Cicla en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrientes.

En la gráfica 10, se muestra el número de raíces de cada uno de los tratamientos, se encontró que el más bajo número de raíces para el tratamiento I es igual al más alto número de raíces en el tratamiento O, sin embargo, el promedio en el número de raíces de las cuatro repeticiones de los dos tratamientos indica que la diferencia es de tan solo 4 raíces más en I.

El análisis de varianza indica que existen diferencias significativas a una  $p=0.05$ . Creemos que el número de raíces es una variable apropiada para establecer diferencias en la eficiencia de asimilación de nutrientes por *Beta vulgaris*.



Gráfica 10. Promedio del número de raíces de *Beta vulgaris* L. var. cicla, en sistema hidropónico con dos fuentes de nutrimentos.



#### **Análisis estadístico.**

En el cuadro 6 se muestra que el tratamiento I es el que tiene la mejor respuesta como resultado de la pronta asimilación y transformación de los nutrimentos. Se observa que las primeras seis variables si presentan diferencias significativas entre los dos tratamientos, mientras que el largo de raíz y número de hojas no presentan una diferencia significativa como la muestra el valor de P en ambos casos. Las cuatro últimas variables también presentan diferencia entre los dos tratamientos. En algunas variables, el dato máximo del tratamiento O, es casi igual al dato mínimo del tratamiento I, por lo que se nota la gran diferencia entre fuentes nutritivas.

En el cuadro 6 se muestra que de los doce parámetros vegetativos de *Beta vulgaris* que se evaluaron, diez son significativamente diferentes entre el tratamiento de suministro inorgánico y orgánico de acuerdo con el análisis de ANDEVA y prueba de Tukey. Excepto largo de raíz y número de hojas, todos los demás parámetros resultaron favorecidos por la fertilización inorgánica, de acuerdo con ello, esta fuente de nutrimentos es la más adecuada para un crecimiento acelerado de la acelga bajo condiciones de hidroponía. Aún cuando la

fuerza de nutrimentos orgánica no fue la que produjo la mejor respuesta de crecimiento, es también recomendada ampliamente, sobre todo por tratarse de fuentes naturales de nutrimentos que permite obtener alimentos de calidad química con menos riesgos de contaminación, sobre todo si los materiales utilizados para su elaboración son producto de una agricultura no contaminante .

En el cuadro 6 se muestra el valor de p (probabilidad), cuando  $p < 0.05$  hay diferencia estadística significativa entre tratamientos, en nuestro caso  $p = 0.00$ , ello significa diferencias muy significativas a favor de la fertilización inorgánica para las diez variables observadas.

La relación entre la media y la varianza indica que los datos están al azar.

Variable	Tratamiento	Media *	Varianza	Relación media/ varianza	Desviación estándar	Dato mínimo	Dato máximo	Valor de p
Altura	O	38.86 A	23.73	1.63	4.87	27.8	48.6	0.00
	I	49.76 B	34.01	1.46	5.83	36.4	60.9	
Ancho de hoja	O	15.8 A	5.42	2.91	2.33	12.1	20.9	0.00
	I	19.9 B	6.47	3.07	2.54	15.6	28.5	
Ancho peciolo	O	2.37 A	0.37	6.4	0.61	1.2	3.7	0.00
	I	3.3 B	0.55	6.0	0.74	2.0	5.1	
Área foliar	O	167.44 A	1301.67	0.12	36.07	101.26	272.5	0.00
	I	267.25 B	5870.81	0.045	76.62	172.27	514.05	
Largo de hoja	O	20.93 A	7.37	2.84	2.71	15.4	26.6	0.00
	I	26.24 B	13.3	1.97	3.64	21.0	36.4	
Largo peciolo	O	19.58 A	17.02	1.15	4.12	13.2	31.9	0.00
	I	24.60 B	22.45	1.09	4.73	15.7	34.1	
Largo de raíz	O	32.06 A	50.31	0.63	7.09	19.0	45.0	0.18
	I	34.38 A	56.13	0.61	7.49	21.0	47.0	
Número de hojas	O	22.25 A	29.96	0.74	5.47	14.0	38.0	0.36
	I	23.55 A	43.16	0.54	6.57	14.0	44.0	
Número raíces	O	21.69 A	53.81	0.40	7.33	11.0	38.0	0.01
	I	25.91 B	57.96	0.44	7.61	16.0	49.0	
Biomasa total	O	307.23 A	5229.81	0.05	72.31	169.3	468.4	0.00
	I	893.86 B	58656.2	0.015	242.19	566.5	1484.0	
Peso follaje	O	399.57 A	9994.15	0.039	99.97	201.3	607.6	0.00
	I	1198.96 B	120761.0	0.009	347.5	649.0	2131.1	
Peso raíz	O	91.50 A	1333.93	0.068	36.52	19.8	159.4	0.00
	I	305.09 B	16823.9	0.018	129.70	82.5	662.3	

Cuadro 6. Resumen estadístico de *Beta vulgaris* L. en hidroponía en dos tratamientos.

\* Valores con la misma literal no son significativamente diferentes.

## 7.1 ESTADO FITOSANITARIO.

En términos generales, las plántulas de *Beta vulgaris* L var. *Cicla* no sufrieron estrés debido al transplante, en este sentido, únicamente 2 individuos del tratamiento orgánico y uno del inorgánico, en ambos casos las plantas se recuperaron a los 4 – 5 días después del transplante. La recuperación fue más rápida en el caso de la fertilización orgánica lo cual fue debido a que los nutrientes se encuentran más disponibles. Sólo un individuo con tratamiento inorgánico presentó heridas por insectos.

Durante la segunda semana los individuos bajo solución orgánica presentaron hojas amarillas en la base. En un 40 % de todas las plantas bajo los dos tratamientos presentan pulgones verdes, éstos se controlaron de manera natural cuando al final de esta semana la planta adquiría su vigor y se establecía completamente, esto estuvo indicado por la desaparición de síntomas de deficiencia de nutrientes e inicio de un crecimiento vegetativo acelerado.

En la tercera semana las plantas irrigadas con solución orgánica son más pequeñas, con menos succulencia. Las plantas bajo solución inorgánica son de mayor altura, color verde fuerte, succulentas y son las que presentan mayores láminas foliares, longitudes de hoja, en este tratamiento 10 individuos ya presentan hijuelos a diferencia de los que están con riego de solución orgánica, en donde sólo un individuo presenta esta característica.

Para la cuarta semana 7 individuos en el tratamiento con riego de solución orgánica presentaron renuevos, presentándose también 7 individuos infestados con pulgón (negros y verdes), así mismo un ejemplar presentó manchas blancas, que presumiblemente se trató de un hongo. No se aplicó ningún tratamiento fungicida. 29 de 36 plantas bajo riego con solución inorgánica presentan hijuelos, es decir el 80 % de estas plantas. Un individuo con este tipo de solución para riego presentó hojas con túneles.

Para la quinta semana las acelgas se caracterizaban por ser grandes y vigorosas, cuando la fuente de nutrimentos fue la solución inorgánica y de menor altura, pero vigorosas, las que recibieron riego con solución orgánica. Las plagas se presentaron en 9 individuos bajo riego con solución inorgánica y sólo en uno con riego orgánico. Una planta con riego orgánico presentó herbivoría al igual que sólo un individuo bajo solución inorgánica. 35 de 36 individuos bajo riego inorgánico presentaron hijuelos, es decir, el 97 %, a diferencia de sólo 8 de 36, 22.2 %, bajo riego orgánico.

En la semana seis muchas plantas perdieron las 2 hojas basales. Dos individuos bajo riego inorgánico presentaron mildiu. Otras dos plantas con este riego tuvieron herbivoría en comparación con 4 individuos con solución inorgánica. Hubo pulgones negros sobre un individuo bajo esta última solución.

En la séptima semana 4 individuos bajo solución orgánica presentaron mildiu y un individuo, con este mismo riego, tuvo pulgón negro. Hubo hojas con orugas en dos individuos con solución orgánica y en 8 bajo solución inorgánica. Hubo presencia de arañas y catarinas, lo que indica que existe un control biológico de los pulgones.

Durante la octava semana las unidades experimentales con solución orgánica presentan mildiu en 25 de 36 plantas, el 69 %, al igual que pulgones. En estas unidades experimentales existieron hojas amarillas, al igual que en las que estuvieron bajo riego inorgánico, sólo que en las primeras por deficiencia de nutrimentos y en las segundas por la senectud de las hojas. Los pulgones se hicieron presentes en las unidades experimentales con riego orgánico. Hubo presencia de arañas, catarinas, avispas que fueron predadores naturales para los pulgones.

Las unidades experimentales bajo riego orgánico sufrieron más daño por hongos mientras que aquellas que estuvieron bajo riego inorgánico sufrieron daños por masticadores.

En conclusión, las plantas con riego orgánico presentaron a lo largo del tiempo las siguientes situaciones fisiológicas e interacciones biológicas: carencia de



nutrimentos, como lo indicaban las hojas amarillas o con un verde suave, menor altura, se tardaron más tiempo al recuperarse al trasplante. Tuvieron mayor presencia de hongos, así como de pulgones, éstos últimos eran controlados biológicamente.

Por su parte el tratamiento con riego inorgánico presentó a los ejemplares más grandes y lustrosos, un verde intenso, pecíolos más anchos, la única pérdida de hojas fue debida a la senectud de las mismas y no por carencia de elementos. No fueron invadidas por hongos y los pulgones eran muy pocos, en cambio, debido a la succulencia de las hojas éstas fueron más apetitosas para las orugas, y varios individuos presentaron herbivoría.

Se encontró que el tratamiento inorgánico fue más efectivo para lograr un crecimiento rápido y en la obtención de plantas sanas, vigorosas y con mayor eficiencia en la fijación de la energía y por ende en la acumulación de biomasa en forma de tejido.

## 7.2 ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO.

El análisis de costos de los fertilizantes que son disueltos en 100 litros de agua, alcanzan para regar 4 m<sup>2</sup> de superficie con 25 cm de profundidad, sin recuperar el contenido durante una semana y media, el costo es de 3.54 pesos, con todos los elementos nutritivos, sin contar el agua (cuadro 7).

Y para esta misma cantidad de agua, pero con abonos orgánicos se requiere de 7 pesos y un periodo de descomposición de 4 a 6 semanas previas a su utilización, además de que dura sólo una semana (cuadro 8).

Hay que mencionar que se puede utilizar cualquier recipiente que no reaccione con los elementos nutritivos, en el caso de la solución con sales minerales, en cambio en la solución de abonos fermentados se puede usar casi cualquier cosa. Esto es muy importante porque del material que utilicemos como recipiente, depende el costo total de nuestra unidad de producción, sea de las medidas que sea. Así por ejemplo, si se usa concreto el costo es mucho mayor y se necesitará más tiempo para recuperar la inversión que si se usa plástico o madera con plástico o con pintura hidrofoba.

En el experimento se utilizó madera forrada con plástico cuyo costo por unidad experimental de un metro cuadrado fue de \$ 190 pesos, a lo que se añade el costo de la arena de tezontle, valuada en \$ 20 pesos por cada unidad, tenemos que el costo es de \$ 210 pesos, sin contar con una cubierta de plástico para invernadero para proteger del agua de lluvia, lo que aumenta \$ 40 pesos, más los \$ 3.54 del fertilizante, es igual a \$ 213.45 sin techo y \$ 253.45 con techo. Cada semana y media se adicionan \$ 3.54 pesos por concepto de fertilizantes. Al cabo de dos meses ya se puede ir cosechando follaje durante un periodo de 3 a 6 meses, por lo que en un año y medio se cree que se habrá cubierto el costo del cajón experimental. Si se utilizan bolsas de plástico, tal y como se pretende que se haga en la extrapolación a 50 m<sup>2</sup> de superficie, el costo es mucho más bajo y práctico. Tal como se propone para un nivel comercial y en grandes superficies.

En el cuadro 7 se muestran los costos para 8 unidades productivas de un metro cuadrado de superficie techado. En él tenemos que el mayor costo lo presenta la madera, por lo que se sugiere que se use sólo plástico por ser más económico y práctico. Los tinacos son de plásticos y se consideran insumos duraderos, se utilizan dos para prevenir ausencia de agua por alguna causa. Tenemos que como insumos variables son los fertilizantes.

Concepto	Unidad	Costo unitario (\$)	Necesidad	Costo a 4 meses (\$)
Plástico invernadero	Kilogramo	27.0	6 Kg	197.0
Tinacos	Pieza de 200 L	160.0	2 piezas	320.0
tornillos	pieza	0.40	500	200.0
madera	pieza	50.0	20	1 300.0
silicón	pieza	26.0	1	26.0
Plástico negro	metro	17.5	6 metros	138.0
fertilizantes	gramo	3.54	201.0 g	56.54
			total	2 237.64

Cuadro 7. Costos de producción para 8 m<sup>2</sup> de superficie con fertilizantes.

Concepto	Unidad	Costo unitario (\$)	Necesidad	Costo a 4 meses (\$)
Plástico invernadero	Kilogramo	27.0	6 Kg	197.0
Tinacos	Pieza de 200 L	160.0	2 piezas	320.0
tornillos	pieza	0.40	500	200.0
madera	pieza	50.0	20	1 300.0
silicón	pieza	26.0	1	26.0
Plástico negro	metro	17.5	6 metros	138.0
Abono orgánico	kilo	7.0	Un kilo cada semana	112.0
			total	2 293.00

Cuadro 8. Costos de producción para 8 m<sup>2</sup> de superficie con abonos orgánicos.

La diferencia entre las dos fuentes de nutrimentos es de \$ 55.54 pesos, a favor del tratamiento I, que es menor en esa cantidad que el tratamiento O, sin contar el tiempo que se debe dejar pasar para que se realice la descomposición de la materia orgánica.

El total de los costos en ambos tratamientos pueden reducirse a más de mitad si se utiliza como contenedor bolsas de plástico.

Hay que destacar que la duración de estos contenedores de madera es de 5 años, y el costo de producción anual con tres ciclos de cuatro meses cada uno al año, se muestra en el cuadro 9.

Concepto	Costo semana (\$)	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Contenedores	9.01	36.35	436.22
Fertilizantes	3.54	14.16	169.92
Total	12.55	50.51	606.14
Contenedores	9.01	36.35	436.22
Abonos orgánicos	7.00	28.00	336.00
Total	16.01	64.35	772.22

Cuadro 9. Costos de producción entre los dos tratamientos para el cultivo de acelga.

Un manojó está conformado por 27 hojas a un precio de \$ 5.0 pesos. En el experimento se tuvo una densidad de 9 plantas por metro cuadrado, y consideramos que fue muy baja.

En el cuadro 10 se tiene la producción y el beneficio por semana.

Concepto	Cosecha por m <sup>2</sup>	Precio del producto	Total por 8 m <sup>2</sup>	Al mes
Hoja de acelga	27	\$ 5.00	\$ 40.00	\$ 160.00

Cuadro 10. Producción y precio del producto.

Tratamiento	Costo anual (\$)	Precio producto (\$)	Beneficio (\$) *
I	606.14	1 440.00	833.86
O	772.22	1 440.00	667.78

Cuadro 11. Comparación entre costos de cada tratamiento.

\* el beneficio en el tratamiento O puede ser mayor si se coloca en un mercado que valore sus cualidades de cultivo.

La diferencia entre tratamientos, en cuanto al beneficio fue de \$ 166.08 pesos, a favor del tratamiento I.



7.2.1 Extrapolación de aspectos financieros y económicos para cultivar 50 m<sup>2</sup> con invernadero y sistema hidropónico.

Se tiene una densidad de 27 plantas por metro cuadrado, por lo que en 50 metros cuadrados donde hay una población vegetal de 1 350 individuos.

Costos.

Los costos variables están en función directa del volumen de producción y ventas respectivamente. Varían en forma directa y proporcional al volumen de producción (cuadro 12).

Concepto	Cantidad mensual	Costo unitario (\$)	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Semilla	20.0 g	60.0 el kilo	1.2	14.4
Fertilizante	1.26 Kg	22.12	88.5	1 062
Sustrato para la semilla	2 Kg	16.0	8.0	96.0
Bolsa negra	1350 piezas	0.20	22.5	270.0
		total	120.2	1 442.4

Cuadro 12. Costos variables para producir acelga en sistema hidropónico bajo invernadero de 50 m<sup>2</sup>.

Se necesitan 80 gramos de semilla cada 4 meses para poder levantar 3 cosechas al año. El sustrato para la semilla sólo se necesita en tres ocasiones anuales. Los costos fijos no varían en relación directa de la producción, sino que están en función directa con el tiempo (cuadro 13). La bolsa negra dura para los tres ciclos anuales.

Concepto	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Arena tezontle	46.67	560.0
Agua	9.34	112.08
Luz	25.5	306.0
Medio jornal	1 200.00	14 400.00
total	1 281.51	15 378.08

Cuadro 13. Costos fijos en producción de acelga en sistema hidropónico.

Cada semana se cosechan 2 hojas por planta a partir del primer mes de crecimiento, una planta dura 3 meses en producción, por lo que se tienen 9 meses al año en producción, los tres restantes, son los que la planta ocupa para llegar al estado de desarrollo ideal para su aprovechamiento, un mes por cada ciclo de producción.

Un manojito está compuesto de 40 hojas, si a la semana se producen 2 700 hojas, entonces se forman 67 manojos semanales, que al mes suman 268 manojos. En el cuadro 14 se tienen los ingresos por ventas. En él se tiene el precio de \$ 9.0 pesos por manojito de acelga de 40 hojas.

Concepto	Rendimiento	Precio unitario	Venta mensual	Venta anual
Manojito acelga	268 mensual	\$ 9.0	\$ 2 412.00	\$ 21 708

Cuadro 14. Ingresos por venta de acelgas.

Contribución marginal.

Se define como:

Ventas netas - costos variables = contribución marginal

$$21\,708.0 - 1\,442.4 = 20\,265.6$$

Nunca deba existir contribución marginal negativa, ya que el costo variable es el costo real de la producción de un artículo. La relación entre esa aportación marginal y las ventas netas en porcentaje se llama porcentaje de contribución, y surge utilizando las ventas netas como 100 %.

Ventas netas	\$ 21 708.0	100 %
Costos variables	\$ 1 442.4	6.64%
Contribución marginal	\$ 20 265.6	93.3 %

El porcentaje de contribución marginal es de 93.3 %, o sea, que por cada venta, 93.3 centavos se destina a cubrir los costos fijos y obtener utilidades, siendo los 6.64 centavos restantes el importe de los costos variables.

Costo total = \$16 820.48

Ingreso total = \$ 21 708.0

CT - IT = Utilidad = \$ 4 887.52.

Punto de equilibrio.

Es la cantidad de ventas netas totales suficientes para cubrir costos fijos y variables, es decir, donde no existen ni pérdidas ni ganancias.

$$PE = \frac{cf}{1 - \frac{cv}{v}} =$$

Donde :

cf	costos fijos	\$ 1 281.51
cv	costos variables	\$ 120.2
v	ventas	\$ 2 412.00

$$PE = \frac{1\ 281.51}{1 - \frac{120.2}{2\ 412.0}} = 1\ 348.73$$

Se tiene que vender la cantidad de 1 348.73 pesos mensuales para no sufrir pérdidas. Esto significa que se tienen que vender 150manojos de acelga al mes.

Margen de seguridad.

Es el porcentaje en el que se puede reducir las ventas antes de originarse las pérdidas.

$$MS = \frac{V - PN}{V} =$$

Donde:

V	= ventas netas	\$ 2 412.0
NP	= punto neutro de ventas	\$ 1 348.73

$$MS = \frac{2\ 412.0 - 1\ 348.73}{2\ 412.0} = 0.4408 = 44.08$$

El margen (44.08) indica que las ventas pueden descender en ese porcentaje, antes de transformarse en pérdidas.

El punto neutro se encuentra en un 55.92 % del volumen de las ventas totales. Entonces si se vende a un nivel del punto neutro, el margen de seguridad es cero.

Inversión fija o fija.

La inversión inicial o fija comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles, necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo. En el cuadro 15 se tiene la inversión fija para producir acelga.

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Terreno	Hectárea	0.005	100 000.00	1 000.00
Palas	Pieza	2	60.0	120.0
Bomba eléctrica	Pieza	1	850.00	850.00
Tinaco 1500 L	Pieza	1	1 200.00	1 200.00
Sistema de riego	metro	100	2 000.00	2 000.00
			Total	5 170.00

Cuadro 15. Inversión fija para el cultivo de acelga bajo invernadero y sistema hidropónico.

Activo circulante.

Son los valores de fácil recuperación y convertibilidad en efectivo que ayudan a la empresa a realizar su ciclo de operaciones (cuadro 16).

Concepto	Monto Mensual (\$)
Materia prima	120.2
Mano de obra	1 200.00
Total	1 320.2

Cuadro 16. Activo circulante.

No existen deudas ni obligaciones, cuyo vencimiento sea menor a un año, o sea, pasivo circulante es igual a cero.



### Capital de trabajo.

Es la diferencia aritmética entre activo circulante (cuadro 16) y el pasivo, que en nuestro caso es igual a cero. Está representado por el capital adicional con que se debe contar para que empiece a funcionar una empresa, se tiene que financiar la primera producción antes de recibir ingresos.

Activo circulante – pasivo circulante = capital de trabajo

$$1\ 320.2 - 0 = 1\ 320.2$$

### Inversión inicial.

Representa la suma total requerida (cuadro 17).

Concepto	Valor (\$)
Inversión inicial	5 170.00
Capital de trabajo	1 320.2
Total	6 490.28

Cuadro 17. Inversión inicial para el cultivo de acelga en 50 m<sup>2</sup> de invernadero.

### Amortización.

Amortizar es igual a saldar una deuda gradualmente por medio de una serie de pagos. Para iniciar las actividades se solicita un crédito al banco por la cantidad de \$ 7 000.00 pesos al 20 % capitalizable semestralmente, que amortiza mediante 3 pagos semestrales, en donde el primero vence en 6 meses, así se tiene lo siguiente:

#### Fórmula.

$$AC = \frac{(1+tn)^n * tn}{(1+tn)^n - 1} * C$$

Donde:

AC = amortización constante

C = capital

tn = tasa neta = 20 / 2 = 10 % semestral

n = número de pagos = 3 pagos

$$AC = \frac{(1 + 10\%)^3 * 10\%}{(1+10\%)^3 - 1} * 7\ 000.00$$

$$AC = 0.4021 * 7\ 000.00 = 2814.7$$

Cantidad que se amortizará semestralmente. En el cuadro 18 se tiene la amortización de la deuda.

Periodo (años)	Amortización (\$)	Pago interés (\$)	Pago a capital (\$)	Saldo (\$)
0	0	0	0	7 000.00
1	2 814.7	700.01	2 114.69	4 885.31
2	2 814.7	488.63	2 326.12	2 559.19
3	2 814.7	255.86	2 558.94	0.25

Cuadro 18. Amortización de la deuda para la producción de acelga en invernadero.

#### Depreciación.

Es parecida a la amortización pero sólo se aplica al activo fijo ya que con el uso de estos bienes su valor es menor, es decir, se deprecian al pasar el tiempo. Es la porción de capital invertido en activos fijos que se aplican a los gastos de cada ejercicio ya que su uso implica una pérdida de valor de adquisición (cuadro 19).

Concepto	Vida útil (años)	Tasa lineal (%)	Valor original (\$)	Depreciación (\$)
Bomba eléctrica	10	25	850.00	212.5
Sistema de riego	5	25	2 000.00	500.00
		Total	2 850.00	712.5

Cuadro 19. Depreciación del activo fijo en el cultivo de acelgas bajo invernadero en sistema hidropónico.

La vida útil y tasa lineal utilizada en el cuadro 19 se encuentra en los artículos 44 y 45 de la Ley del ISR.

#### Presupuesto de ingresos.

Se saca el presupuesto de ingreso y de costo de producción para poder calcular el estado de resultados. El cuadro 20 indica el presupuesto de ingresos por ventas durante 5 años.

Ventas	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Anual (\$)	21 708.00	24 964.2	28 708.83	33 015.15	37 967.42
Mensual (\$)	1 809.00	2 080.35	2 392.4	2 751.26	3 163.93
Diario (\$)	59.47	68.39	78.65	90.45	104.02

Cuadro 20. Presupuesto de ingresos por ventas.

Cada manojo consta de 40 hojas cuyo valor es de \$ 9.0 pesos, la producción aumentó 15 % anual.

Presupuesto de costo de producción.

Este presupuesto se expone en el cuadro 21.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costo variable (\$)	1 442.4	1 730.88	2 077.06	2 492.47	2 990.96
Costo fijo (\$)	15 378.08	18 453.69	22 144.43	26 573.32	31 887.98
Total (\$)	16 820.48	20 184.57	24 221.49	29 065.79	34 878.94

Cuadro 21. Presupuesto del costo de producción para 5 años.

Se aumenta el costo de producción en 20 % como respuesta al aumento de la producción y la inflación anual de 5 %.

Estado de resultados.

La finalidad del análisis del estado de resultados, es calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo. Se obtiene restando los ingresos, los costos en que incurre la empresa y los impuestos que debe pagar.

La importancia de calcular el estado de resultados es la posibilidad de determinar los flujos netos de efectivo, que son los que se usan en la evaluación económica. Mientras mayores sean los flujos netos de efectivo (FNE) mejor será la rentabilidad económica de la empresa o del proyecto de que se trate (cuadro 22).

Concepto	Año 1 (\$)	Año 2 (\$)	Año 3 (\$)	Año 4 (\$)	Año 5 (\$)
+ Ingresos	21 708.00	24 964.2	28 708.83	33 015.15	37 967.42
- Costos de producción	16 820.48	20 184.57	24 221.49	29 065.79	34 878.94
= Utilidad marginal	4 887.52	4 779.63	4 487.34	3 949.36	3 088.48
= Utilidad bruta	4 887.52	4 779.63	4 487.34	3 949.36	3 088.48
+ Depreciación y amortización	712.5 5 629.4	712.5 2 814.7	712.5	712.5	712.5
- Pago a principal	4 440.81	2 558.94	0	0	0
= Utilidad neta	6 788.61	5 747.89	5 199.84	4 661.86	3 800.98
- ISR 35 %	2 376.01	2 011.76	1 819.94	1 631.65	1 330.34
= Flujo neto de efectivo	4 412.59	3 736.13	3 379.89	3 030.21	2 470.64

Cuadro 22. Estado de resultados.

Cuando los flujos de efectivo que genera el proyecto no son iguales durante todos los años, simplemente se suman hasta que sean iguales a la inversión, y ese será el periodo de recuperación (cuadro 23).

Año	Flujos anuales (\$)	Acumulados (\$)
1	4 412.59	4 412.59
2	3 736.13	8 148.72
3	3 379.89	
4	3 030.21	
5	2 470.64	

Cuadro 23. Periodo de recuperación de la inversión.

El periodo de recuperación está entre 1 y dos años por lo tanto, es necesaria la ponderación para determinar con exactitud el tiempo de recuperación, que bajo el siguiente criterio:

$$\text{Ponderación} = \frac{\text{saldo pendiente a liquidar}}{\text{Flujo anual para liquidar}} * 360$$

$$\text{Ponderación} = \frac{4\,412.59}{8\,148.72} * 360 = 194.94 = 1 \text{ año } 6 \text{ meses}$$



De un año 6 meses es el periodo de recuperación de la inversión. Mientras más rápido se recupere un proyecto, menos sufre la liquidez de la empresa, cuanto más demore en recuperarse, más se deteriora la liquidez. Este método es de gran utilidad para seleccionar el proyecto más adecuado. Da una idea de la magnitud del riesgo del proyecto.

La evaluación económica tiene como objeto medir y aceptar sólo actividades que sean rentables.

El Valor Actual (VA) o Valor Presente (VP).

Consiste en actualizar los flujos de efectivo (en valor presente) para ello se descuentan a una tasa de interés igual al costo del capital y se suman éstos.

Si el valor actual de la suma de los flujos es mayor o igual a la inversión el proyecto se acepta como viable, en caso contrario se rechaza.

$$VA = \frac{f_1}{(1+K)^1} + \frac{f_2}{(1+K)^2} + \frac{f_n}{(1+K)^n} =$$

Donde:

VA = Valor actual

$F_n$  = flujo neto de efectivo

K = costo del capital = 20 % = 0.2

Cuadro 24. Flujo neto de efecto.

Año	Monto del flujo
1	4 412.59
2	3 736.13
3	3 379.89
4	3 030.21
5	2 470.64

$$VA = \frac{4\,412.59}{(1+0.2)^1} + \frac{3\,736.13}{(1+0.2)^2} + \frac{3\,379.89}{(1+0.2)^3} + \frac{3\,030.21}{(1+0.2)^4} + \frac{2\,470.64}{(1+0.2)^5} =$$

$$VA = 3\,677.15 + 2\,594.53 + 1\,955.95 + 1\,461.33 + 992.89 = VA = \$ 10\,681.85$$

El valor actual es mayor que la inversión inicial (\$ 6 490.2) por lo que el proyecto es viable y se puede aceptar.

Valor Presente Neto (VPN) o Valor Actual Neto (VAN)

El VAN se define como el resultado de la diferencia entre los ingresos actualizados (valores positivos) y los costos actualizados (valores negativos) a una determinada tasa de descuento.

$$VAN = - P \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_n}{(1+i)^n} =$$

Donde:

VAN = Valor actual neto

$F_n$  = flujo neto de efectivo

$i$  = interés = 20 %

$P$  = inversión inicial = \$ 6 490.2

$$- 6 490.2 + 10 681.85 = 4 191.65$$

$$VAN (20 \%) = 4 191.65$$

Como el VAN es positivo a una tasa de descuento del 20 % anual, se considera que la rentabilidad del proyecto es aceptable.

Con esto se tienen elementos fehacientes que permiten tomar decisiones entre invertir en el proyecto o colocar el capital a una tasa de interés dada o en un proyecto mejor.

Relación Beneficio Costo.

$$RBC = \frac{VA}{I_0} =$$

Donde:

RBC = Relación beneficio costo

VA = Valor actual

$I_0$  = Inversión inicial.

$$RBC = \frac{10 681.85}{6 490.2} = 1.64$$

Cuando la relación beneficio costo es igual a 1 no hay pérdida ni ganancia; si es mayor que 1, la diferencia es la ganancia; y cuando es menor que 1, la diferencia es la pérdida. En este caso resultó ser de 1.64, por lo tanto, \$ 0.64 es la ganancia.

La relación beneficio costo permite determinar si la producción de acelgas es rentable, sirve para elegir entre diferentes alternativas, dado que no toma en cuenta el tamaño del proyecto.

En este estudio la relación beneficio costo se considera aceptable, pero también se puede comparar con algunas opciones bancarias para evaluar si es mejor tener el dinero en alguna cuenta bancaria, pero hay que destacar que si se elige la opción bancaria, no se generaría empleo. Las enfermedades y las plagas en individuos bien nutridos no ocasionan estragos significativos en el rendimiento y presentación del producto.

TIR. Tasa interna de rendimiento.

Ésta busca determinar cuál es la tasa máxima que podemos pagar por un financiamiento. Para este estudio se obtuvo una TIR de 0.50.

$$TIR = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_n}{(1+i)^n} =$$

$$TIR = \frac{4\,412.59}{(1+0.5)^1} + \frac{3\,736.13}{(1+0.5)^2} + \frac{3\,379.89}{(1+0.5)^3} + \frac{3\,030.21}{(1+0.5)^4} + \frac{2\,470.64}{(1+0.5)^5} =$$

$$TIR = 2\,931.95 + 1\,649.48 + 991.5 + 590.64 + 319.98 = 6\,483.55$$

El resultado es semejante a la inversión inicial.

## VIII. CONCLUSIONES.

1. A través del cultivo hidropónico, se pueden producir plantas alimenticias ornamentales, forrajeras, medicinales, frutales y de importancia industrial.
2. Una solución hidropónica elaborada a partir de sales inorgánicas, es más eficiente como fuente de nutrimentos y conduce a un rápido incremento en la producción primaria neta comparado con la solución orgánica.
3. Son más eficientes las soluciones inorgánicas como fuente de nutrimentos por estar más disponibles, por lo cual permite a la planta una absorción más rápida, imprimiéndoles vigor, calidad del follaje, tamaño y resistencia a los ataques fúngicos, aunque las hace más sensibles a los ataques de los insectos chupadores y otros herbívoros.
4. La fácil disponibilidad de los nutrimentos hizo posible una rápida recuperación al trasplante (recuperación del vigor) por lo que las plantas estuvieron menos tiempo a expensas de predadores e inquilinos oportunistas.
5. Una ventaja de la hidroponía con sales inorgánicas es la posibilidad de utilizar la solución nutritiva el mismo día de su elaboración, en contraposición a la hidroponía orgánica que requiere de 3 a 5 semanas de digestión para su posterior empleo.
6. Las ventajas más sobresalientes de la hidroponía orgánica son: no contaminante, insumos accesibles y producción de calidad.



7. Las soluciones orgánicas son recomendables para el cultivo hidropónico en comunidades rurales y para quienes tengan espacio suficiente donde colocar varios depósitos con caldos en proceso de fermentación. Requieren mano de obra extra y no producen rápido incremento en la producción primaria neta comparada con las sales inorgánicas.

8. El costo de las soluciones nutritivas (orgánica e inorgánica) varía poco.

9. Un sistema hidropónico como el utilizado en este trabajo, es muy recomendable para el cultivo de hortalizas en una azotea, patio, balcón, y producir alimentos para el autoconsumo de una familia de 5 integrantes.

10. Los beneficios de la hidroponía son altamente gratificantes porque las cosechas son abundantes y de excelente calidad, misma que puede fácilmente ser colocada en el mercado local o servir para autoconsumo.

11. El área foliar, la altura total, el peso fresco y susceptibilidad a plagas son variables que se recomiendan como criterio de evaluación en trabajos sobre uso eficiente de nutrimentos.

12. En las escuelas este sistema puede establecerse bajo el nombre de huerto escolar, con el fin de enseñar de manera aplicada contenidos de Matemáticas, Física, Química, Biología y Ciencias Ambientales.

13. Cada día los espacios habitables por el hombre disminuyen, junto con los dedicados a la agricultura, entonces aplicando el cultivo hidropónico se tiene asegurada la alimentación humana.

14.- EL Valor Actual Neto resultó positivo y rentable, se obtuvo una TIR de 0.50 lo que significa que esa es la tasa máxima que se puede pagar al obtener un crédito, por lo que es posible recomendar el proyecto de cultivo de acelga y sistema hidropónico.

15.- En el campo mexicano coexisten sistemas de producción muy contrarios, por un lado se tienen los grandes capitalistas cuya producción se destina al comercio exterior, mientras que otros productores, destinan sus mercancías al mercado interno y otros más no alcanzan a producir lo suficiente para poder llevar sus productos al mercado.

16.- La propuesta sobre la difusión de la técnica de producción hidropónica es posible siempre que existan personas interesadas en cambiar su forma tradicional de producir, o bien aquellas que estén interesadas en producir más y con calidad para que sus productos sean llevados al mercado.

## IX. RECOMENDACIONES.

- Se sugiere difundir esta técnica de producción agrícola en las zonas urbanas, semiurbanas y rurales, porque la problemática alimentaria cada día se hace más fuerte.
- Que cada familia cultive en su casa lo esencial para su uso culinario, se dejaría espacio en el campo para producir los alimentos que requieren una extensión amplia para ser redituables, como los granos y dejar de importarlos.
- Podría ser una forma de dar ocupación a personas que en las ciudades se subemplean o están desempleadas y necesita el sustento para su familia, de esta forma, si alguien no tiene trabajo que se ponga a cultivar su azotea, marquesina, terraza, garage, o ventana.
- Cuando se realicen trabajos de divulgación de esta técnica de cultivo, que se haga lo más sencillo posible, pues en el medio rural no está la gente tan instruida como para recibir una capacitación ardua, que sólo se les enseñe lo básico para que de inmediato se sientan interesados en aplicar esta técnica.
- En el medio rural es posible que en un inicio exista cierta resistencia al cambio, pero será a través de parcelas demostrativas la forma en la que ellos observen la aplicación de esta técnica y se sientan motivados para implantarla en sus parcelas, traspatios, solares, etc.
- También en las áreas semiurbanas y urbanas, a través de patios, terrazas, azoteas demostrativas, la población será tentada a conocer y tal vez a aplicar esta técnica para producir lo más necesario para su alimentación, y a lo mejor, hasta puedan comercializar sus excedentes.

## LITERATURA CITADA.

Abad, M. 1993. Sustratos en cultivos sin suelo. Características y propiedades. Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA, 266 pp.

Agrónomos D.V.E. 1992. El calendario del horticultor. Ed. De Vecchi España. 127 pp.

Anaya R. S. y Romero N.J. 1999. Hortalizas, plagas y enfermedades. Ed. Trillas, México. 541 pp

Bassols, B. A. 1986. Recursos naturales de México. Editorial Nuestro Tiempo. 19ª edición. 364 pp.

Bellaport C. y Lajusticia A. M. 1996. Nueva agricultura Biológica. Ed. Mundi –Prensa. 300pp.

Bobadilla S. A, Hernández S. F. R, Martínez E. R. y Pérez N. S. 2002. Memorias del XVIII Recorrido de Trabajos del Campo Agrícola Experimental de la UACH. p. 203-208

Bond Y. H. E., Godoy S. A. y González R. J. S. 2002. Diseño del plan estratégico para el desarrollo de una fábrica de jitomate bola en la región de Cuautla Morelos, con base en técnicas de cultivos hidropónicos. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Facultad de Ingeniería. UNAM. México, D.F. 190 pp

Domínguez V. A. 1990. El abonado de los cultivos. Ed. Mundi- Prensa, España, 420 pp

Domínguez V., A. 1997. Tratado de fertilización. 3ª edición. Ed. Mundi–Prensa. España. 587 pp

Douglas, J. S. 1994. Hidroponía. 6ª edición. Ed. El Ateneo. Argentina. 206 pp.



- Duván O. D. y Kogson Q. J.F. 2001. Efecto de la incorporación de 7 abonos orgánicos al sustrato en viveros de papaya (*Carica papaya L.*). Sistemas de producción. Vol. II. No. 2 Universidad de las Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Colombia. Agosto. 48 pp.
- Esteiner C. O, 1985. Tópicos de hidroponía. Ed. Mundi – Prensa. España, 220 pp.
- Esteva, G. 1980. La batalla en el México Rural. Editorial Siglo XXI, México. 241 pp.
- Flannery, 1985. Historia de la agricultura. Ed. El Ateneo. Argentina. 260 pp.
- Hayami, Y. y Ruttan, V. W., 1971. Agricultural development: an international perspective, Johns Hopkins Press, Baltimore, 349 pp.
- Heiney P. 1998. La granja doméstica. Ed. El Ateneo. Argentina. 600 pp.
- Hernández, M. F. J. 1980. El desarrollo del capitalismo en el campo y la actual crisis agrícola nacional. UACH . México 194 pp.
- Hicks, J.R. 1963. The theory of wages, 2ª edición. McMillan, Londres, 189 pp.
- Huterwal,G.O. 1993. Hidroponía. Ed. Albatros, Argentina, 251 pp
- INEGI. 2000a. Indicadores de desarrollo sustentable en México. SEMARNAP. 210 pp.
- INEGI. 2000b. México Hoy. 245pp
- Izquierdo J., M. C. 1993. La huerta hidropónica popular. FAO. 180 pp
- Lampkin, N. 1998. Agricultura ecológica. Mundi–Prensa. España. 630pp
- Lesser, J. G. 1985. El minifundio. Editorial Edamex. Colección ¿Qué Sé?. 110 pp.

- Mainardi F. F. 1996a. El gran libro del huerto moderno. Editorial de Vecchi. España. 251 pp.
- Mainardi F. F. 1996b. El libro del huerto. Editorial de Vecchi. España. 157 pp
- Maroto B., J.V. 1990. Elementos de horticultura general. Mundi-Prensa. 320 pp
- Márquez S. F. 1994. Enseñanza e investigación agrícola. Editorial Imprenta Universitaria de la UACH. México. 83 pp.
- Martínez C., E. y García L.M. 1993. Cultivos sin suelo: hortalizas. Ediciones de horticultura. España. 289 pp.
- Masera C., O. 1990. Crisis y mecanización de la agricultura campesina. El Colegio de México. 228 pp.
- Mata, G. B. 1992. La formación del agrónomo necesario. Universidad Autónoma Chapingo. 135 pp
- Melgar, R. y Díaz Z., M. 1997. la fertilización de cultivos y pasturas. Ed. Hemisferio Sur, Argentina, 260 pp
- Mellor, J.W. 1966. The economics of agricultura development, Cornell University Press, Ithaca. 178 pp.
- Méndez, J. S. 1998. Problemas económicos de México. Editorial Mc Graw Hill. 4ª edición. 401 pp.
- Mendoza Z. J.A. 2000. Lineamientos estratégicos de política. Editorial Tendencia y solución. México. 128 pp.

- Miranda, V. I. 1997. Apuntes de hidroponía. UACH. Serie Agribot. México. 59 pp.
- Nueva Legislación Agraria. 1993. Procuraduría Agraria. Segunda edición. México. 144 pp.
- Peñagoricano, J. A. 1990. Fertilizadores y distribuidores de abono y purín. Editorial Hemisferio Sur, Uruguay, 248pp.
- Pérez-Tamayo, R. 2002. El Universal, domingo 9 de junio. Año LXXXVI, Tomo CCCXLI, Número 30, 909.
- Rama, R. 1980. Transnacionales y satisfacción de necesidades básicas. Revista Crítica política. No. 3. México.
- Ramos, E. y Rallo, L. 1992. Nueva horticultura. Mundi Prensa. España. 183 pp
- Resh, H. M. 1993. Hydroponic-food production. 4ª edition. Woodbridge Press Publishing Company. California. USA. 530 pp
- Resh, H. M. 1992. Cultivos hidropónicos. 3ª edición. Mundi-Prensa. España. 367 pp.
- Rice, Jr. R. P. y William R.L. 1997. Practical horticulture. Third edition. Prentice Hall, New Jersey, USA. 408 pp.
- Salazar, S. I. 2002. Memorias del XVIII Recorrido de Trabajos del Campo Agrícola Experimental de la UACH. pp. 197 – 202.
- Schwarz, M. 1995. Soillers Culture Management. Ed. Springer-Verlag. Berlín 270 pp
- Shultz, T..M. 1964. Transforming traditional agriculture, New Haven-Conn., University Press, 245 pp.

- Steiner, A. A. 1985. The history of mineral of the origin of soilles culture. Soilles Culture I. .247 pp
- Torres, C. G. 1995. Minifundio, tecnología, ecología y sociedad. Universidad Autónoma Chapingo. 133 pp.
- Turchi, A. 1995. Guía práctica de horticultura. Ediciones CEAC 3ª edición, españa. 190 pp.
- Urrestarazu G., M. 1997. Manual de cultivo sin suelo. Manuales, Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones. 197 pp
- Valdivia C., M.E. 1977. Estructura jurídica agraria y organización campesina: instrumentos para el desarrollo. Colegio de Postgraduados, Chapingo. 180 pp.
- Vigliola, M. I. 1996. Manual de horticultura. Ed. Hemisferio Sur. Argentina. 235 pp
- Widdowson. R.W. 1993. Hacia una agricultura holística. Hemisferio Sur. 270 pp.
- Wolf, E. R. 1978. Los campesinos. Tercera edición. Editorial Nueva Colección Labor. España. 159 pp.
- Zúñiga, J. A. 1980 La estructura agropecuaria para servir a 130 transnacionales. Revista Proceso No. 168, México. 40 pp.

## ANEXO 1.

Fórmula general de Miranda (1997) para el cultivo de hortalizas de hoja.

Para disolver en 100 litros de agua.

Nombre	Fórmula	Cantidad (g)
Nitrato de calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	90
Sulfato de magnesio	$\text{MgSO}_4$	30
Fosfato monopotásico	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	20
Nitrato de potasio	$\text{KNO}_3$	35
Sulfato de potasio	$\text{K}_2\text{SO}_4$	15
Sulfato de hierro	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	10
Sulfato de manganeso	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1
Ácido bórico	$\text{H}_2\text{BO}_3$	0.5
Sulfato de zinc	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5
Sulfato de cobre	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.5



## ANEXO 2.



Foto 1. Cultivo de acelgas dos semanas después del transplante.



Foto 2. Densidad de población sobre metro cuadrado. Las plántulas están distribuidas entre ellas 25 cm en promedio.



Foto 3. Acelgas a las tres semanas bajo riego con solución orgánica.



Foto 4. Acelgas a las tres semanas bajo riego con solución inorgánica



Foto 5. Cultivo de acelgas a las cuatro semanas, bajo riego con solución inorgánica.



Foto 6. Cuatro repeticiones del cultivo de acelgas bajo riego con solución orgánica, a las cuatro semanas.



Foto 7. Cultivo de acelgas a las cuatro semanas bajo riego con solución inorgánica.



Foto 8. Área experimental, al lado izquierdo están los individuos que recibieron solución orgánica y del derecho los que recibieron solución inorgánica a las seis semanas de cultivo.



Foto 9. Cultivo el día de la cosecha. En primer término se presenta la báscula.



Foto 10. Desplante de cada individuo al término de las ocho semanas.



Foto 11. Cosecha total .



Foto 12. Ejemplo de organismos masticadores que se encontraron en el cultivo bajo riego inorgánico.





Foto 13. Bote de fermentación de los restos orgánicos, fuente de la solución nutritiva, se observa la manguera aireadora.



Foto 14. Cultivo con hojas secas debido a la senectud de las mismas.



Foto 15. Cultivo bajo riego inorgánico.





Foto 16. cultivo baja riego con solución orgánica. En primer término se observa una hoja con mordedura de gusano.



Foto 17. Magnifico ejemplar de Beta vulgaris var. Cicla, bajo riego inorgánico.



Foto 18. Sistema de desagüe utilizado en el modelo de producción.