



TECNÓLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Apizaco

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“DESARROLLO DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN
LA PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE LA LECHUGA”

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

PRESENTA

L.N.I. María del Carmen Cruz Sánchez

DIRECTOR

Dr. Héctor Domínguez Martínez

CODIRECTOR

Dr. Miguel Ángel Rodríguez Lozada

APIZACO, TLAXCALA. JUNIO 2015

Índice

| | |
|--|-----|
| Capítulo I. Introducción | i |
| 1.1 Antecedentes de la investigación | ii |
| 1.2 Planteamiento del problema..... | iii |
| 1.3 Justificación de la investigación..... | iii |
| 1.4 Preguntas de investigación..... | iv |
| 1.5 Objetivos de investigación..... | v |
| 1.6 Alcances y limitaciones..... | v |
| Capítulo II. Fundamento teórico | 1 |
| 2.1 Estado del arte | 1 |
| 2.2 Marco teórico | 5 |
| 2.2.1 Hidroponía..... | 6 |
| 2.2.2 Ventajas y desventajas de cultivo hidropónico | 8 |
| 2.2.3 Sistemas de cultivo hidropónico..... | 11 |
| 2.2.4 Variedades de lechugas adecuadas para cultivar en sistemas hidropónicos | 19 |
| 2.2.5 Sistemas de producción | 20 |
| 2.2.6 Tipos de sistemas de producción | 21 |
| 2.2.7. Distribución en planta..... | 23 |
| 2.3 Marco Contextual | 39 |
| 2.3.1 Hidroponía a nivel mundial..... | 39 |
| 2.3.2 Hidroponía en Latinoamérica | 40 |
| 2.3.3 Hidropónica en México | 42 |
| 2.3.4 Hidroponía en Tlaxcala | 45 |
| Capítulo III. Metodología de la investigación | 49 |
| 3.1. Tipo de investigación..... | 49 |
| 3.2 Análisis del producto..... | 50 |
| 3.3 Comparación de sistemas hidropónicos..... | 53 |
| 3.3.1 Proceso general | 53 |
| 3.3.2 Proceso de construcción de estructura de sistema de raíz flotante en camas de agua | 55 |
| 3.3.3 Proceso de construcción de estructura de sistema de raíz flotante en tubo de PVC | 61 |
| 3.4 Cubierta | 65 |
| 3.5 Costos de estructura | 66 |

| | |
|---|-----------|
| Capitulo IV. Conclusiones y resultados | 68 |
| 4.1 Conclusiones | 68 |
| 4.2 Resultados..... | 70 |
| Bibliografía..... | 71 |
| Anexos | 75 |
| Anexo 1: Programa de Fomento a la Agricultura, Producción Intensiva y Cubiertas Agrícolas (PROCURA)..... | 75 |
| Anexo 2: Cotización de invernadero | 93 |

Índice de Diagramas

| | |
|---|----|
| Diagrama 3.1 Operaciones de la construcción de sistema en camas..... | 59 |
| Diagrama 3.2 Operaciones de cultivo de lechuga en camas de agua | 60 |
| Diagrama 3.3 Operaciones de la construcción de sistema en tubos | 64 |
| Diagrama 3.4 Operaciones de cultivo de lechuga en tubos..... | 65 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 Tiempo de ciclo de cultivo de la lechuga | 5 |
| Figura 2.2 Sistema de raíz flotante | 12 |
| Figura 2.3 Sistema NFT (Sistema de película de nutrientes)..... | 12 |
| Figura 2.4 Aeroponía | 13 |
| Figura 2.5 Riego por inundación con sustrato | 14 |
| Figura 2.6 Sistema hidropónico de aspersión con sustrato | 14 |
| Figura 2.7 Riego por sud-irrigación | 15 |
| Figura 2.8 Riego por capilaridad | 15 |
| Figura 2.9 Riego por goteo | 16 |
| Figura 2.10 Cultivo en sustrato con riego por goteo | 17 |
| Figura 2.11 Sistema de columnas..... | 18 |
| Figura 2.12 Gráfica de relaciones | 25 |
| Figura 2.13 TMAC de la producción en Tlaxcala..... | 47 |
| Figura 3.1 Metodología para la optimización de distribución en planta de la producción hidropónica de la lechuga | 49 |
| Figura 3.2 Proceso de la producción e la lechuga hidropónica..... | 53 |
| Figura 3.3 Etapas de proceso largas considerados dentro de la producción de lechuga..... | 54 |
| Figura 3.4 Etapas consideradas cortas dentro del proceso | 55 |
| Figura 3.5 Estructura del sistema hidropónico de raíz flotante de tubo de PVC | 62 |
| Figura 3.6 Distancia de pasillos entre columnas | 62 |
| Figura 3.7 Tinaco con conexión al sistema hidropónico | 63 |
| Figura 3.8 Ciclo de cultivo lechuga francesa | 63 |
| Figura 4.1 vista de los sistemas de raíz flotante en tubo de PVC y en camas | 69 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 2.1 Tipos de sistemas de cultivo hidropónico y densidad de lechuga por metro cuadrado | 4 |
| Tabla 2.2 Densidad de lechugas por metro cuadrado..... | 8 |
| Tabla 2.3 Comparación entre cultivo en tierra contra cultivo hidropónico | 9 |
| Tabla 2.4 Variedades de lechuga de hoja | 19 |
| Tabla 2.5 Clasificación de los métodos para gestionar la distribución de planta..... | 38 |
| Tabla 2.6 Clasificación de hortalizas | 44 |
| Tabla 2.7 Tabla de principales indicadores del cultivo de hortalizas..... | 44 |
| Tabla 3.1 Solución concentrada A | 51 |
| Tabla 3.2 Solución concentrada B | 51 |
| Tabla 3.3 Tabla nutricional de la ingesta de la lechuga..... | 52 |
| Tabla 3.4 Dimensiones de camas para cultivo hidropónico | 57 |
| Tabla 3.5 Costos fijos | 67 |
| Tabla 3.6 Costos variables (para una cosecha) | 67 |

Capítulo I. Introducción

En la presente investigación se tiene como objetivo determinar actividades dentro del proceso de la producción de la lechuga además de la descripción del funcionamiento del sistema de raíz flotante en camas de agua lo cual servirá para determinar modificaciones que ayuden el incremento de la producción, en una extensión pequeña, teniendo o no las condiciones adecuadas para el cultivo.

Como parte del capítulo 1 se exponen los antecedentes de la investigación donde se abarcan definiciones de lo que es hidroponía que servirá para identificar y clasificar este tipo de sistemas además se plantea la problemática en cuanto al aprovechamiento máximo de la cubierta tipo invernadero, tanto de forma horizontal y vertical, tomando en cuenta de manera conjunta el beneficio para las familias al producir algunos alimentos en sus propios patios o pequeños terrenos, justificación y objetivo de la misma.

En lo correspondiente al capítulo 2 se abarcan fundamentos teóricos relacionados con la distribución para identificar la colocación adecuada dentro de un invernadero y trabajos representativos de la experimentación en el cultivo de la lechuga en distintos sistemas hidropónicos, de los cuales se puede deducir la variedad de la lechuga idónea para este tipo de sistemas, además de la medición de la producción en distintas áreas de cultivo por unidad de medida además de una breve sinopsis de la situación de la hidroponía a nivel mundial, latinoamérica, en el país y en el estado.

La metodología de la investigación contenida en el capítulo 3 está basada en la determinación del tipo de la investigación, desglosándose el análisis del producto, la descripción del sistema de raíz flotante en camas de agua y también la descripción del sistema propuesto de raíz flotante en tubos de PVC terminando con una comparación de ambos, tomando en cuenta el ciclo del cultivo de la lechuga y el proceso de producción dentro del invernadero.

Finalmente se describen las conclusiones y resultados de la comparación de las respectivas estructuras de los sistemas hidropónicos determinando que la estructura propuesta de raíz flotante en tubos de PVC puede ser más adecuada para el incremento de plantas por metro cuadrado.

1.1 Antecedentes de la investigación

La hidroponía en los últimos años ha demostrado ser una técnica eficiente para la producción de hortalizas; no obstante, su penetración en México ha sido lenta. (Longar Blanco , Pérez Hernandez , & Ríos Martínez, 2013), Actualmente están bajo cubierta 20,000 ha, de las cuales 12,000 son de invernaderos y 8000 de estructuras llamadas casa-sombra. En estas condiciones la hidroponía le gana más terreno a la producción en suelo debido a que se logra mayor eficiencia y control del riego y la nutrición mineral, ausencia inicial de plagas enfermedades y malezas, facilidad de esterilización de los sustratos, posibilidad de usar aguas duras o con mayor salinidad, mayor rendimiento y calidad, más sanidad e inocuidad, entre otras, debido al encarecimiento de los fertilizantes y al impacto negativo en el ambiente, en hidroponía se buscan sistemas más eficientes. (Sánchez del Castillo, Gonzalez Molina , Moreno Pérez, Pineda Pineda, & Reyes González, 2014) Con la hidroponía los rendimientos se pueden incrementar la 100 a 1000% respecto al cultivo convencional en suelo y obtener un producto de mayor calidad (Peñaloza, Jiménez Sánchez, Ramírez Ververde, Ramírez Juárez, & Escalante Rebolledo, 2003).

En la actualidad el desafío es ser cada vez más eficientes y dinámicos, lo cual ha llevado a desarrollar nuevos sistemas de producción, se puede decir que la hidroponía podría cerrar la brecha entre la producción de alimentos y el crecimiento poblacional, considerando las ventajas de estos sistemas de cultivo, como el aprovechamiento de terrenos no adecuados para la agricultura tradicional, menos consumo de agua, permite mayor número de cosechas por año, programación de la producción y bajo costo, tomando en cuenta que la disminución de estos terrenos, se ve la oportunidad de aplicar la optimización del proceso en la distribución de planta ya que la hidroponía tiene la ventaja del aprovechamiento de espacios pequeños e incremento de la calidad en un ambiente cerrado y libre de plagas, impulsando a la producción con perspectivas de cultivos en casa.

Con la implementación del sistema hidropónico de raíz flotante en tubo de PVC nos encontramos con la complicación del proceso de cultivo y trasplante rápido por la extensión de las líneas de cultivo, además de que el sistema hidropónico es tan flexible y adaptable a los espacios pequeños como patios urbanos para apoyo al consumo propio y en consecuencia tener un ahorro en el gasto.

1.2 Planteamiento del problema.

El problema se centra en el hecho de que peligran nuestros territorios productivos en donde se siembran: brócoli, nopales, lechuga, apio, rábanos, betabeles, cebollines, nabos, acelgas, espinacas, coliflores, coles, romeritos, chayotes, cilantro, perejil, hierbabuena, manzanilla y alcachofas, entre otras verduras y hortalizas (Urreta, 2013), se reducen significativamente año tras año, en consecuencia el aprovechar las pocas áreas productivas se vuelve una prioridad, agregando que la pobreza extrema (los habitantes que no tienen recursos ni para alimentarse) durante 2012 y 2014 representa el 9.5% de los mexicanos que viven en situación de precariedad extrema (Pierre, 2015), la implementación de los sistemas hidropónicos son un apoyo generar autosuficiencia alimentaria, es decir, ayudar que familias en pobreza extrema a cultivar sus alimentos, utilizando materiales de reciclaje, y no solo personas en esta condición, si no, también a personas que quieran generar un ingreso adicional al gasto familiar, un ejemplo es el sistema de raíz flotante que alcanza mayor rendimiento por unidad de superficie de 13 plantas/m² contra 6 a 8 plantas /m² en cultivo tradicional en suelo, la problema radica en incrementar la cantidad de plantas por metro cuadrado para lograr el máximo aprovechamiento de espacios cultivado, además de que se puede dejar de lado si la extensión de cultivo es adecuada para el cultivo, investigando las características de distinto sistema hidropónicos existentes y generando una estructura física alternativa para el cultivo.

1.3 Justificación de la investigación.

La conveniencia del desarrollo de nuevos modelos estructurales de los sistemas hidropónicos recae en la facilidad de implementación, además de la reducción de mantenimiento, con la técnica del cultivo sin suelo es posible obtener hortalizas de excelente calidad y sanidad permitiendo un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área cultivada son altos debido a una mayor densidad y productividad por metro cuadrado siendo de gran importancia, si se toma en consideración la disminución de las áreas de tierras agrícolas (Rodríguez, 2005), por otro lado Mera,R., Casanova, O., Miranda, J. y Mejía,L. (2013) declaran que la hidroponía no es solo una técnica de cultivos de plantas, en donde se reemplaza el suelo por un medio llamado conocido como sustrato, se está hablando de un mecanismo que permite la producción a gran escala de plantas comestibles en zonas no adecuada para ello. Un ejemplo de la importancia de los sistemas hidropónicos es la promoción de la FIRA (Fideicomisos Instituidos con relación a la Agricultura) señalando que los productores nacionales pueden lograr ahorros de más del 85 por ciento en consumo de agua para cultivos como

la lechuga, empleando la tecnología hidropónica "New Growing System" (NSG), sistema de cultivo cerrado con riego por goteo, mediante el cual es posible producir 30 mil 800 lechugas por año en sólo 500 metros cuadrados y el costo-beneficio para quien quiere iniciarse en este negocio se traduce en que por cada peso invertido en el costo de producción, se recuperan 1.6 pesos y el retorno de la misma es de aproximadamente cuatro años (Perea, 2011).

En la práctica comercial con sistemas hidropónicos cerrados, entre más largo es el ciclo de cultivo, mayor es la posibilidad de que aparezcan enfermedades en la raíz y desequilibrios en la solución nutritiva, lo que eventualmente puede afectar el rendimiento respecto a sistemas sin recirculación. Por ello con frecuencia se reportan rendimientos menores en sistemas cerrados respecto a los abiertos en cultivos de ciclo largo (Sánchez del Castillo, Gonzalez Molina, Moreno Pérez, Pineda Pineda, & Reyes González, 2014), en base a esto la lechuga en una hortaliza que entra en la definición de cultivos de ciclo corto, ya que desde la siembra de la semilla y la cosecha pasan aproximadamente 86 días y se tienen que plantar nuevamente después de la cosecha, siendo una de las razones por las cuales es una opción de cultivo que puede tener altos rendimientos tanto en sistemas cerrados, abiertos, comerciales o de consumo propio. La estructura de sistema de raíz flotante en tubos de PVC es considerada para la investigación una estructura propuesta de fácil manipulación para lograr el aumento de plantas/m², sin importar el lugar y la extensión que se tenga para el cultivo, la utilidad del estudio es identificar por medio de la investigación de las estructuras más utilizadas en la experimentación del cultivo de la lechuga para identificar características estructurales que se puedan modificar para incrementar la población por metro cuadrado del cultivo, esperando como resultado el mayor aprovechamiento de cualquier área de cultivo que se tenga a la mano, aportando otra alternativa para el cultivo hidropónico, con mayor rendimiento.

1.4 Preguntas de investigación

- ¿Qué tipo de sistemas hidropónicos son comúnmente utilizados en el cultivo de lechuga?
- ¿Cuáles son las características de los sistemas hidropónicos más utilizados en el cultivo de lechuga?
- ¿Qué cantidad de lechuga se produce por metro cuadrado en un sistema hidropónico?
- ¿Qué variedad de lechuga es comúnmente cultivada en los sistemas hidropónicos?
- ¿Se podría modificar un sistema hidropónico para incrementar la cantidad producida por metro cuadrado?

1.5 Objetivos de investigación.

Objetivo general:

Determinar las actividades dentro del proceso que serán más eficientes, rentables que se requieren dentro de la producción de la lechuga en un sistema de raíz flotante en tubo de PVC.

Objetivos específicos:

- Identificar características de los sistemas hidropónicos que puedan ser modificables para incrementar la cantidad de producida por metro cuadrado.
- Analizar si se incrementa considerablemente la producción en comparación a una distribución lógica de planta.
- Evaluar el costo-beneficio de la implementación.

1.6 Alcances y limitaciones.

Alcances

- Se tomarán en cuenta solo estudios que contengan análisis hechos a sistemas hidropónicos de raíz flotante.
- Solo se compararán solo las estructuras de sistemas hidropónicos de raíz flotante en planchas y la propuesta de raíz flotante en tubos de PVC.

Limitaciones

- El desconocimiento del manejo de químicos para las soluciones nutritivas.
- Solo se calcularan costos relacionados a la estructura a modificar.

Capítulo II. Fundamento teórico

El marco teórico, en una investigación, es el eje de la misma y da unidad a toda la investigación, encuadrando el problema y orientando el diseño metodológico, y al construirlo se deben conocer las teorías vigentes en su ciencia: los conceptos fundamentales, los principios que la rigen, familiarizándose con el vocabulario de su ciencia o saber, conocer la historia de la misma, el surgimiento y desarrollo de los problemas que se enfrentan y poseer información actualizada sobre el modo de enfrentar los problemas actuales de su ciencia. (R. Daros, 2002)

Un marco teórico es fundamental para contar con modelos, teorías o piezas de teorías, que sirvan de punto de partida y orienten nuestro trabajo y al mismo tiempo que nos permitan plantear y confirmar las hipótesis de investigación. (Cordoba, 2007)

2.1 Estado del arte

Dentro de la revisión de la literatura podemos identificar textos y artículos que pueden soportar nuestra investigación los cuales nos ayudan a identificar antecedentes de la problemática que se aborda en esta investigación, definir términos relacionados tomando en cuenta las problemáticas que otros autores han enfrentado sobre la hidroponía y la distribución de planta adecuada para el máximo aprovechamiento del espacio.

Un estudio analítico del conocimiento acumulado se hace parte de la investigación documentada (Vargas y Calvo, 1987) consolidando el estudio sobre la producción en un área definida, con el ánimo de posicionar las propuestas investigativas y sus productos como campo de investigación, es decir, hacer investigación sobre la investigación. (Molina Montoya, 2005). Es por eso que se consideraron autores de textos relevantes para esta investigación comenzando por Rubén Macías, Raúl L. Grijalva y Fabián Robles (2013) mencionan que la producción de lechuga es una actividad importante para la región de Magdalena de Kino, Sonora, sin embargo es necesario contar con variedades y fechas adecuadas de establecimiento.

Blanca L. Puetate (2012) menciona que determinar la factibilidad de la creación de una microempresa dedicada a la producción y comercialización de lechuga (*Lactuca Sativa*) y zanahoria (*Daucus Carota*) bajo el sistema de cultivo hidropónico, en el estudio de mercado se demuestra la existencia de una demanda potencial a satisfacer, la misma que es favorable para la implementación del proyecto, debido a que en el cantón Ibarra no existe oferta de productos agrícolas bajo el sistema de cultivo hidropónico,

ingresando en forma positiva al mercado, se estableció la macro y micro localización, la distribución de la planta, el tamaño e ingeniería del proyecto, además se presupuesta el equipamiento y requerimientos de la microempresa, teniendo una inversión inicial de \$41,881.67, determinando su viabilidad, donde la inversión es justificada como lo demuestran los estudios económicos y financieros obteniendo un VAN positivo de \$16,432.40 y una TIR de 26% superior al TRM del 12.26%, demostrando la rentabilidad y recuperación de la inversión. Los impactos: social, económico, empresarial, comercial y ambiental del proyecto productivo son de nivel alto positivo, concluyendo que es factible su implementación.

En cuanto al estudio técnico, se consideró una macro-localización donde define la región y provincia en que se localiza la micro empresa, una micro-localización donde define barrio y dirección, después determina la localización óptima para determinar la mejor localización por el método de factores ponderados, donde el resultado es que el sector de San Miguel de Yahuarcocha, debido a que el sector posee las mejores características para el desarrollo del proyecto ya que tuvo la mejor puntuación en cuanto a la suma de los puntos dados por factor, después define el tamaño del terreno, la proyección de la producción y la definición de otros factores considerados para la localización continua con el diseño de las instalaciones de la planta distribución de la misma, realiza un diagrama del proceso, una descripción del proceso del área de producción, un diagrama de operaciones, de lo cual se proyecta en costos.

En conclusión el estudio técnico determina el tamaño del proyecto, la localización y la determinación de la inversión necesaria para su ejecución. La ubicación del proyecto productivo ofrece ventajas en cuanto a accesibilidad de vías de transporte, servicios básicos, vías de comunicación, así como factores climáticos apropiados para el establecimiento de un cultivo bajo el sistema de cultivo hidropónico con fines comerciales.

Con el propósito y necesidad de buscar una mejor calidad de producto pensaron en los cultivos hidropónicos, ya conocidos, Salomon Sábala, Juan A. del Castillo, Maite Astiz, Amaya Uribarri y Gregorio Aguado (2010) estudiaron las alternativas de cultivo, como el cultivo sobre perlita, además unos no tan conocidos como los del cultivo en balsa, en sistema NFT (Técnica de película de nutrientes), y compararlos en conjunto con el cultivo tradicional en suelo, en los años 2007 a 2009, con el objetivo de conocer las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos aporta a la necesaria actualización del sistema de cultivo en invernadero, considerando que con este tipo de sistemas de cultivo se produce en superficies cubiertas de forma continua en todas las épocas del año. El sistema NFT el manejo de la planta es complicado ya que la densidad de planta se va modificando mientras la planta va creciendo, empezando con una densidad de 40 plantas/m² en la etapa de cultivo, que al transportarlas a otra zona donde se

encuentran más separadas, para la etapa de desarrollo, se reduce a 20 plantas/m², donde la zona 1 queda libre y se vuelve a plantar lechuga, luego se vuelve a mover de la zona 1 o de desarrollo a la zona 3 la de finalización donde la densidad se reduce a 13 plantas/m² quedando libre la zona 2 para trasplantar las de la zona 1 y así de forma continua, resultando la densidad 24 lechugas/m² en promedio. Sobre perlita, utilizado en sistema abierto con riego programado en función de las condiciones climatológicas y desarrollo de la lechuga, teniendo una densidad de 13 plantas/m², variando de 4 diarios en épocas frías hasta las 16 diarios en pleno verano, en cuanto a la plantación y la recolección del cultivo no varía de forma sustancial con lo que se hace en el cultivo tradicional en suelo. Cultivo en suelo, este sistema se ha tomado como testigo de los demás sistemas de cultivo, este sistema tiene una densidad de 13 plantas/m² tomando esta como una densidad adecuada para el desarrollo correcto de la lechuga terminada. En conclusión los ciclos de cultivo varían dependiendo del sistema implementado, en el método tradicional tubo un rendimiento de 5 ciclos por año, en perlita, ha rendido 7 ciclos en el mismo lapso de tiempo, en el sistema flotante en balsa, se produjeron 8 ciclos distintos y en el sistema NFT móvil, se llevaron a cabo 18 recolecciones de lechuga que corresponde a 6 ciclos completos. En cuanto a la calidad de la lechuga que deriva de la mayor o menor complejidad en el manejo del sistema, que ha proporcionado diferentes condiciones ambientales especialmente a nivel radicular, obteniendo distinta calidad del producto en cada uno de los sistemas, en cuestión de producción, teniendo en cuenta los ciclos obtenidos en cada uno de los sistemas y el tradicional, los sistemas hidropónicos aumentan radicalmente la producción por m² y se identifica al sistema NFT como el sistema que más lechuga produjo, ya que permite la cultivo a mayor densidad que los demás, una recomendación que nos hacen los autores es que se racionalicen la distribución de espacios con diferentes estructuras con el fin de aumentar las plantas por m², .

Salomon Sábala, Juan A. del Castillo, Javier Sanz, Amaya Uribarri y Gregorio Aguado (2007) hacen la comparación de cuatro nuevas formas de cultivo sin suelo experimentando en estos nuevos sistemas en una finca ubicada en Sartaguda, España recogiendo y divulgando los resultados de obtenidos, con la finalidad de modernizar el cultivo de la lechuga adaptándolo a los tiempos y las necesidades actuales, en un intento por mejorar los resultados técnicos y económicos del cultivo. Comparando la densidad de planta en cada uno de los cultivos y tipo de riego como se muestra en la Tabla 2.1.1.

Tabla 2.1 Tipos de sistemas de cultivo hidropónico y densidad de lechuga por metro cuadrado

| Tipo de cultivo | Riego | Densidad de plantación |
|---|----------------------------------|-------------------------------------|
| Cultivo en suelo | Por goteo | 11 plantas /m ² |
| Cultivo en perlita b-12 | Varios diarios | 11 plantas /m ² |
| Cultivo en bandeja flotante | Ninguno | 13 plantas / m ² |
| Cultivo en NFT (película de nutrientes) | Solución nutritiva en movimiento | 21 plantas /m ² promedio |

Fuente: Elaboración propia

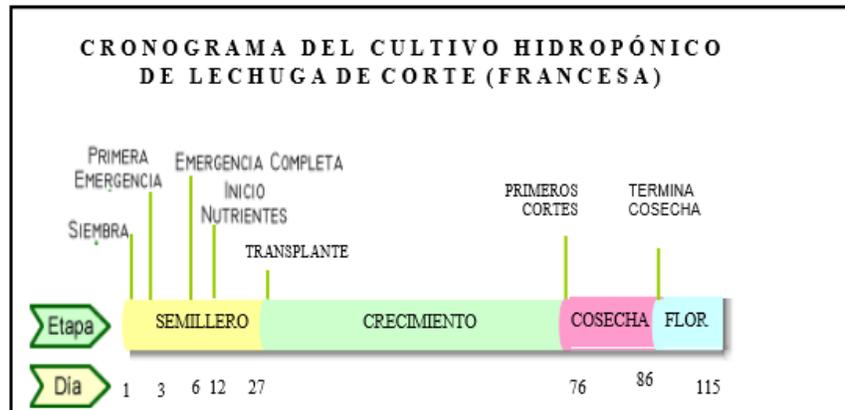
Considerando estos datos como relevantes para saber la cantidad producida por metro cuadrado para abastecer la demanda de lechuga hidropónica.

Los ciclos de cultivo realizados en el sistema de balsas flotantes, se realizaron cinco plantaciones, la primera tuvo un ciclo de 81 días el segundo de 52 días, el tercero de 43 días, el cuarto de 35 días y el quinto de 31 días y se caracterizaron por una alta calidad, óptimo desarrollo y uniformidad de la cosecha, en NFT los resultados obtenidos son muy parecidos al sistema anterior, con complicaciones propias de las instalaciones utilizadas, el sistema en perlita los ciclos resultantes son los mismos, obteniéndose una lechuga algo menos uniforme, de mayor peso y más acogollada, en los ciclos veraniegos aparece una ligera incidencia de Tip Burn (quemado de las puntas de las hojas de las lechugas) y por último el cultivo en suelo responde a tres cultivos los cuales tuvieron menos uniformidad, concluyendo que en los sistemas hidropónicos los ciclos se acortan considerablemente frente al cultivo en suelo. Cinco plantaciones, frente a tres.

Cuauhtémoc Jaques y José Luis Hernández (2005) valoraron el sistema hidropónico de la técnica de película de nutrientes (nft) para la producción de dos tipos de lechuga, la francesa y romana, en un invernadero, en el ciclo otoño-invierno en Reynosa, Tamaulipas, de donde se puede rescatar que un ciclo de cultivo fue de 27 días en el semillero y de 59 días del trasplante hasta el fin de la cosecha.

Describe las condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo de la lechuga, que es de entre, 30°C y 23°C. Del cual se tomara en cuenta el siguiente cronograma del cultivo hidropónico.

Figura 2.1 Tiempo de ciclo de cultivo de la lechuga



Fuente: Valoración productiva de lechuga hidropónica con la técnica de película de nutrientes, 14 (Jaques Hernandez & Hernández M. , Enero - Junio 2005)

En el figura 2.1 se muestra el ciclo de cultivo completo fue de 27 días en semillero, 49 días en crecimiento y 10 días de cosecha. Solo 59 días del ciclo se requirieron en el sistema hidropónico en ambas variedades de la lechuga, el consumo de agua por planta fue de 0.0138 m³Agua (13.8/planta) contra 0.121 m³Agua (121/planta) requeridos por los sistemas de riego tradicionales. Concluyendo que el sistema hidropónico es una buena alternativa para el cultivo de lechuga en suelo para otoño-invierno para el volumen de producción como para el requerimiento de agua para el cultivo.

Dentro de las investigaciones descritas en el estado del arte, que son investigaciones del tipo experimental, también describe las distintas estructuras de sistemas hidropónicos utilizados en la implementación, las cuales destacan, el cultivo en bandeja flotante y el cultivo en NFT (película de nutrientes), sistemas que tienen una alta densidad de planta, 13 plantas/m² y 21 plantas/m² respetivamente, para el caso de la investigación se tomaran en cuenta las características estructurales y de eficiencia de cultivo de cada uno de los sistemas hidropónicos mencionados para desarrollar un modelo estructural para el cultivo que muestre un mejor rendimiento.

2.2 Marco teórico

El marco teórico se entiende como la fundamentación teórica dentro de la cual se enmarcará la investigación que va a realizarse. Es decir, es una presentación de las principales escuelas, enfoques o teorías existentes sobre el tema objeto de estudio, en que se muestre el nivel del conocimiento en ese campo, los principales debates, resultados, instrumentos utilizados, y demás aspectos pertinentes y

relevantes sobre el tema de interés. (Bernal, 2010), dando una referencia conceptual necesaria para delimitar el problema, enunciar definiciones, apoyar las hipótesis o las afirmaciones que más tarde tendrán que verificarse, e interpretar los resultados de estudio, las cuales se basan en la estudios relacionados a los sistemas hidropónicos, es pertinente analizar los términos técnicos relacionados al tema, además de temas como tipos de sistema de producción y distribución en planta.

2.2.1 Hidroponía

El tema de la hidroponía no es nuevo, varios autores han estudiado los orígenes de este tipo de sistemas de cultivo, así como, Carlos R. Arano (2007) expone que los primeros en cultivar plantas en agua fueron los antiguos egipcios, esto se dedujo por los registros jeroglíficos hallados, por supuesto hay poca evidencia de esto, así pues el siguiente desarrollo del cultivo hidropónico se realizó en el siglo XVII en Europa, donde John Woodward comenzó a experimentar con el cultivo sin suelo de menta, en Alemania a mediados del siglo XIX las técnicas de laboratorio fueron desarrolladas para cultivar plantas en hidropónicos, después en los años 1925 y 1935, muchas organizaciones de América lograron importantes avances en la tecnología aplicada a la hidroponía, donde William Frederick Gericke, un profesor de la Universidad de California de Berkeley, acuñó al término "Hidroponía", asimismo en la Segunda guerra mundial, mientras en que "en Estados Unidos de América se comenzó a explorar y experimentar con las aplicaciones prácticas de la hidroponía para enfrentar el problema de suministrar alimentos a los militares del pacífico, donde era difícil enviar alimentos y no había posibilidad de cultivar en las Islas Rocosas, se demostró que el sistema hidropónico es costoso y los planes a gran escala fueron abandonados, sin embargo en los años sesenta y setenta, se renovó el interés en que los avances en los plásticos comerciales que ayudaron a reducirlos en forma significativa, hoy en día la producción hidropónica se ha implementado no solo como una forma de producir mayor cantidad de alimentos saludables sino también como pasatiempo familiar (Huertos y Cultivos Hidropónicos, 2009), Julián Mateus (2009), menciona que la hidroponía es un método de cultivo muy eficaz que utiliza diferentes sistemas con sustratos para producir una amplia variedad de plantas.

Las plantas son alimentadas con una solución nutritiva que incluye todos los nutrientes esenciales. Esta solución se aplica directamente a las raíces, lo que permite que las plantas se desarrollen más rápido y tengan mejor sanidad que las cultivadas en suelo. Marvella Colin (2012) sostiene que la hidroponía debe ser la forma en que la mayoría de los alimentos pueden ser cultivados en el futuro. Como la cantidad de tierras cultivables disminuye cada año, la hidroponía puede ser la respuesta para mantener el suministro

de alimentos del país por su capacidad para producir grandes rendimientos con una menor cantidad de espacio. La agricultura es un sector relativamente pequeño en México, a la baja con respecto a la economía total y cerca del 4% del PIB y proporciona empleo alrededor del 13% de la fuerza de trabajo, Las regiones rurales representan más del 80% de la tierra en México y son el hogar de hasta 37 millones de personas (36% de la población mexicana) (OCDE, 2011). Asociado con lo que menciona Marvella Colin (2012) en México existen seis millones de hectáreas de riego y entre 15 y 16 millones de hectáreas de temporal, la frontera productiva está muy limitada y los sistemas tradicionales de producción no alcanzan a cosechar lo que nuestro país necesita de alimentos.

Ante ello están surgiendo sistemas alternativos que pueden ayudar a cubrir el déficit en la producción de alimentos del país, como lo es la hidroponía, una forma de producción que no necesita de suelo y se produce en un ambiente controlado, por lo tanto no depende de fenómenos meteorológicos, con ello permite reducción de costos de manera considerable y cosechas fuera de estación, además de que brinda elevados rendimientos y alta calidad en los alimentos.

Frederick S. Hillier (2006) nos menciona que un siglo después nace la Revolución Industrial, donde se produjo un importante crecimiento en el tamaño y complejidad de las organizaciones, y que gracias a la división del trabajo y la especialización se produjeron algunos problemas de distribución eficaz de recursos dando paso a la distribución de la planta que nace de la preocupación de las organizaciones de analizar con profundidad el comportamiento de los ingresos, los costos y los elementos que conllevan a ellos ya que es un factor muy importante para la acertada toma de decisiones, también surgió la necesidad de asignar recursos escasos a las distintas maniobras militares y a las actividades que formaban cada operación de la manera más eficaz, al describir los términos correspondientes a lo que son cultivos hidropónicos, y los métodos de cultivos implementados para la producción de lechuga, dentro de un invernadero se puede hacer una análisis del proceso de producción del cultivo, para esto tomaremos referencia a la definición de hidropónica que según el Ingeniero Guillermo Guzmán Díaz del Ministerio de Agricultura y ganadería (2004) como una palabra que proviene del griego $\omega\delta\rho$ (Hydro) que significa agua y $\rho\upsilon\omicron\upsilon\zeta$ (Ponos) que significa labor, trabajo o esfuerzo; traducido literalmente significaría trabajo en agua. El diccionario de la Real Academia Española de la Lengua lo define como el cultivo de plantas en soluciones acuosas; sin embargo, actualmente la palabra involucra todas aquellas formas en que se cultivan plantas con algún soporte (arena, grava, carbón, etc.), sin el uso de suelo, en donde son alimentadas mediante una solución de nutrimentos minerales (sales minerales) que se les suministra por medio del agua de riego. Se puede decir que es una técnica alternativa y relativamente nueva en nuestro

medio para producir cultivos saludables. Esta técnica permite cosechas en períodos más cortos que la siembra tradicional (precocidad), mejor sabor y calidad del producto, mayor homogeneidad y producción. También favorece un ahorro considerable en el uso del agua de riego en la época seca y es una técnica económica, eficiente y racional en cuanto a la aplicación de los nutrimentos minerales (sales minerales o fertilizantes), Por otra parte, disminuyen los problemas relacionados con enfermedades de la raíz, lo que reduce drásticamente la aplicación de plaguicidas, y en su lugar se pueden utilizar sustancias orgánicas repelentes que le permiten al productor obtener cosechas de muy buena calidad y libres de residuos tóxicos; de esta forma la familia consumirá alimentos más frescos y sanos. Es importante resaltar en ese sentido la protección que también se le da al medio ambiente con el uso de esta técnica.

Desde un punto de vista práctico, los cultivos hidropónicos pueden clasificarse en: cultivos hidropónicos (cultivo en agua más nutrientes o sobre materiales inertes) y cultivos en sustrato (cultivo sobre materiales químicamente activos, con capacidad de intercambio catiónico) (Abad & Noguera, 1997) en (Baixauli Soria & Aguilar Olivet, 2002)

Guillermo Guzmán (2004) menciona que las especies que pueden ser cultivadas considerando los fines comerciales que brindan los mayores ingresos económicos son las hortalizas y especias. Entre las hortalizas que pueden utilizarse, son comunes las siguientes familias: Solanáceas (tomate, chile, berenjena, papa), Liliáceas (cebolla, ajo, cebollín, puerro), Crucíferas (nabo, repollo, coliflor, brócoli, berro), Cucurbitáceas (pepino, ayote, melón, sandía), Umbelíferas (culantro, apio, perejil y zanahoria), Compuestas (lechuga).

2.2.2 Ventajas y desventajas de cultivo hidropónico

Diego Alvarado, Francisco Chávez y Anna Wilhelmina expresa que en caso específico de la producción de la lechuga hidropónica la densidad por unidad de medida, ver tabla 2.2:

Tabla 2.2 Densidad de lechugas por metro cuadrado

| | SUELO | HIDROPONIA |
|-------------------------|-----------------|-------------------|
| Lechugas/m ² | 6 – 8 | 25 – 30 |
| Lechugas/Ha | 60,000 – 80,000 | 250,000 – 300,000 |
| Docenas/HA | 5,000 – 6,666 | 20,833 – 25,000 |

Fuente: Seminario de Agro Negocios, Lechuga hidropónica (Alvarado, Chávez & Anna, 2001)

En comparación a los cultivos en suelo el cultivo hidropónico tiene algunas ventajas, ver tabla 2.3:

Tabla 2.3 Comparación entre cultivo en tierra contra cultivo hidropónico

| Cultivo de Tierra | Cultivo Hidropónico |
|---|--|
| Números de Plantas | |
| Limitado por la nutrición que puede proporcionar el suelo y la disponibilidad de la luz | Limitado por la iluminación; así es posible una mayor densidad de planta iguales, lo que resulta en mayor cosecha por unidad de superficie |
| Preparación del suelo | |
| Barbecho, rastreo, surcado. | No existe preparación del suelo. |
| Enfermedades y Parásitos del suelo | |
| Gran número de enfermedades del suelo por nematodos, insectos y otros organismos que podrían dañar la cosecha. Es necesaria la rotación de cultivos para evitar daños. | Existen en menor cantidad las enfermedades pues prácticamente no hay insectos u otros animales en medio de cultivo. Tampoco hay enfermedades en las raíces. No se precisa la rotación de cultivos. |
| Agua | |
| Las plantas se ven sujetas a menudo a trastornos debido a una pobre relación agua suelo, a la estructura del mismo y a una capacidad de retención baja. | No existe stress hídrico; se puede autorizar en forma muy eficiente mediante un detector de humedad y control automatizado de riesgo. |
| Fertilizantes | |
| Se aplican a boleo sobre el suelo, utilizando grandes cantidades, sin ser uniforme su distribución y presentando además considerables pérdidas por lavado, la cual alcanza en ocasiones desde un 50 a un 80 % | Se utilizan pequeñas cantidades, y al estar distribuidos uniformemente (disueltos), permiten una absorción más homogénea por las raíces, además existe poca pérdida por lavado. |

| Nutrición | |
|---|--|
| Muy variable; pueden aparecer deficiencias localizadas. A veces los nutrientes no son utilizados por las plantas debido a una mala estructura del terreno o a un pH inadecuado, del cual hay dificultad para muestreo y ajuste. | Hay un control y estable de nutrientes para todas las plantas, fácilmente disponible en las cantidades precisas. Además hay un buen control de pH, con facilidad para realizar muestras y ajustes. |
| Desbalance de Nutrientes | |
| Una deficiente nutricional o el efecto tóxico de algunos elementos en exceso pueden durar meses o años. | Este problema se soluciona en unos cuantos días |
| Calidad del fruto | |
| A menudo existe deficiencia de Calcio y Potasio, lo que da lugar a una escasa conservación. | El fruto es firme, con una capacidad de conservación que permite a los agricultores cosechar la fruta madura y enviarla, a pesar de ello, a zonas distantes. Algunos ensayos han mostrado un mayor contenido de vitaminas. |
| Esterilización del medio | |
| Vapor, fumigantes químicos, trabajo intensivo, proceso largo al menos dos o tres semanas. | Vapor, fumigantes químicos con algunos de los sistemas. Con otros se emplea simplemente Ácido Clorhídrico o Hipoclorito Cálcico. |
| Costo de producción | |
| Uso de mano de obra, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, preparación del suelo, etc. | Todas las labores pueden automatizarse, con la consiguiente reducción de gastos. No se usan además implementos agrícolas. En resumen: ahorro de tiempo y dinero en estos aspectos. |
| Sustratos | |
| Tierra. | Posibilidad de emplear diversos sustratos de reducido costo, así como materiales de desecho. |
| Mano de obra | |
| Necesariamente se debe contar con conocimientos, o asesoría. | No se necesita, a pequeña escala, mano de obra calificada. |

Fuente: Seminario de Agro Negocios, Lechuga hidropónica (Alvarado, Chávez & Anna, 2001)

En cuanto a las desventajas de implementación de estos métodos de cultivo se destacan:

- El costo inicial para implementar un módulo de producción.
- El desconocimiento del manejo hortícola y de la técnica en sí. El éxito de la producción hidropónica depende más del conocimiento del manejo hortícola (Siembre, riegos, control de plagas y enfermedades, etc.) que del conocimiento de la técnica en sí.

2.2.3 Sistemas de cultivo hidropónico

Existen variedad de sistemas de cultivo hidropónico, dentro de los cuales se clasifican en los que utilizan sustrato sólido para el anclaje de las raíces y los llamados propiamente hidropónicos ya que tienen la característica de que las raíces se encuentran sumergidas o bañadas con solución nutritiva líquida (agua con nutriente). Se encuentran desde sistemas simples manuales y más sofisticados como semiautomático y automatizados.

Los sistemas de cultivo hidropónico se clasifican en:

2.2.3.1 Sistemas hidropónicos en agua

Llamados hidropónicos por excelencia, ya que las raíces de las plantas están en contacto directo con la solución nutritiva, dentro de los cuales los más conocidos son:

1. Sistema de raíz flotante, utilizado para la producción de cultivos de hojas, como diversas variedades de lechuga, albahaca, apio, menta, hierba buena, etc... siendo importante airear la solución nutritiva, se caracteriza por que las plantas están apoyadas en planchas de poliuretano expandido, tiene la característica de flotar en el agua, sirve de apoyo o soporte mecánico tanto en los tallos y hojas como en las raíces. En la figura 2.2 se muestran lechugas con la raíz colgando por debajo de la plancha de poliuretano con la solución nutritiva por debajo siendo características principales del sistema de raíz flotante.

Figura 2.2 Sistema de raíz flotante



Fuente: <https://www.google.com.mx>

2. Sistema NFT, donde el termino de las iniciales en Nutrient Film Technique (Técnica de la película de nutrientes), visible en el figura 2.3, tiene como características el hacer recircular la solución nutritiva por medio de una electrobomba a través de tuberías de distribución, hacia canales de PVC de superficie plana, estos canales pueden tener en algunos casos un poco de inclinación para ayudar a que la solución fluya con facilidad, luego la solución nutritiva se recolecta a través de una tubería de drenaje conectada al tanque, la recirculación de la solución nutritiva debe ser constante e ininterrumpida las 24 horas, esto permite tener a las raíces bien hidratadas, oxigenadas y suministran adecuadamente de nutrientes minerales esenciales para las plantas.

Figura 2.3 Sistema NFT (Sistema de película de nutrientes)



Fuente: <https://www.google.com.mx>

3. **Aeroponía:** en este sistema las plantas crecen en agujeros en láminas de poliestireno expandido. Puede ser en forma de A o triángulo equilátero o en estructuras de forma vertical donde son una base de poliestireno para dar apoyo a la planta, sirve para cultivos de hoja de poca altura, las raíces se encuentran suspendidas en el aire y son roscadas con solución nutritiva dentro de una cámara sellada donde se encuentran húmedas y en oscuridad, como se muestra en la figura 2.4, con un sistema de nebulización, el sistema se enciende cada 2 o 3 minutos, los costos de operación son relativamente altos y una desventaja de este sistema es el crecimiento desigual de las plantas por la variaciones de intensidad luminosa. (Alvarado, Chávez & Anna, 2001) y (Guzmán, 2004)

Figura 2.4 Aeroponía



Fuente: <https://www.google.com.mx>

2.2.3.2 Sistemas hidropónicos en agua con sustratos

Diego Alvarado, Francisco Chávez y Anna Wilhelmina (2001) mencionan que en este sistema las raíces de las plantas crecen y se desarrollan en sustratos inertes; la solución nutritiva fluye entre las partículas del sustrato humedeciendo las raíces. Para lo cual hay tipos de sistemas de riego en el cultivo hidropónico pueden ser:

1. **Inundación.** La solución es vertida directamente a la superficie del sustrato, para que después drene libremente y/o circule según el sistema utilizado. Normalmente es usado en cultivos de arena en pequeña y mediana escala, en el figura 2.5 se muestran los contenedores donde se encuentran los sustratos y la solución nutritiva está en la base y recircula para humedecer los sustratos y a su vez las raíces.

Figura 2.5 Riego por inundación con sustrato



Fuente: <https://www.google.com.mx>

2. **Aspersión.** La aplicación de la solución se da con atomizadores sobre la parte superior del cultivo como ilustra en la figura 2.6 y se utiliza principalmente para cultivos ornamentales como clavel y rosal. También se aplica en la obtención de plántula y enraizamiento de esquejes.

Figura 2.6 Sistema hidropónico de aspersión con sustrato

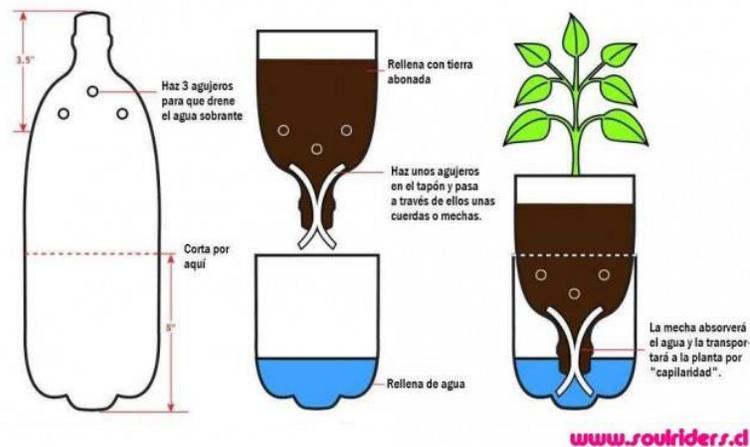


Fuente: <https://www.google.com.mx>

3. **Sub-irrigación.** La solución es aplicada por la parte inferior del recipiente que contiene al sustrato y es utilizado en el cultivo a pequeña escala (Huerto familiar), su utilizan para tener plantas en las oficinas o espacios pequeños, ya que se utilizan productos como botellas de plástico como se muestra en el figura 2.7, donde usan una botella de pet cortada a la mitad.

Figura 2.7 Riego por sud-irrigación

Como hacer una maceta con sistema de sub-irrigación con una botella de plástico



Fuente: <https://www.google.com.mx>

4. **Capilaridad.** El sistema consiste en colocar una fuente de agua y por un medio poroso, busca el ascenso capilar, ilustrado en la figura 2.8, para la conducción de la solución hasta las raíces se emplea una mecha de tela mercerizada con propiedades capilares. Se utiliza para instalaciones caseras en arena y grava. Actualmente se comercializa todo este pequeño sistema en plantas ornamentales en macetas.

Figura 2.8 Riego por capilaridad



Fuente: <https://www.google.com.mx>

- 5 **Goteo.** En este sistema, la solución se conduce en tuberías principales y secundarias de plástico, que descargan el agua por medio de goteros en forma de espaguetei o dispositivos de goteo que de manera dosificada proporcionan el riego en la cantidad necesaria por unidad de superficie (metros cuadrados) (Espinosa P. & Espinosa L. 2001 en Bizuet García 2014), este riego se muestra en la figura 2.9, la manguera tiene una pieza de bloqueo de donde sale la gota de agua, la manguera llega hasta la base de la planta.

Figura 2.9 Riego por goteo



Fuente: <https://www.google.com.mx>

Que son utilizados en sistemas hidropónicos como:

1. **Riego por goteo con sustrato Embolsado:** el sistema más usado a nivel mundial principalmente en lana de roca que es un sustrato obtenido por fusión de la roca, la cual es hilada en fibras y usualmente presentado en bloques y planchas, como se muestra en el figura 2.10, la característica principal es que tiene muchos espacios vacíos en total el 97%, esto permite sostener niveles muy altos de agua disponibles, mientras también un buen contenido de aire, en este sistema la solución nutritiva es suministrada a cada planta a través de goteros conectados en tuberías o cintas de goteo de polietileno, con el cual se aplican pequeñas cantidades de solución nutritiva directamente en la zona radículas (alrededor de la base de la planta, este sistema es muy usado en la producción de cultivos de fruto como tomate, pimiento, melón, pepino y sandía.

Figura 2.10 Cultivo en sustrato con riego por goteo



Fuente: <https://www.google.com.mx>

2. **Sistema de Columnas:** se utiliza para producción comercial ya que se caracteriza por el crecimiento vertical de las plantas en macetas apiladas o en columnas que contienen un sustrato liviano. Este sistema permite una alta producción de plantas por unidad de área, pero está restringido para plantas de corte pequeño que toleren estar colgadas y que tengan sistema radicular no muy extenso (raíces no muy largas), es muy usado en la producción de fresa, lechuga de hoja, espinaca, albahaca, menta, berro, culantro, perejil y orégano; así mismo para algunas plantas de flor como y ornamentales. Para la producción en este sistema se deben considerar algunas especificaciones como la buena iluminación solar para lo cual se recomienda que el distanciamiento entre filas sea de 1.0 a 1.2 m y la separación entre columnas sea de .8 a 1m, y el alto de la columna sea de 2 a 2.5 m, donde se pueden producir de 28 a 40 plantas. El sistema de riego consiste en la impulsión de la solución por medio de una electrobomba hacia tuberías de polietileno que corren sobre las columnas, se colocan 3 o 4 goteros conectados a micro-tubos, de tal forma que se humedece totalmente la columna por gravedad, obsérvese la figura 2.11.

Figura 2.11 Sistema de columnas



Fuente: <https://www.google.com.mx>

3. **Sistema de sub-irrigación:** la principal característica del sistema de riego por sub-irrigación, es la forma de ingreso y salida de la solución nutritiva en las camas o contenedoras donde se desarrollan las plantas. La solución ingresa por a la tubería de PVC perforada que está ubicada en la base y vértice de la cama, de modo que, cuando es impulsada por al electrobomba entra por la tubería humedeciendo uniformemente al sustrato y raíces desde abajo hacia arriba, el drenaje hace que ingrese aire nuevo entre las partículas del sustrato, lo cual favorece la respiración radicular.

Las soluciones nutritivas son parte del sustrato del cultivo hidropónico, son los elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de la planta. ¿Qué elementos son? Una solución nutritiva deberá contener macronutrientes y micronutrientes.

Los macronutrientes son los más demandados para el desarrollo de la planta, en caso de hacer falta algunos de éstos, su desarrollo mengua o simplemente muere y estos son: Nitrógeno(N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). También son los elementos que están en menor proporción

en comparación con los macronutrientes, sin embargo al no tenerlos o no existir la planta puede sobrevivir sin ellos, pero son necesario para tener plantas con buena calidad bajo producción y son: Cloro (Cl), Boro (B), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn) y Molibdeno (Mo).

En la preparación de una solución nutritiva se debe conocer el contenido de sales o nutrientes del agua con la cual se riega, a partir de estos datos, se puede saber el requerimiento nutricional que la planta demanda. (Bizuet García, 2014)

2.2.4 Variedades de lechugas adecuadas para cultivar en sistemas hidropónicos

Con los sistemas hidropónicos mencionados con anterioridad las variedades de lechugas que se pueden plantar son las variedades no repolladas (que no forman un cogollo o centro apretado de hojas) ya que por la particular característica de estas variedades suelen ser pesadas y no logran flotar en la solución nutritiva en el caso del sistema de camas de agua o en el sistema de película de nutrientes esta variedad se hacen de lado, le vence el peso del cogollo ya que el sustrato no resiste para apolarlo y mantenerlo en posición.

Las variedades adecuadas o más usadas en los sistemas hidropónicos son las de hojas sueltas se presentan en la tabla 2.4:

Tabla 2.4 Variedades de lechuga de hoja

| Variedad lechuga de hoja | Color | Características |
|---------------------------------|---------------|---|
| Grand Rapis TBR | Verde medio | Cultivo comercial y huerto familiar |
| Greenday | Verde Oscuro | Cabezas uniformes, buena retención. Tolerante al quemado de los bordes de las hojas |
| Krypton | Verde oscuro | Cabeza grande, hábito abierto. Excelente tolerancia al “bolt” y color verde excepcional. |
| Red Line | Rojo | Tolerante a floración prematura. Amplia ventana de cosecha, buen potencial de rendimiento. |
| Red Sails | Rojo oscuro | Cultivo comercial y huerto familiar. Premio AAS, Mantiene bien el color, tolerante a floración prematura. |
| Royal Green | Verde medio | Buen potencial de rendimiento, muy uniforme. Tolerante a la floración prematura |
| Tango | Verde intenso | Cultivo comercial y huerto familiar, para ensalada. |

Fuente: Seminario de Agro Negocios, (Alvarado Chávez, Chávez Carranza, & Wilhelmina, 2001)

2.2.5 Sistemas de producción

En el área de producción es donde generalmente, se obtiene el valor agregado de una empresa; sus Procesos, su diseño y la forma como se gestione puede repercutir en una mayor o menor productividad y por consiguiente en un mayor o menor beneficio para la empresa. En producción es donde se constituyen, organizan y administran las diferentes actividades que deben llevarse a cabo para obtener un producto, e incluye tanto a las personas que van a ejecutar las tareas como los materiales, maquinarias, instalaciones y hasta el contexto en el que se va a desenvolver el trabajo. (Márquez, 2012). Un sistema de producción recibe insumos en forma de materiales, personal, capital, servicios e información, y los transforma dentro de un subsistema de conversión en los productos y/o servicios deseados, recibe insumos en forma de materiales, personal, capital, servicios e información, y los transforma dentro de un subsistema de conversión en los productos y/o servicios deseados. (Sophie Tejada, 2011), por eso es importante para Cuatrecasas (2009) considerar el análisis del sistema de producción tiene una importancia estratégica para la empresa.

De igual forma se destaca la importancia del volumen y la variedad de la producción esperada, factores que, a su vez, tienden a ser definidos en su mayor parte según la cantidad de influencia que el cliente ejerce en el diseño del producto o servicio que le es entregado a partir de los procesos de la organización (Chapman, 2006)

Albert Suñé Torrents, Francisco Gil Vilda, Ignasi Arcusa Postils (2004) plantean que en la actualidad se presenta una creciente exigencia en la demanda, determinada por mayores requerimientos de calidad, personalización, velocidad de respuesta y servicios adicionales, a igual o menor precio; lo que ha forzado a muchas empresas a efectuar un proceso de transformación de los sistemas de producción que venían utilizando hasta entonces. Así por ejemplo, a lo largo de las últimas décadas han surgido conceptos como el de línea de producción, desperdicio, célula de trabajo, justo a tiempo, kanban, sincronización de la producción, entre muchos otros, que inclusive, hoy día forman parte de los contenidos de estudio de carreras universitarias como en el caso de la Ingeniería Industrial. Esta investigación se realizó con el objetivo de identificar y analizar los sistemas de producción más importantes en la actualidad, como es el caso de la producción ajustada o manufactura esbelta y la producción basada en la teoría de las restricciones.

2.2.6 Tipos de sistemas de producción

Los sistemas de producción se clasifican de acuerdo con la disposición de las maquinarias y departamentos dentro de las plantas manufactureras o por las características generales del propio sistema. La determinación sobre el sistema de producción depende de varios factores, entre ellos la variedad de productos, los tipos de pedidos, volumen de ventas, incertidumbre en la demanda y a frecuencia en los pedidos, de acuerdo a la estructura de los procesos, se pueden distinguir tres grandes sistemas o modelos de producción con características muy marcadas con relación a los métodos de producción, roles de los trabajadores, tipos de productos a elaborar, forma de crear el valor en el producto y objetivos de la empresa. (Sophie Tejeda, 2011)

1. Producción por Taller (Sistema de producción Intermitente): Se fabrican lotes pequeños de productos y las máquinas están agrupadas por procesos similares, los cuales no tienen un sistema secuencial entre ellos, por ende se acumula inventario entre las estaciones. Presenta un alto grado de complejidad y dificultades, por las propias características del sistema.
2. Producción por lote (Sistema de producción discontinuo): Lo usan las empresas que producen un determinado producto a la vez. Este tipo de producción requiere que cada operación produzca un número determinado de partes, llamado lote, antes de continuar hacia la siguiente operación, por lo que el material en proceso o WIP (por sus siglas en inglés) es bien elevado. La maquinaria está dispuesta de forma continua.
3. Producción masiva (Sistema de producción Continuo): La producción en la masa o en cadena se caracteriza porque el producto es fabricado y ensamblado de forma continua, siguiendo una ruta establecida, conectada por un sistema de movimiento de materiales. Este sistema de producción asigna a cada trabajador una función específica y especializada en cada máquina o trabajo requerido.
4. Procesos de flujos continuos (Sistema de producción Continuo): Este tipo de sistema de producción lo utilizan las empresas con productos continuos, como productos químicos, alimentos, aceites, líquidos, materiales para construcción y acero, que fluyen siempre una secuencia de operaciones determinadas por las características del producto. (Sophie Tejeda, 2011)

Según Anne Sophie Tejeda (2011) y algunos autores más, la clasificación genérica se identifica como la siguiente:

1. El sistema de Producción Artesanal: se caracteriza por disponer de personal muy calificado con habilidades en el diseño y en el ensamble, el empleo de herramientas sencillas y maquinaria de uso general y, una organización descentralizada, combinación que permite producir lo que el cliente pide, a la medida. No obstante, los problemas que se derivan de esta forma de producción se encuentran en los altos costos de los productos y la poca capacidad de respuesta representada por los bajos volúmenes de producción, como consecuencia los productos sólo pueden ser adquiridos por un grupo de clientes pudientes. Sin embargo, este tipo de producción aún es utilizada en pequeños nichos, por lo general en productos de lujo (Suñé Torrents, Gil Vilda, & Arcusa Postils, 2004)
2. Producción en Masa: Este sistema de producción, cuyo desarrollo se le adjudica a los trabajos realizados inicialmente por Frederick Taylor y luego por Henry Ford, permite la elaboración de grandes volúmenes de producto a un costo relativamente bajo (Villaseñor y Galindo, 2007). La producción en masa se distingue por disponer de profesionales calificados para el diseño de productos y procesos, y de personal poco calificado para la producción de grandes cantidades de productos iguales, utilizando para ello generalmente, maquinaria poco flexible. (Suñé Torrents, Gil Vilda, & Arcusa Postils, 2004)
- 3 Producción Ajustada o Lean Manufacturing (manufactura esbelta): Este sistema se desarrolló en torno a la premisa de la disminución de los desperdicios dentro de los procesos de producción, es decir, producir más con menos: menos horas de trabajo, menos espacio, menos esfuerzo humano, menos inversión en maquinaria, menos materiales, menos defectos, menos inventario y menos horas de diseño e ingeniería, dando al cliente lo que desea. La utilización de máquinas flexibles con un personal perfectamente formado, combinándose así las ventajas de la producción en masa y artesanal (Mol y Birkinshaw, 2008; Suñé et al, 2004; Villaseñor y Galindo, 2007). La producción ajustada es un sistema más avanzado que la producción en masa debido básicamente a su flexibilidad; se caracteriza por emplear el mínimo de recursos de todo tipo, realizar las operaciones de la manera y en el momento requerido, asegurar la calidad, favorecer la polivalencia del trabajador sobre la especialización, propiciar la mejora de los procesos de producción a través de la participación activa y en equipo de los trabajadores y adaptarse a los requerimientos de los clientes. Una de las principales diferencias de la producción ajustada respecto a los enfoques tradicionales, radica en su orientación a lograr un flujo de producción sincronizado, rápido y directo hacia el cliente, con un mínimo de desperdicios, en contraposición con un enfoque orientado a la independencia de las

operaciones y a la búsqueda de su productividad particular (Cuatrecasas, 2009; Mol y Birkinshaw, 2008).

2.2.7. Distribución en planta

El objetivo de un estudio de distribución de planta es la búsqueda de la máxima eficiencia en los procesos de la empresa, implantando los sistemas de fabricación de la forma más productiva posible. El tamaño óptimo de un proyecto es su capacidad, y se expresa en unidades de producción por año. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica. (Baca Urbina, 2006)

Roberto A. Sortino (2001) expresa que en un contexto cada vez más competitivo el hecho de disponerse a realizar un emprendimiento productivo requiere analizar parámetros relacionados con estudios de mercado, ventajas impositivas, suministros de materias primas, obtención de mano de obra cada vez más especializada, proveedores de partes y servicios y todo lo relacionado con la funcionalidad de la empresa, teniendo servicios, energías y transportes disponibles en oportunidad y costos.

El método utilizado para lograrlo es la ordenación física de los elementos presentes en una industria mediante una sistemática de análisis y consideración de soluciones como: Espacios necesarios para el movimiento del material y las personas, Almacenes, materia prima, terminados y semielaborados, Ubicación de los trabajadores directos (producción), Espacio necesario para las tareas de trabajadores indirectos: mantenimiento, calidad, etc... (Comunidad Valenciana, Centros Europeos de empresas innovadoras, 2008)

La distribución de instalaciones es una de las decisiones clave que determinan la eficiencia de las operaciones a largo plazo. La distribución de instalaciones tiene numerosas implicaciones estratégicas porque establece las prioridades competitivas de la organización en relación con la capacidad, los procesos, la flexibilidad y el costo, igual que con la calidad de vida en el trabajo, el contacto con el cliente, y la imagen. Una distribución eficiente puede ayudar a una organización a lograr una estrategia que apoye la diferenciación, el bajo costo o la respuesta. El objetivo de la estrategia de distribución es desarrollar una distribución efectiva y eficiente que cumpla con los requerimientos competitivos de la empresa. Estas empresas lo han logrado. En todos los casos, el diseño de la distribución debe considerar la manera de lograr lo siguiente: (Heizer & Render, 2009)

1. Mayor utilización de espacio, equipo y personas.
2. Mejor flujo de información, materiales y personas.
3. Mejor ánimo de los empleados y condiciones de trabajo más seguras
4. Mejor interacción con el cliente
5. Flexibilidad (cualquiera que sea la distribución actual, deberá cambiar)

El diseño de instalaciones de manufacturase refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía. (E. Meyers & P. Stephens, 2006).

Para Lee J. Krajewski y Larry P. Ritzman (2000) la planificación de la distribución de instalaciones incluye decisiones acerca de la disposición física de los centros de actividad económica dentro de una instalación. Un centro de actividad económica es cualquier entidad que ocupe espacio: una persona o grupo de personas, la ventanilla de un cajero, una máquina, un banco de trabajo o una estación de trabajo, un departamento, una escalera o un corredor, un anaquel para tarjetas de asistencia, una cafetería o un salón de almacenamiento, etc. La meta de la planificación de la distribución consiste en permitir que los empleados y el equipo trabajen con mayor eficacia.

Las distribuciones dan forma física y tangible a otras decisiones sobre los procesos, convirtiendo las estructuras de los procesos, diagramas de flujo y planes de capacidad en algo concreto. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, Administración de operaciones Procesos y cadenas de valor, 2008)

El proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible es precisamente a lo que se conoce por Distribución en Planta. Esta ordenación de las áreas de trabajo, el personal y los medios de producción debe ser la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados, determinando a su vez qué, cuánto, cómo y con qué producir, definiéndose una serie de factores a coordinar. La distribución en planta facilita dicha coordinación pues pretende ordenar de la forma más satisfactoria, los elementos y equipos disponibles, pudiendo estar fijado o no el espacio total donde se realizará la ubicación.

2.2.6.1 Tipos de distribución

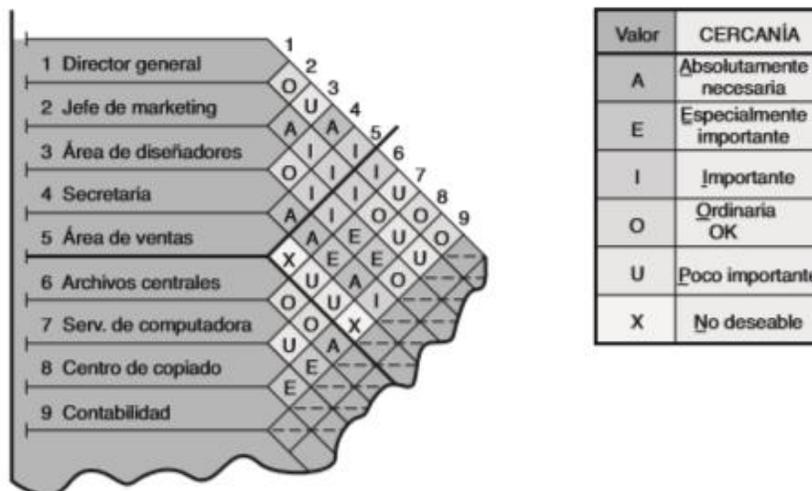
De acuerdo con Jay Heizer y Barry Render (2009), las decisiones de distribución incluyen la mejor colocación de máquinas (en situaciones de producción), oficinas y escritorios (en casos de oficina), o

centros de servicio (en entornos de hospitales o tiendas departamentales). Una distribución efectiva facilita el flujo de materiales, personas e información en y entre las áreas. Para lograr estos objetivos, se han desarrollado varios métodos. En este capítulo analizaremos siete de ellos:

Para esta investigación se necesita conocer a detalle cada uno de los tipos de distribución para poder identificar cual es el que ayude a reducir costos, además de identificar las herramientas que nos ayuden a hacer la distribución.

1. **Distribución de oficinas:** Las metas del diseño de la distribución de las oficinas ayudarán a que el diseñador mantenga el rumbo y le darán una forma de evaluación de las muchas alternativas de que dispone. (E. Meyers & P. Stephens, 2006) requiere el agrupamiento de trabajadores, equipos y espacios para proporcionar comodidad, seguridad y movimiento de la información. La distinción principal de las distribuciones de oficina es la importancia que se le da al flujo de información. Estas distribuciones están en flujo constante a medida que el cambio tecnológico altera la manera en que funcionan las oficinas. Aunque el movimiento de la información es cada vez más electrónico, el análisis de la distribución de oficinas todavía requiere un enfoque basado en las tareas. Una herramienta útil para este tipo de análisis es la gráfica de relaciones que se muestra en la figura 2.12.

Figura 2.12 Gráfica de relaciones



Fuente: Jay Heizer y Barry Render (2009), Principios de administración de operaciones, 350

A continuación se puede realizar un diagrama adimensional de bloques para reforzar la toma de decisiones.

2. **Distribución de tienda:** La distribución de tiendas al menudeo se basa en la idea de que las ventas y la rentabilidad varían directamente con la exposición del cliente a los productos. Así la mayoría de los administradores de operaciones tratan de exponer a los clientes al mayor número de productos posible. Ciertos estudios muestran que entre mayor sea la tasa de exposición, mayores serán las ventas

y más alto será el rendimiento sobre la inversión. El administrador de operaciones puede alterar ambos factores mediante un arreglo global de la tienda y la asignación de espacio a diferentes productos dentro de ese arreglo.

Existen cinco ideas útiles para determinar el arreglo global de muchas tiendas:

1. Ubicar los artículos con ventas altas en la periferia de la tienda. Así, tendemos a encontrar los productos lácteos en un lado del supermercado, y el pan y los pasteles en otro.
2. Usar ubicaciones prominentes para los artículos de alto impulso y alto margen.
3. Distribuir lo que se conoce en el comercio como “artículos poderosos” artículos que pueden dominar cuando se va de compras en ambos lados del pasillo y dispersarlos para aumentar la atención hacia otros artículos.
4. Usar los finales de pasillo porque tienen un índice alto de exposición.
5. Comunicar la misión de la tienda seleccionando cuidadosamente la posición del departamento más importante.

El objetivo principal de la distribución de tiendas es maximizar la rentabilidad por metro cuadrado del espacio en piso (o, en algunas tiendas, en metros lineales de espacio en anaquel). (Hei09)

3. **Distribución de almacenes y almacenamiento:** El objetivo de la distribución de almacenes es encontrar el intercambio óptimo entre los costos del manejo y los costos asociados con el espacio de almacén. En consecuencia, la tarea de la administración es maximizar la utilización del “cubo” total del almacén es decir, usar todo su volumen mientras mantiene bajos los costos por manejo de materiales. La administración minimiza la suma de los recursos que se gastan en encontrar y trasladar el material más el deterioro y daño del propio material. La variedad de los artículos almacenados y el número de artículos “recogidos” tienen una influencia directa en la distribución óptima. Un almacén que guarda pocos artículos permite mayor densidad que uno que almacena toda una variedad. La administración de almacenes moderna es, en muchos casos, un procedimiento que utiliza los sistemas de almacenamiento y recuperación automatizados (ASRS). Un componente importante de la distribución de un almacén es la relación que hay entre el área de recepción y descarga y el área de embarque y carga. El diseño de la instalación depende del tipo de artículos que se descargan, de dónde se descargan (camiones, vagones, montacargas, etc.), y del sitio al que se descargan.

1. **Almacenamiento cruzado:** El almacenamiento cruzado significa evitar la colocación de materiales o suministros en el almacén al procesarlos conforme se reciben. En una instalación de manufactura, el producto se recibe directamente en la línea de ensamble. En un centro

de distribución, las cargas etiquetadas y seleccionadas llegan al muelle de recepción e inmediatamente se redirigen, lo que evita la recepción formal, el almacenamiento y registro, y las actividades de pedido-selección. Como estas actividades no agregan valor al producto, su eliminación significa ahorrar un 100% en costos (Hei09)

2. **Almacenamiento aleatorio:** Los sistemas de identificación automatizada (AIS), casi siempre en la forma de código de barras, permiten la identificación rápida y precisa de los artículos. Cuando los sistemas de identificación automatizada se combinan con sistemas efectivos de información administrativa, los administradores de operaciones conocen la cantidad y la ubicación de cada unidad. Los sistemas computarizados de almacenamiento aleatorio a menudo incluyen las siguientes tareas:

- i. Mantener una lista de lugares “vacíos”.
- ii. Mantener registros precisos del inventario existente y de su ubicación.
- iii. Poner en secuencia los artículos de los pedidos para minimizar el tiempo de traslado requerido para “recoger” pedidos.
- iv. Combinar pedidos para reducir los tiempos de recolección.
- v. Asignar ciertos artículos o clases de artículos, como los de alto uso, a áreas particulares del almacén para minimizar la distancia total recorrida.

Los sistemas de almacenamiento aleatorio pueden incrementar la utilización de las instalaciones y disminuyen el costo por mano de obra, pero requieren registros precisos.

3. **Personalización:** Aunque esperamos que los almacenes guarden el menor número de unidades posible durante el menor tiempo posible, ahora se pide al almacén que personalice los productos. Los almacenes son lugares donde puede agregarse valor al producto a través de la personalización. La personalización hecha en los almacenes es una forma particularmente útil de generar una ventaja competitiva en mercados donde los productos cambian con rapidez. Los almacenes también pueden proporcionar a los comerciantes etiquetado y empaque personalizado para que los artículos lleguen listos para su exhibición. (Heizer & Render, 2009)

4. **Distribución de posición fija:** En la distribución de posición fija, el proyecto permanece en un lugar y los trabajadores y el equipo llegan a esa área de trabajo. Las técnicas para enfrentar los problemas de distribución de posición fija no están bien desarrolladas y se complican por tres factores. Primero,

existe un espacio limitado en casi todos los sitios. Segundo, en las diferentes etapas de un proyecto se necesitan distintos materiales; por lo tanto, artículos distintos se vuelven críticos a medida que el proyecto avanza. Tercero, el volumen de los materiales necesarios es dinámico. Debido a que es difícil encontrar una buena solución a los problemas de distribución de posición fija en el sitio, una estrategia alternativa consiste en completar una parte sustancial del proyecto fuera del lugar. (Heizer & Render, 2009) Una distribución de posición fija minimiza el número de ocasiones en que es necesario movilizar el producto, y frecuentemente constituye la única solución viable. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, Administración de operaciones Procesos y cadenas de valor, 2008) Es también dominado “proceso unitario”, las ventajas de este sistema son: (Comunidad Valenciana, Centros Europeos de empresas innovadoras, 2008)

1. Reducción de movimientos de la pieza mayor.
2. Planificación de los trabajos no limitada por la distribución en planta.
3. Flexibilidad de productos y secuencia de operaciones.

5. **Distribución por proceso:** es aquella en la que las maquinas se encuentran fijas en una posición y son los trabajadores los que acuden a ellas con los materiales, son aquellas distribuciones en planta en las que se agrupan los trabajos por funciones, agrupando las operaciones similares. (Comunidad Valenciana, Centros Europeos de empresas innovadoras, 2008). También cuando la maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente. (Hernández Alvarez & Ventura Pérez, 2007) Una distribución orientada al proceso puede manejar en forma simultánea una amplia variedad de productos o servicios. Busca la mejor utilización de personal y maquinaria en la producción repetitiva o continúa. La distribución orientada al proceso es la estrategia de bajo volumen y alta variedad. Una gran ventaja de la distribución orientada al proceso es su flexibilidad para la asignación de equipo y mano de obra. Las desventajas de la distribución orientada al proceso provienen del uso de propósito general del equipo. Los pedidos toman más tiempo para moverse a través del sistema debido a su difícil programación, las cambiantes preparaciones, y el manejo único de materiales. Además, el equipo de propósito general requiere mano de obra calificada y grandes inventarios de trabajo en proceso debido a la falta de balanceo en el proceso de producción. La mano de obra calificada aumenta el nivel de capacitación y experiencia requerida, además los altos niveles de inventario de trabajo en proceso incrementan la inversión de capital, la táctica más común es arreglar los departamentos o centros de trabajo de tal forma que se minimice el costo por manejo de materiales. El objetivo se puede expresar como se muestra en la siguiente ecuación :

$$\text{Minimizar el costo} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij}$$

Donde n = número total de centros de trabajo o departamentos

i, j = departamentos individuales

X_{ij} = número de cargas transportadas del departamento i al departamento

C_{ij} = costo de llevar una carga del departamento i al departamento j

Fuente: (Heizer & Render, 2009)

Las instalaciones orientadas al proceso (y también las distribuciones de posición fija) tratan de minimizar los costos de cargas o viajes y el tiempo relacionado con la distancia. El término C_{ij} combina distancia y otros costos en un factor. La distribución del proceso consta de seis pasos:

Paso 1: Construir una “matriz desde-hasta” donde se muestre el flujo de partes o materiales de un departamento a otro.

Paso 2: Determinar los requerimientos de espacio para cada departamento.

Paso 3: Desarrollo de un diagrama esquemático inicial que muestre la secuencia de departamentos a través de los cuales se deben trasladar las partes. Tratar de colocar los departamentos con un flujo pesado de materiales o partes enseguida uno del otro.

Paso 4: Determinar el costo de esta distribución usando la ecuación del costo por manejo de materiales. (Heizer & Render, 2009)

Una distribución de flujo flexible es en la que los recursos se organizan por función en lugar de por servicio o producto, es más común cuando en la misma operación se deben fabricar muchos productos o partes distintos o es preciso atender a muchos clientes diferentes de forma intermitente. Los niveles de demanda son demasiado bajos o imprevisibles para que la gerencia reserve recursos humanos y de capital exclusivamente para una línea de productos o un de cliente en particular. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, Administración de operaciones Procesos y cadenas de valor, 2008)

6. **Distribución de célula de trabajo:** Una célula de trabajo reorganiza personas y máquinas, que generalmente estarían dispersas en diferentes departamentos, en un grupo de manera que se puedan

enfocar en la fabricación de un solo producto o de un grupo de productos relacionados. Los arreglos en células de trabajo se usan cuando el volumen justifica un arreglo especial de maquinaria y equipo. En un entorno de manufactura, la tecnología de grupos identifica productos con características similares y permite que se procesen en una célula de trabajo particular. (Heizer & Render, 2009) Es un sistema especialmente indicado para muy grandes tiradas, puesto que las células de fabricación son mono-producto, se trata de un sistema de organización en planta especialmente adecuado para grandes tiradas de pocos modelos de productos. (Comunidad Valenciana, Centros Europeos de empresas innovadoras, 2008)

Las ventajas de las células de trabajo son:

1. Reducción del inventario de trabajo en proceso porque la célula de trabajo se establece para proporcionar flujo de una pieza de máquina a máquina.
2. Menos espacio de piso en la planta porque se necesita menos espacio entre las máquinas para acomodar el inventario de trabajo en proceso.
3. Reducción de inventarios de materia prima y productos terminados porque con menos trabajo en proceso se agiliza el movimiento de materiales a través de la célula de trabajo.
4. Reducción del costo por mano de obra directa debido a una mejor comunicación entre empleados, a un mejor flujo de materiales, y a una programación mejorada.
5. Aumento del sentido de participación del empleado en la organización y el producto, puesto que los empleados aceptan la responsabilidad adicional de la calidad del producto que se asocia en forma directa con ellos y su célula de trabajo.
6. Mayor utilización de equipo y maquinaria debido a una mejor programación y al más rápido flujo de materiales.
7. Reducción de la inversión en maquinaria y equipo ya que una buena utilización de las instalaciones disminuye el número de máquinas necesarias y la cantidad de equipo y herramienta.

Las células de trabajo tienen al menos cinco ventajas sobre las líneas de ensamble y las instalaciones de proceso: (1) como las tareas están agrupadas, con frecuencia la inspección es inmediata; (2) se necesitan menos trabajadores; (3) los trabajadores pueden abarcar más área de trabajo; (4) el área de trabajo puede balancearse en forma más eficiente, y (5) mejora en la comunicación. Algunas veces las células de trabajo se organizan en forma de U.

Una vez que la célula de trabajo tiene el equipo apropiado en la secuencia adecuada, la tarea siguiente es **asignar personal y balancear la célula**. En una célula de trabajo, la producción eficiente requiere una asignación apropiada de personal. Lo que implica, primero, determinar el tiempo takt (“tiempo”, “medida” o “ritmo” en alemán), que es el paso (frecuencia) de unidades de producción necesario para satisfacer los pedidos del cliente:

$$\text{Tiempo takt} = \text{Tiempo de trabajo disponible total} / \text{Unidades requeridas}$$

Segundo, determinar el número de operadores requeridos. Esto implica dividir el tiempo de operación total necesario en la célula de trabajo entre el tiempo takt:

$$\text{Trabajadores requeridos} = \text{Tiempo de operación total requerido} / \text{Tiempo takt}$$

Una gráfica de balance del trabajo también es valiosa para evaluar los tiempos de operación en células de trabajo. Se debe dar cierta consideración para determinar la operación cuello de botella. Las operaciones cuello de botella pueden restringir el flujo a través de la célula. El desequilibrio en una célula de trabajo casi nunca es un problema si la operación se realiza manualmente, ya que los miembros de las células son, por definición, parte de un equipo con capacitación cruzada. (Heizer & Render, 2009)

7. **Distribución orientada al producto:** Los procesos de trastienda y en línea típicamente tiene flujos de trabajo lineal y tareas repetitivas. En el caso de las distribuciones de flujo lineal, resulta fácil decidir dónde deben localizarse los centros, porque las operaciones tienen que llevarse a cabo en el orden prescrito. El desafío es agrupar las actividades en estaciones de trabajo y alcanzar la tasa de producción deseada con la menor cantidad posible de recursos. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, Administración de operaciones Procesos y cadenas de valor, 2008) Las distribuciones orientadas al producto se organizan alrededor de productos o familias de producto similares de alto volumen y baja variedad. La producción repetitiva y la producción continua, usan distribuciones orientadas al producto. Los supuestos son que:

1. El volumen es adecuado para la utilización exhaustiva del equipo.
2. La demanda del producto es lo suficientemente estable como para justificar una gran inversión en equipo especializado.
3. El producto es estandarizado o se acerca a una fase de su ciclo de vida que justifica la inversión en equipo especializado.

4. El suministro de materias primas y componentes es adecuado y de calidad uniforme (apropiadamente estandarizado) para asegurar que funcionará con el equipo especializado.

La distribución en planta adaptada para la producción en cadena reduce al mínimo el movimiento de las personas u de las máquinas, y en los casos más desarrollados, el movimiento de materiales se realiza de forma automatizada, concluyendo que en definitiva, se trata de una distribución en planta optimizada para grandes tiradas de producción con productos estandarizados. Sus limitaciones son la menor flexibilidad que la fabricación por procesos y la necesidad de mayores inversiones. (Comunidad Valenciana, Centros Europeos de empresas innovadoras, 2008). Los dos tipos de distribución orientada al producto son las líneas de fabricación y de ensamble. En la línea de fabricación se construyen componentes, se colocan las partes fabricadas juntas en una serie de estaciones de trabajo. Ambos son procesos repetitivos y en los dos casos la línea debe estar “balanceada”: es decir, el tiempo que lleva realizar una tarea en una máquina debe ser igual o “estar balanceado” con el tiempo que lleva realizar el trabajo en la siguiente máquina de la línea de fabricación, de igual modo que el tiempo que requiere un empleado en una estación de trabajo de la línea de ensamble debe estar “balanceado” con el tiempo que requiere el empleado que le sigue en la siguiente estación de trabajo. El objetivo de la distribución orientada al producto es minimizar el desbalance en la línea de fabricación o de ensamble. Las ventajas principales de la distribución orientada al producto son:

1. El bajo costo variable por unidad usualmente asociado con los productos estandarizados de alto volumen
2. Bajos costos por manejo de materiales
3. La reducción de inventarios de trabajo en proceso
4. Facilidad de capacitación y supervisión
5. Volumen de producción rápida a través de las instalaciones

Las desventajas de la distribución orientada al producto son:

1. Se requiere un alto volumen debido a la gran inversión necesaria para establecer el proceso.
2. Cuando se detiene el proceso en cualquier parte se detiene toda la operación
3. Falta de flexibilidad cuando se maneja una variedad de productos o tasas de producción

En una línea de ensamble, el producto casi siempre se mueve por medios automatizados, como una banda transportadora, a través de una serie de estaciones de trabajo hasta completarse. (Heizer & Render, 2009)

El **balanceo de líneas** se realiza comúnmente para minimizar el desequilibrio entre máquinas y personal al mismo tiempo que se cumple con la producción requerida de la línea, con el fin de producir a una tasa especificada, la administración debe conocer las herramientas, el equipo y los métodos de trabajo empleados. Después debe determinar los requerimientos de tiempo para cada tarea de ensamble. La administración también necesita conocer la relación de precedencia entre las actividades es decir, la secuencia en que deben realizarse las diferentes tareas. Una vez construida la gráfica de precedencia que resume las secuencias y los tiempos de ejecución, pasamos a la etapa de agrupar las tareas en estaciones de trabajo para lograr la tasa de producción especificada. Este proceso implica tres pasos:

1. Tomar las unidades requeridas (demanda o tasa de producción) por día y dividir entre el tiempo productivo disponible por día (en minutos o segundos). Esta operación nos proporciona lo que se denomina tiempo del ciclo a saber, el tiempo máximo permitido en cada estación de trabajo si debe lograrse la tasa de producción:

$$\text{Tiempo del ciclo} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible por día}}{\text{Unidades requeridas por día}}$$

2. Calcular el número mínimo teórico de estaciones de trabajo. Éste es el tiempo total de duración de las tareas (el tiempo que lleva hacer el producto) dividido entre el tiempo del ciclo. Las fracciones se redondean hacia arriba al siguiente número entero:

$$\text{Número mínimo de estaciones de trabajo} = \frac{\sum_{j=1}^n \text{Tiempo para la tarea } i}{\text{Tiempo del ciclo}}$$

Donde n es el número de tareas de ensamble.

3. Balancear la línea asignando tareas de ensamble específicas a cada estación de trabajo. Un balanceo eficiente permite completar el ensamble requerido, seguir la secuencia especificada,

y mantener al mínimo el tiempo muerto en cada estación de trabajo. Un procedimiento formal para hacer esto es el siguiente:

- a. Identificar una lista maestra de tareas.
- b. Eliminar las tareas que se han asignado.
- c. Eliminar las tareas cuya relación de precedencia no ha sido satisfecha.
- d. Eliminar las tareas para las que el tiempo disponible en la estación de trabajo es inadecuado.
- e. Usar una de las técnicas “heurísticas” de balanceo de líneas. Las cinco posibilidades son (1) tiempo más largo para una tarea; (2) más tareas subsecuentes; (3) ponderación de la posición; (4) tiempo más corto para una tarea, y (5) menor número de tareas subsecuentes. Quizá el lector desee probar algunas de estas técnicas heurísticas para ver cuál genera la “mejor” solución es decir, el menor número de estaciones de trabajo y la mayor eficiencia. Sin embargo, recuerde que aunque las técnicas heurísticas proporcionan soluciones, no garantizan una solución óptima.

Podemos calcular la eficiencia del balanceo de una línea dividiendo el tiempo total de las tareas entre el producto del número de estaciones de trabajo requeridas por el tiempo del ciclo asignado (real) de la estación de trabajo más larga:

$$Eficiencia = \frac{\sum \text{Tiempos de las tareas}}{(\text{Numero real de estaciones de trabajo}) \times (\text{Tiempo de ciclo más grande asignado})}$$

Los administradores de operaciones comparan los diferentes niveles de eficiencia para diferente número de estaciones de trabajo. (Heizer & Render, 2009)

Una buena distribución requiere determinar lo siguiente:

1. **Equipo para el manejo de materiales:** Los administradores deben decidir qué equipo se va a usar, incluyendo bandas, grúas, sistemas de almacenamiento y recuperación automatizados, y carritos automáticos para entrega y almacenamiento de material.
2. **Requerimientos de capacidad y espacio:** Una vez que se conocen las necesidades de personal, maquinaria y equipo, los administradores pueden proceder con la distribución y proporcionar espacio para cada componente. En el caso del trabajo de oficina, los administradores de operaciones deben considerar los requerimientos de espacio para cada empleado. Puede ser un cubículo de 6 x 6 pies más una holgura para pasillos, pasadizos,

baños, cafeterías, rampas y elevadores, etc., o espaciosas oficinas para ejecutivos y salas de conferencias. Los administradores también deben considerar holguras para los requerimientos que tienen que ver con la seguridad, el ruido, el polvo, el humo, la temperatura y el espacio necesario alrededor del equipo y las máquinas.

3. **Entorno y estética:** Con frecuencia la distribución requiere tomar decisiones acerca de ventanas, plantas y altura de las divisiones para facilitar el flujo de aire, reducir el ruido, brindar privacidad, etcétera.
 4. **Flujos de información:** La comunicación es importante para cualquier organización y la distribución debe facilitarla. Este aspecto puede requerir tomar decisiones tanto acerca de la proximidad como de espacios abiertos contra divisiones a media altura y oficinas privadas.
 5. **Costo de desplazarse entre diferentes áreas de trabajo:** Puede haber consideraciones únicas relacionadas con el movimiento de materiales o con la importancia de que ciertas áreas estén cerca de otras. Por ejemplo, es más difícil transportar acero fundido que acero frío.
8. **Distribución híbrida:** Lo más frecuentes que en una distribución se combinen elementos de procesos divergentes y de flujo lineal siendo una estrategia intermedia, se utiliza en instalaciones que realizan operaciones de fabricación y ensamble. También se crean distribuciones híbridas cuando introducen células y automatización flexible. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, Administración de operaciones Procesos y cadenas de valor, 2008) Los diseños híbridos en esencia, buscan poder beneficiarse simultáneamente de las ventajas de las distribuciones por producto y las distribuciones por proceso, particularmente de la eficiencia de las primeras y de la flexibilidad de las segundas, permitiendo que un sistema de alto volumen y uno de bajo volumen coexistan en la misma instalación. (Hernández Alvarez & Ventura Pérez, 2007)

Otras decisiones fundamentales que tiene que tomar la persona encargada de planificar la distribución se refieren a los criterios de desempeño, los que pueden incluir uno o varios de los siguientes factores:

- Satisfacción del cliente
- Nivel de inversión de capital
- Necesidades para el manejo de materiales
- Facilidad de selección de existencias
- Ambiente de trabajo y “atmósfera” apropiada
- Facilidad para el mantenimiento del equipo

- Actitudes de los empleados y clientes internos
- Grado de flexibilidad necesaria
- Comodidad del cliente y nivel de ventas

Desde las primeras fases del proceso, los gerentes tienen que decidir qué factores deberán resaltar para encontrar una buena solución de distribución física. En la mayoría de los casos se aplican criterios múltiples. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, Administración de operaciones Procesos y cadenas de valor, 2008)

2.2.7.3 Métodos para el diseño de una planta

Para el diseño o rediseño de una planta existen muchos métodos, en este trabajo se va a diferenciar entre los métodos cualitativos y métodos cuantitativos, y se va a mencionar varios de ellos y las herramientas que utilizan.

- Métodos cualitativos. Son técnicas subjetivas, que establecen la importancia de la cercanía de un departamento a otro de acuerdo a diferentes criterios.
- Métodos cuantitativos. Estos métodos consideran mediciones de procesos y distancias, proporcionando resultados con una base numérica que los sustente.

A su vez, se pueden clasificar según la forma de generar una solución ya sea por medio de los métodos computarizados, que representan una herramienta viable para las empresas ya que facilitan el desarrollo de los cálculos, sin embargo sus resultados no siempre son óptimos por si solos, es necesario ejecutar también un análisis por parte del proyectista , permitiendo así el desarrollo de diferentes paquetes de software, los cuales se pueden clasificar según las formas de generar la solución (M. Vallhonrat & Corominas, 1991) en (Cuartas Castro, Franco Suarez, Rodriguez Muñoz, & Arciniegas Iriarte, 2014):

- De construcción: ALDEP (1967) y CORELAP (1967)
- De mejora: CRAFT (1963) y PLANET (1972)
- Híbridos: BLOCPLAN (1990)

Los métodos de construcción computarizados ALDEP y CORELAP tienen en común que son de carácter cualitativo, no precisan de una solución inicial, sus técnicas de construcción parten de la Tabla Relacional de Actividades en la que se indican las relaciones de proximidad entre las distintas actividades a ubicar, las cuales al relacionarse con las áreas de cada actividad permite establecer el orden para realizar la ubicación.

A continuación se distinguen los diferentes métodos tradicionales de layout o distribución en planta que son heurísticos para posteriormente pasar a la etapa de simulación.

Se debe tener en cuenta que las primeras distribuciones fueron producto del hombre para necesidades específicas de una industria, en ellas se mostraba un área de trabajo para una misión o servicio específico pero no se reflejaba la aplicación de ningún principio. Con la revolución industrial la ordenación de fábricas paso a ser un objetivo económico, las primeras mejoras fueron dirigidas hacia la mecanización del equipo. A principios del siglo la especialización del trabajo creció tanto, que el manejo de los materiales y los movimientos entre dos operaciones empezaron a recibir mayor atención. Con el tiempo los propietarios y administradores empezaron a estudiar los problemas de la distribución hasta llegar a los principios y técnicas que hoy se conocen.

A medida que las condiciones han cambiado estos principios también se han modificado y están evolucionando constantemente, pero existe una serie de principios básicos que permanecen iguales como son:

- Integración de conjunto.
- Mínimas distancias en el movimiento de materiales.
- Circulación o flujo de materiales: ordenación de áreas de trabajo.
- Espacio cubico.
- Satisfacción y seguridad de los trabajadores.
- Flexibilidad de ordenación para facilitar cualquier ajuste.
- Redistribución. (Salazar, Vargas, Añasco, & Orejuela, 2010; Cuartas Castro, Franco Suarez, Rodriguez Muñoz, & Arciniegas Iriarte, 2014)

Los aspectos y características más importantes encontrados en la revisión bibliográfica de métodos para planear la distribución de planta se resumen a continuación (Tabla 2.5)

Tabla 2.5 Clasificación de los métodos para gestionar la distribución de planta

| Tabla de clasificación de métodos para gestionar la distribución de planta | | | |
|---|---|---|---|
| Concepto | Identificación del proceso | Características del proceso | Métodos a emplear |
| Configuraciones productivas | Por posición fija | Productos de gran peso o volumen. | Controlar el costo de manejo de materiales |
| | Por producto | Poca variedad de productos, grandes volúmenes. | Mantener un flujo uniforme en la línea con el mínimo de tiempo ocioso. (Cálculo del tiempo de ciclo, puestos de trabajo y número de operarios). |
| | Por proceso | Muchos productos en pequeños volúmenes. | Minimizar movimientos innecesarios, reducir costos de transporte, situar los departamentos más interrelacionados de forma adyacente |
| | Celular | Productos similares que comparten el uso de máquinas. | Hibrido de las distribuciones por producto y por proceso. |
| Técnicas de solución de problemas en distribución de plantas | Métodos exactos | Aseguran la solución óptima, pero su aplicación se ve restringida con base en la complejidad ya que consumen recursos de cómputo y tiempo, y pueden llegar a ser muy difíciles de aplicar según se incrementen las variables. | Ramificación y poda (branch and bound) |
| | | | Programación dinámica |
| | Métodos heurísticos | Obtienen buenas soluciones en espacios de tiempo razonables, estas no son exactas y debe efectuarse un número suficiente de pruebas para encontrar la solución a partir de las variables y restricciones del problema. | Heurísticos de mejora (CRAFT, COFAD) y de construcción (ALDEP, CORELAP). |
| | | | Algoritmos metaheurísticos (búsqueda tabú, algoritmos genéticos, colonia de hormigas, templado simulado). Enfoque híbrido |
| Características del Flujo de materiales entre departamentos | Problema de distribución de instalaciones estático | Flujo fijo en el horizonte de tiempo | Formular problema de asignación cuadrática |
| | Problema de distribución de instalaciones dinámico. | Flujo cambia en el horizonte de tiempo | Formular problema de programación entera mixta. |

Fuente: elaboración a partir de Dirra et al. (2007) en (Collazos Valencia, 2013)

2.3 Marco Contextual

La información presentada en el presente marco contextual es información relevante para detectar, consultar y obtener la bibliografía y otros materiales útiles para los propósitos del estudio, de los cuales se extrae y recopila información relevante y necesaria para el problema de investigación (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010) en el cual se abordara el tema principal que es la hidroponía, y se determinara la situación de la implementación de estos novedosos y prácticos métodos alternativos de cultivo, tanto en el mundo como en el estado de Tlaxcala.

2.3.1 Hidroponía a nivel mundial

Los cultivos hidropónicos han llegado a ser una realidad para los cultivadores en invernadero, virtualmente en todas las áreas climáticas, existiendo grandes instalaciones hidropónicas a través del mundo, tanto para el cultivo de flores como de hortalizas. Existen muchos cultivos hidropónicos de hortalizas en América del norte, Howard menciona países que tienen una superficie de 10 acres o más. “Por ejemplo, Bonita Nurseries, Bonita, Arizona (2° acres de tomates); Bernac, Fort Pierce, Florida (30 acres de pepinos europeos); Houweling Nurseries Oxnard, Inc. (86 acres) en camarillo, California”. Otro importante lugar que menciona el autor son las islas Canarias, cientos de acres de tierra están cubiertos con polietileno sostenidos por postes, que forman una estructura continuada de cubierta, en las cuales los tomates crecen por hidroponía; la estructura tiene paredes abiertas, por medio de las cuales los vientos predominantes soplan refrescando las plantas. Dicha estructura ayuda a reducir las pérdidas de agua por transpiración en las plantas, protegiéndolas de una repentina tormenta de agua. Estas estructuras podrían también ser usadas en áreas tales como el Caribe y Hawai. Casi todos los estados de E.U.A. tienen una sustancial industria de cultivos hidropónicos en invernaderos. Canadá también usa la hidroponía de forma extensiva en las cosechas vegetales en invernaderos.

El autor Howard menciona “recientes estimaciones de cultivos hidropónicos indican que, en los siguientes países, las superficies cultivadas son: Israel, 30,000 acres (120,000 hectáreas); Canadá, 1,500 acres (600 hectáreas); Inglaterra, 4,200 acres (1,700 hectáreas); Canadá, 1,500 acres (600 hectáreas); Estados Unidos, 1,000 acres (400 hectáreas)”

En regiones áridas del mundo, tales como México y Extremo Oriente, los complejos hidropónicos combinados con unidades de desalinización están siendo desarrollados para usar agua de mar como fuente de agua de riego; estos complejos están localizados cerca del océano, y las plantaciones se efectúan en la arena de la playa.

En otras partes del mundo menciona Howard que URSS existen grandes invernaderos con cultivos sin tierra, en Moscú y Kiev, mientras que en Armenia se ha establecido, en Erevan, en la región del Cáucaso, un instituto de cultivos hidropónicos. Otros países donde se utiliza son: Australia Nueva Zelanda, Sudáfrica, las islas Bahamas, África central y del Este, Kuwait, Brasil, Polonia, Seychelles, Singapur, Malasia e Irán (Howard, 2006 en Bizuet García, 2014).

Rubén Macías, Raúl L. Grijalva y Fabián Robles (2012) hacen referencia a que la superficie de lechuga cosechada a nivel mundial en el 2010 fue de 1111432 ha con un rendimiento medio de 21,8 t ha⁻¹. En México la superficie cosechada fue de 16645 ha con un rendimiento medio de 20,5 t ha⁻¹(FAOSTAT, 2010), mientras que en Sonora la superficie cosechada fue de 497 ha con un rendimiento de 19,782 t ha⁻¹ (www.oeidrus-sonora.gob.mx, 2010). El consumo per cápita de lechuga en México en el periodo 1994 a 2002, se elevó de 1,8 a 2,5 kg (Bobadilla et al., 2010).

2.3.2 Hidroponía en Latinoamérica

En “Industria Alimentaria, para los procesadores de alimentos latinoamericanos” llamado La agricultura del futuro (2013) donde menciona que en 2010 se puede decir que la hidroponía o cultivo sin suelo ha conseguido estándares comerciales, y algunos alimentos se cultivan de esta manera por diversas razones que tienen que ver con la falta de suelos adecuados como por ejemplo: suelos contaminados por microorganismos que producen enfermedades a las plantas o tierras contaminadas por usar aguas subterráneas que degradaron la calidad del suelo.

Una de las grandes ventajas de este sistema de cultivo es que permite aumentar la densidad de plantación, como explica Javier Aznar de NGS: “Por ejemplo, en el cultivo de la fresa se suelen colocar entre 60.000 o 70.000 plantas por hectárea. En la misma superficie con un sistema de cultivo hidropónico en alta densidad se pueden cultivar hasta 200.000 plantas manteniendo la productividad por planta”. Aplicado a otros cultivos como la lechuga, el cultivo sin suelo puede lograr más ciclos de cultivo al año. También posibilita el uso de la técnica de inter plantación, reduciendo el periodo de parada productiva en cultivos de tomate y otros cultivos hortícolas de ciclo largo como el pepino. Este sistema es una alternativa a las técnicas tradicionales de especial interés para zonas de cultivo intensivo, con escasa disponibilidad de terreno, o en áreas con escasez de agua así como zonas con suelos de baja fertilidad.

En Argentina ya produce cultivos hidropónicos Las primeras lechugas frescas que se han comenzado a comercializar, obtenidas por esta vía bajo invernadero por Aguafertil en Pocito, Argentina, tiene como primer objetivo producir 5.000 plantas por semana. “Cuando los nutrientes minerales de la tierra se

disuelven en agua, las raíces de la planta son capaces de absorberlos. Cuando los nutrientes minerales son introducidos dentro del suministro de agua de la planta, ya no se requiere el suelo para que la planta prospere”. “Nuestro principal objetivo, cuando se originó el emprendimiento, era el de incursionar en la agricultura pero a través de un método que sea innovador. Es por eso que decidimos darle al consumidor esta alternativa bien saludable”, explicó Alejandro Guzmán uno de los socios de Aguafértil, cultivos hidropónicos, junto a Eduardo Manzano y Marcos Guzmán. Explicó que la primera etapa de cultivo se programó para tener semanalmente unas 5.000 lechugas en tamaño comercial. “Pudimos observar que a través de este sistema teníamos en poco espacio más producción, menos consumo de agua y por sobre todas las cosas el producto final, que a diferencia del cultivo tradicional, este desde su cosecha hasta el consumo mismo, se mantiene hidratado, sin sufrir la planta pérdidas de hojas y envejecimiento. En una primera etapa y a modo de experiencia realizaron sus plantines, logrando una excelente planta, pero ello les complicaba un poco y decidieron encargar los plantines, buscando variedades que se adaptaran a este tipo de plantación. La densidad de plantación es de 15 plantas por medio metro cuadrado, a una distancia de plantación de 20 cm de distancia. El tiempo que tardo vegetativamente la lechuga hasta su punto de comercialización fueron 35 días. Las ventajas por este sistema es que se logra productos limpios, libres de pesticidas tóxicos; permite utilizar el 100% del producto; se mantienen frescos por mucho más tiempo; se empaacan con su raíz y son más sanos y sabrosos.

En Estados Unidos las técnicas de hidroponía están en continuo desarrollo pero hay una empresa que realmente ha sido capaz de aunar a técnica, eficiencia y capacidad de producción. Se trata de uno de los mayores invernaderos urbano de producción de alimentos Green City Growers Cooperative, Inc ubicado en Cleveland Ohio, completamente hidropónico, se inauguró oficialmente el 25 de febrero de 2013, posee 15.000 pies cuadrados de espacio de oficina y planta empacadora y actualmente está produciendo lechuga Bibb, lechuga de hoja verde, lechugas gourmet y albahaca. Se enfoca en la producción de hortalizas de hoja, incluyendo diferentes variedades de lechuga mantecosa y batavia, arúgula, berros y otras hierbas culinarias, con la técnica de raíces flotantes en circuito cerrado y ambiente controlado.

La Cooperativa Green City Growers suministra sus productos a un servicio de distribución de alimentos, que a su vez abastece a supermercados, escuelas y restaurantes locales.

El invernadero, que apenas abrió sus puertas el 25 de febrero de este año, ya ha recibido atención de la prensa nacional e internacional por sus esfuerzos tanto en tecnología de producción, como en el apoyo a la comunidad en la que contrata a residentes locales con dificultades de acceso a puestos de trabajo.

Green City Growers ha sacado provecho del movimiento actual en Estados Unidos de “hiperlocal” y fresco en el sentido de que pueden responder a la demanda del consumidor de alimentos que hayan sido producidos cerca, sean frescos y tengan abundantes nutrientes. Se estima que esta operación con ciclo de producción continuo durante todo el año, va a producir más de 3 millones de cabezas de lechuga y hierbas culinarias en el 2013. Esta empresa es sólo uno de los ejemplos que demuestra que la hidroponía es uno de los futuros de la agricultura moderna. (Anonimo, 2013)

2.3.3 Hidropónica en México

En la actualidad se encuentran en el país poco más de 1500 huertos hidropónicos, de los cuales, alrededor de la tercera parte se encuentran en estado de México mientras que el resto se encuentran diseminados por todo el país (Samperio, 2012 en Bizuet García, 2014).

La hidroponía ha sido utilizada en forma comercial desde 1950, se ha adaptado a diferentes situaciones, tanto con cultivos al aire libre como bajo en condiciones de invernaderos. Este sistema de producción se usa en México, aun que requiere mayor difusión. Se están realizando proyectos por medio de SAGARPA y SEDAGRO, por ejemplo la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México, cultivan legumbres en invernaderos hidropónicos; estos espacios agrícolas emplean técnicas de cultivo en tierra inactiva y por medio goteo, en la que se añaden soluciones de nutrientes disueltos en agua que ayudan en el desarrollo de las plantas (Sánchez, 2008 en Bizuet García, 2014).

De las empresas de invernaderos hidropónicos de carácter comercial en México:

- Maya S.A. de C.V ; que cuenta con una superficie total de 100 hectáreas de propiedad privada, consta de 8 invernaderos de tecnología Holandesa, con una superficie de 5.2 hectáreas cada uno, un semillero de 8,000 m², dos módulos de servicios para el monitoreo, control y automatización de los sistemas, una nave de empaque y un almacén general de 4,550 m² cada una, 16 tanques para almacenamiento de agua con capacidad de 2 millones de litros para fertirrigación, vialidades, rampas de embarque, cámaras frigoríficas con capacidad de 800 tarimas, es decir, 400 toneladas que equivalen a 30 contenedores; además de oficinas e instalaciones de servicio (SAGARPA, 2009 en Bizuet García, 2014)

- AGROS S.A. de C.V.; Es una de la primeras compañías en invertir en invernaderos de Cristal, no solo tienen un sistema de monitoreo hidropónico si no también tienen su sistema controlado de temperatura y humedad. Fue la primera empresa en cumplir los estándares de HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), en la actualidad es una de las empresas más reconocidas de invernaderos hidropónicos de alta tecnología, se encuentra situada en el estado de Querétaro en el municipio de Colón, cuenta “13 hectáreas de invernaderos de alta tecnología dedicadas a la producción de tomate (*Lycopersicum esculentum*), produciendo principalmente Tomate Bola (beef stake tomato) y tomate en Racimo (TOV)” (Agros, 2013 en Bizuet García, 2014). Produce un amplio rango de variedades de tomate al combinar semillas de primera, expertos del tomate, un amplio y minucioso cuidado y lo último en el arte de la tecnología holandesa.
- Produciendo una capacidad de hasta 220 toneladas semanales.

La dirección General Adjunta de Fomento y Promoción de Negocios (2008), estudia el sector de hortalizas en el país a partir del análisis de la oferta y la demanda de estas, además de los elementos necesarios sobre condiciones y riesgo que deben considerarse en la operación del sector, expresando un diagnóstico detallado con el cual se desarrollaran esquemas de financiamiento adecuados características y necesidades de la actividad, así como la identificación de las principales problemáticas y necesidades de la actividad.

Dentro de la demanda de hortalizas menciona que México se encuentra entre los principales productores y exportaciones de hortalizas en el mundo, ya que tiene una riqueza de clima y ecosistemas que permiten la adecuada producción de las mismas. Considerando las hortalizas que se producen más son alrededor de 70 variedades de hortalizas que se clasifican en 87 grupos diferentes, entre los que se destacan (Tabla 2.6).

Tabla 2.6 Clasificación de hortalizas

| Clasificación de hortalizas | |
|-----------------------------|--|
| Semillas-granos | Chicharo, haba, arveja, vainita, elote, ejote |
| Frutos | Tomates, chiles de todas variedades, berenjena. Pimiento, sandía, melón, chayote. |
| Coles | Repollo, brécol, coles de Bruselas |
| Bulbos | Ajo, cebolla, puerro, poro, chalota, etc. |
| Hojas | Col de Bruselas, col china, repollo, brécol, espinaca, acelga, lechuga, nabo, berro, pápalo, quelite, etc. |
| Tallos tiernos | Achícora, borraja, cardo, endibias, escarola, espárrago, apio, esparrago |
| Pepónidas | Calabacín, calabaza, pepino, chilacayote |
| Raíces | Zanahoria, rábano, remolacha, de mesa, betabel, papas, papanabo. |
| Flores comestibles | Alcachofa, flor de calabaza, brócoli, coliflor |

Fuente: La producción de Hortalizas en México, Dirección General Adjunta de Fomento y Promoción de Negocios, Dirección Ejecutiva de Diseño de Programas y Producción, Financiera Rural, Mayo 2008, 4

Aunque estas hortalizas son las de mayor valor comercial, no necesariamente son las más extensivamente sembradas o bien las de mayor rendimiento. Como se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Tabla de principales indicadores del cultivo de hortalizas

| México: Principales indicadores del cultivo de hortalizas, 2004-2006 | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------|----------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------|--------------|
| Hortalizas | Valor de la producción (mdp*) | | | Volumen (miles ton) | | | Superficie sembrada (Ha.) | | | Rendimiento (Ton./Ha.) | | |
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2004 | 2005 | 2006 | 2004 | 2005 | 2006 | 2004 | 2005 | 2006 |
| Total | 40,308.7 | 35,180.8 | 36,581.7 | 9,912.5 | 9,760.3 | 9,913.7 | 598,829.9 | 591,694.3 | 597,694.3 | 16.60 | 16.50 | 16.60 |
| Tomate Rojo | 14,374.7 | 9,914.3 | 12,314.4 | 2,314.6 | 2,246.2 | 2,093.4 | 75,605.3 | 74,354.6 | 66,509.4 | 32.4 | 31.6 | 32.7 |
| Chile Verde | 11,021.2 | 9,852.0 | 8,047.1 | 1,864.9 | 2,023.4 | 2,054.6 | 146,758.5 | 162,837.4 | 158,743.2 | 13.4 | 13.4 | 13.5 |
| Cebolla | 3,536.6 | 3,804.5 | 3,584.8 | 1,341.8 | 1,230.9 | 1,238.2 | 52,261.4 | 46,952.4 | 46,846.2 | 26.1 | 26.5 | 27.1 |
| Tomate Verde | 2,506.1 | 2,415.1 | 2,859.0 | 722.6 | 553.9 | 805.7 | 60,518.4 | 48,626.7 | 64,533.6 | 13.5 | 11.6 | 12.9 |
| Calabacita | 1,651.3 | 1,401.3 | 1,521.3 | 463.3 | 425.3 | 429.8 | 29,715.0 | 29,665.8 | 32,971.7 | 16.5 | 14.6 | 13.8 |
| Pepino | 1,367.1 | 1,244.5 | 1,383.3 | 518.4 | 475.4 | 496.0 | 19,740.8 | 18,209.3 | 17,863.6 | 26.5 | 26.4 | 28.0 |
| Elote | 758.9 | 875.0 | 963.2 | 589.6 | 627.3 | 648.2 | 69,237.4 | 72,294.1 | 68,576.5 | 9.8 | 8.9 | 9.5 |
| Brocoli | 917.4 | 957.1 | 881.6 | 289.3 | 290.0 | 247.8 | 22,909.0 | 21,954.90 | 19,466.80 | 12.8 | 13.3 | 13.1 |
| Ejote | 405.4 | 503.1 | 603.8 | 110.2 | 97.5 | 99.3 | 10,857.4 | 10,595.1 | 10,435.1 | 10.5 | 9.5 | 9.9 |
| Zanahoria | 507.2 | 602.7 | 576.5 | 385.5 | 370.8 | 358.9 | 15,368.2 | 14,091.6 | 14,222.6 | 25.5 | 26.4 | 25.5 |
| Lechuga | 461.6 | 536.0 | 497.4 | 247.4 | 274.5 | 274.0 | 13,020.1 | 13,268.7 | 13,189.5 | 20.0 | 21.3 | 21.2 |
| Jicama | 289.1 | 370.5 | 431.5 | 169.0 | 185.2 | 190.9 | 6,445.6 | 6,999.1 | 6,680.2 | 26.3 | 27.7 | 30.2 |
| Ajo | 343.5 | 294.9 | 366.6 | 48.0 | 46.3 | 43.7 | 4,895.5 | 4,895.5 | 5,117.4 | 8.6 | 9.5 | 8.6 |
| Chicharo | 271.3 | 263.0 | 351.6 | 54.1 | 53.5 | 64.8 | 11,310.8 | 11,310.8 | 13,584.3 | 4.8 | 4.7 | 4.8 |
| Col (repollo) | 233.9 | 300.7 | 290.9 | 196.2 | 221.3 | 204.3 | 6,320.3 | 6,320.3 | 6,160.3 | 33.4 | 35.4 | 33.6 |

Fuente: SIACON (1990-2006)
 Nota:*/Millones de pesos
 /n.a. no aplica

Fuente: La producción de Hortalizas en México, Dirección General Adjunta de Fomento y Promoción de Negocios, Dirección Ejecutiva de Diseño de Programas y Producción, Financiera Rural, Mayo 2008, 5

Como los agricultores son altamente sensibles a las señales del mercado, reemplazan los cultivos con bajo valor de mercado por aquellos con un valor mayor. Observando que la lechuga es una de estas hortalizas que no tiene este valor en el mercado, con este dato se prevé que los productores prefieren cultivar hortalizas que aseguran sus ganancias, con los métodos hidropónicos se podría producir en mayor cantidad con una extensión territorial reducida, apoyando a la producción masiva de estas hortalizas con mayor calidad, reduciendo la siniestralidad en la producción de la lechuga.

2.3.4 Hidroponía en Tlaxcala

Lyneida Melendez editora en línea del Grupo horticultura hace referencia a que el clima del estado de Tlaxcala que se encuentra en el altiplano mexicano, ocupa una pequeña región caracterizada por su clima, en ocasiones extremos, depende mayormente de la agricultura y del turismo, como la producción de maíz y granos principalmente, resalta Hydro Greenhouse, la única empresa productora de lechugas hidropónicas en la región, fruto de la visión de tres empresarios provenientes de industrias privadas que decidieron adentrarse en el mercado de producción protegida de hortalizas.

Sin embargo, en una industria que ha visto fracasar hasta el 50% de sus invernaderos debido a la falta de apoyo y conocimiento de manejo, la consecución de esta meta costó tiempo y trabajo, según afirman los propietarios de Hydro Greenhouse.

2.3.4.1 Lechuga hidropónica en Tlaxcala

Uno de los motivos por los cuales tantos negocios de invernadero se han ido a la quiebra es que muchos productores hayan decidido invertir en tecnologías, que tal vez su área de producción no amerite, o cuyas estructuras sean inadecuadas para la ubicación.

Por el contrario, los productores de Hydro Greenhouse, no sólo han optado por adentrarse en el mercado de manera sencilla y eficiente, sino haciendo ajustes de producción que toman en consideración la geografía y el clima de Tlaxcala.

“Nos hemos estudiado las condiciones de clima de Tlaxcala porque en ciertas épocas del año tiene climas extremos. A veces hace mucho frío, o llueve demasiado; y cuando hace calor, es tremendamente caluroso. Aquí hemos tenido que hacer adecuaciones a los invernaderos para controlar mejor el clima interno,” afirma Mora.

Entre las ingeniosas adaptaciones implementadas por estos emprendedores destaca la introducción de algún tipo de piedra en el interior del invernadero que les ayude un poco a absorber el calor durante el día, y lo libere por la noche, lo cual les permite cierto control de la temperatura. Otras estrategias son la instalación de focos infrarrojos para mantener la temperatura adecuada para las plántulas durante el proceso de germinación, así como la construcción de desagües para no saturar de humedad los invernaderos en época de lluvias.

Estas estrategias de producción, sin duda están dando resultado. De acuerdo a Mora, durante el año 2012, Hydro Greenhouse pudo vender una producción saludable de lechugas que sobrevivió tres episodios de heladas, mientras que la mayoría de los productores de lechuga de la zona perdieron su producto.

Para todos aquellos que muestran reticencia a colaborar con el gobierno federal para impulsar sus proyectos, sirva Hydro Greenhouse como ejemplo positivo de que sí puede funcionar. Lo que comenzó como un proyecto personal, se convirtió en realidad, gracias en parte al apoyo de Sagarpa, siendo Hydro Greenhouse una de las empresas que está abarcando una parte del mercado en cuestión de lechuga hidropónica, vendiendo a grupos comerciales como Walmart. (Meléndez, 2014). Aunque en realidad cualquier persona que quiera capacitarse y apoyarse en técnicos respecto a la hidroponía puede aspirar a crear una empresa de producción agropecuaria, solo teniendo una pequeña extensión de tierra, o buscando una ubicación adecuada teniendo la cercanía de insumos y clientes, con un diseño y distribución adecuada para la minimización de costos, es algo complicado para los agricultores, cuando se pone a la práctica, la inspección de las actividades y algunos de los factores como la temperatura, plagas , etc... son difíciles de controlar si un plan establecido.

Pilar Alberti Manzanares en el ensayo Género, ritual y desarrollo sostenido en comunidades rurales de Tlaxcala (2004) toma como pilar, el agua, volviéndose el común denominador de la vida social, económica y cultural en Tlaxcala, su estudio y análisis siempre será necesario para atender las necesidades vitales de la sociedad tlaxcalteca, cualquier aporte en este sentido será provechoso para el futuro, sirve para incrementar la producción, conservar el entorno y, sobre todo, mejorar las condiciones de vida de la población.

Teniendo en cuenta la importancia del agua, es donde se encuentra la justificación y aceptación de los cultivos hidropónicos, como en la población Santa María Nativitas donde ya se realizó una Evaluación productiva y económica del sistema hidropónico en invernaderos rústicos, concluyendo que la hidroponía

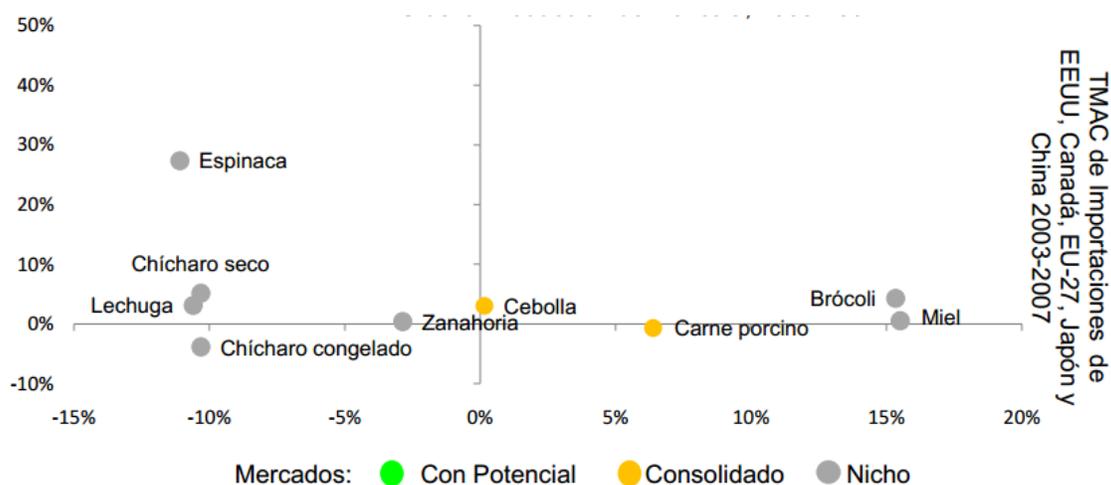
en invernaderos rústicos es una alternativa de producción viable con perspectivas comerciales para mejorar el ingreso familiar de los campesinos, la relación beneficio costo por metro cuadrado, considerando tanto los costos de inversión como solamente los costos de producción, fue positiva, la recuperación de la inversión es factible desde la primera producción en el invernadero de mayor eficiencia económica, hasta después de la quinta producción en el de menor eficiencia, el sistema hidropónico fue altamente aceptado entre los productores participantes, ya que de los 10 que iniciaron en el año 2000 ocho continuaron hasta el 2002 con un promedio de cinco producciones en ese tiempo. (Peñaloza, Jiménez Sánchez, Ramírez Ververde, Ramírez Juárez, & Escalante Rebolledo, 2003)

De acuerdo a un estudio de mercado para Tlaxcala que realizó Sagarpa en 2009 los alimentos que se podría promover para exportaciones se muestran en la figura 2.13, la gráfica En esta gráfica se analiza la dinámica de la producción estatal en relación con la variación en la demanda internacional de los productos de interés. Las variables de análisis son la tasa media anual de crecimiento (TMAC) de la producción respecto a la TMAC de las importaciones, en el periodo 2003 a 2007.

Los productos son clasificados de acuerdo a su posición nacional en las siguientes categorías:

- Productos con potencial, los que representan una mayor oportunidad de crecimiento de ventas en el extranjero.
- Productos consolidados, los que de acuerdo a su producción y ventas son significativos y tienen un mercado establecido, y finalmente
- Productos con nicho, los que presentan crecimiento en producción y/o ventas, pero su valor de venta es pequeño comparado con el resto de los productos.

Figura 2.13 TMAC de la producción en Tlaxcala



Fuente: SAGARPA, Oportunidades de Mercado para Tlaxcala 2009

Considerado un nicho de mercado la producción de lechuga puede ser una oportunidad para productores agrícolas del estado, ya que no solo se consideraría que las comidas sanas están tomando auge por cuestiones de salud pública sino también por la demanda que se tiene en el extranjero, ya que la lechuga está considerada entre los productos de mayor importancia en el mercado internacional en el año 2007, teniendo un tamaño del mercado por 917 millones de dólares, exportando solo el total de 18 millones de dólares, incluyendo a México con una participación del 1.99% de este (SAGARPA, 2009), con datos podemos observar que se está desaprovechando una oportunidad de mercado, que se podrían considerar implementado sistemas hidropónicos.

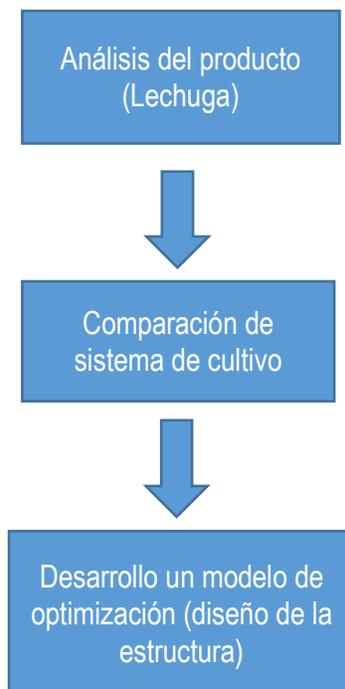
Capítulo III. Metodología de la investigación

La metodología de la investigación es el camino procedente y sistemático que considera criterios y procedimientos generales que conducen a la búsqueda del conocimiento y guía el trabajo de investigación científica para alcanzar un objetivo, la metodología presentada para esta investigación tiene como objetivo estudiar algunos sistemas hidropónicos más relevantes y en especial el cultivo de la lechuga, para desarrollar una estructura que incremente la densidad por metro cuadrado.

3.1. Tipo de investigación.

La metodología es del tipo descriptiva y comparativa se basa en la distribución óptima dentro de una cubierta para la producción hidropónica de la lechuga, considerando que se parte desde el diseño de la estructura para el incremento de la producción por metro cuadrado y el costo de inversión de un invernadero que no generen un gran gasto a la economía familiar, el figura 3.1 muestra el diseño de la metodología a seguir en la investigación.

Figura 3.1 Metodología para la optimización de distribución en planta de la producción hidropónica de la lechuga



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar como primera etapa de investigación el análisis del producto, donde se describe que tipos de lechugas son aptas para el cultivo hidropónico, tabla nutricional y soluciones nutritivas que requiere para su desarrollo, en el segundo paso se comparan los sistemas de cultivo en cuanto a la descripción del proceso, la estructura y el costo, por último se muestran imágenes del modelo estructural del sistema de raíz flotante en tubo de PVC, donde se pretende demostrar que se logró mayor cantidad de plantas por metro cuadrado.

3.2 Análisis del producto

Lechuga, *Lactuca sativa* L. La lechuga pertenece a la familia Asteraceae o Compuestas, y es originaria del Asia menor. Es la planta más importante dentro de las hortalizas de hoja, con el fin de consumo, siendo ampliamente conocida en todo el mundo. Las variedades de lechuga Capitata “Butterhead” o “Mantecosas” son las más cultivadas en sistemas hidropónicos, porque son precoces, lo que permite obtener varias cosechas al año y de gran calidad culinaria (GIACONI y ESCAFF, 1999) en (Córdova Wolff, 2005)

La lechuga se desarrolla bien en climas templados frescos, con temperaturas promedio mensuales comprendidas entre 13° y 18° C, con un rango que puede oscilar entre 7° y 24° C, variación que permite su cultivo durante todo el año, utilizando las variedades adecuadas. (Goites, 2008). El 99.2% de la superficie del estado presenta clima templado subhúmedo, el 0.6% presenta clima seco y semiseco, localizado hacia la región este, el restante 0.2% presenta clima frío, localizado en la cumbre de La Malinche. La temperatura media anual es de 14°C, la temperatura máxima promedio es alrededor de 25°C y se presenta en los meses de abril y mayo, la temperatura mínima promedio es de 1.5°C en el mes de enero. En el estado de Tlaxcala la agricultura que se practica en su mayoría es de temporal y el clima templado subhúmedo de la región favorece el desarrollo de diversos cultivos como: maíz, haba, frijol, lechuga, espinaca, amaranto, alfalfa, ajo, cebolla y col, entre otros. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2012)

La temperatura alta, principalmente aquella que supera los 30° C, es el factor más importante que gravita negativamente en la germinación y el posterior desarrollo del cultivo, condicionando el crecimiento. La distancia entre plantas luego del raleo es de 15 a 20 cm. (Goites, 2008)

Los nutrimentos, para cuestiones prácticas de los usuarios del sistema para el cultivo de lechuga, se utilizaran mezclas específicas estándares para este producto, y así se evita la manipulación errónea de químicos, las propuestas son las siguientes:

Según la FAO en el Curso Audiovisual “La Huerta Hidropónica Audiovisual” se aplican dos soluciones concentradas probadas con éxito en varios países de América Latina y el Caribe en más de 30 especies de hortalizas, plantas ornamentales y plantas medicinales:

- La Solución concentrada A (Tabla 3.1) que aporta a las plantas los elementos nutritivos que ellas consumen en mayores proporciones.
- La Solución concentrada B (Tabla 3.2) que aporta, los elementos que son requeridos en menores proporciones, pero esenciales para que la planta pueda desarrollar normalmente los procesos fisiológicos que harán que llegue a crecer bien y a producir abundantes cosechas.

Las mezclas que se consideraran para el cultivo de lechuga son las siguientes:

- **Solución concentrada A:** Cantidad calculada para 10 litros de agua

Tabla 3.1 Solución concentrada A

| | |
|--------------------------------|-------------|
| Fosfato mono amónico (12-60-0) | 340 gramos |
| Nitrato de Calcio | 2080 gramos |
| Nitrato de Potasio | 1100 gramos |

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en el Curso Audiovisual “La Huerta Hidropónica Audiovisual”

- **Solución concentrada B:** Elementos necesarios para preparar 4 litros

Tabla 3.2 Solución concentrada B

| | |
|----------------------|-------------|
| Sulfato de Magnesio | 492 gramos |
| Sulfato de Cobre | 0,48 gramos |
| Sulfato de Manganeso | 2,48 gramos |
| Sulfato de Zinc | 1,20 gramos |
| Ácido Bórico | 6,20 gramos |
| Molibdato de Amonio | 0,02 gramos |
| Quelato de Hierro | 50 gramos |

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en el Curso Audiovisual “La Huerta Hidropónica Audiovisual”

La aplicación en el sistema de raíz flotante es de 5 centímetros cúbicos (c.c.) de solución A y 2 c.c. de solución B por cada litro de agua, que para el caso de cada tubo del sistema de raíz flotante en tubo de PVC se aplicaran de acuerdo al volumen, calculado de la siguiente forma:

$$(\pi * r^2) * \text{ largo del tubo}$$

$$(\pi * (.075m)^2) * 6m$$

$$(\pi * 0.005625m^2) * 6m$$

$$(0.0176m^2) * 6m$$

$$0.1060m^3$$

Que multiplicado por 1000 se convierten en 106 litros de agua por tubo, por lo cual se necesitan 530 c.c. de solución A y 212 c.c de solución B por cada tubo de PVC.

Según FATSECRET México 1 cabeza de lechuga mediana de aproximadamente de 15 cm de diámetro contiene los hechos nutrimentales mostrados en la tabla 3.3:

Tabla 3.3 Tabla nutrimental de la ingesta de la lechuga

| Hechos nutrimentales | Por una cabeza mediana (de 15 cm de diámetro) |
|-----------------------|---|
| Energía | 75 kcal |
| Proteínas | 4.85 g |
| Carbohidratos | 16.06 g |
| Fibra | 6.5 g |
| Azúcar | 9.49 g |
| Grasa | 0.75 g |
| Grasa saturada | 0.097 g |
| Grasa poliinsaturada | 0.399 g |
| Grasa mono-insaturada | 0.032 g |
| Colesterol | 0 mg |
| Sodio | 54 mg |
| Potasio | 760 mg |

Fuente: <http://www.fatsecret.com.mx>

Con lo anterior el beneficio para la tener un huerto familiar se refleja en la ingesta de la lechuga por familia, esto es que se consumen 2 piezas de lechuga quincenalmente, en un mes son 4 piezas (Secretaria de Desarrollo Rural, Direccion General de Apoyos para el Desarrollo Rural), para una familia de 4 personas que es el promedio calculado por INEGI, el cultivo hidropónico es un cultivo fácil de manejar y puede ser considerado un cultivo de prueba en el sistema de raíz flotante en tubo de PVC, puede ayudar en cubrir por lo menos el 4% de la ingesta diaria recomendada y contribuir al gasto familiar al vender el cultivo restante en mercados locales.

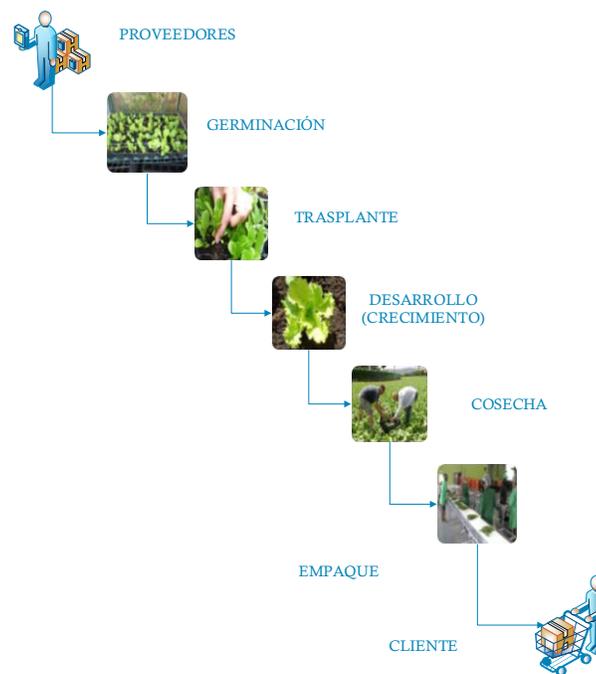
3.3 Comparación de sistemas hidropónicos

Dentro de la comparación de dos tipos de estructura del sistema hidropónico de raíz flotante dentro de la cual se tomará en cuenta el ciclo de producción de la lechuga en estos sistemas hidropónicos como propuesta para la implementación de la nueva estructura, los sistemas son adaptables y se consideraran para huertos familiares, los cuales se tienen en casas o extensiones de terreno pequeñas, queriendo lograr con esto, dar una representación de cómo aprovechar pequeños espacios al máximo en cuestión de cultivos.

3.3.1 Proceso general

El proceso de producción de la lechuga consiste en las etapas mostradas en la figura 3.2

Figura 3.2 Proceso de la producción e la lechuga hidropónica



Fuente: Elaboración propia.

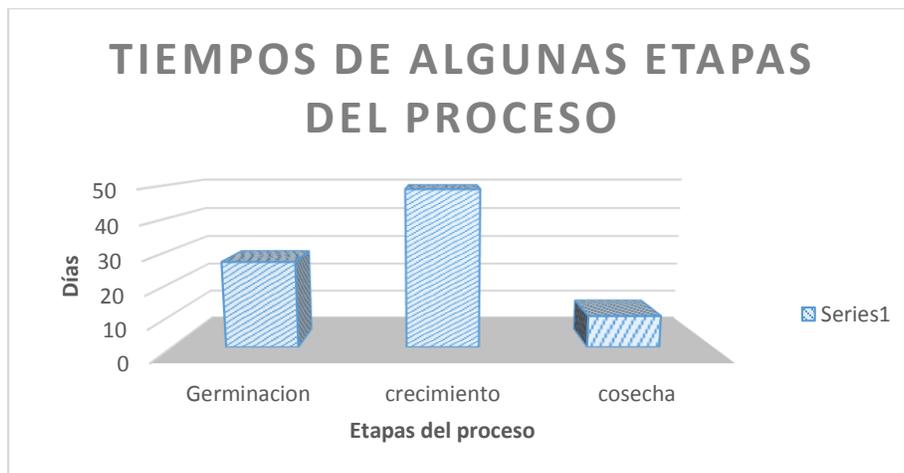
Dentro de estas actividades que se identifican como propias dentro de una cubierta plástica son las siguientes:

- Chequeo de mangueras de abastecimiento de solución nutritiva y nivel de solución en los tubos.
- Abrir las cortinas de ventilación.
- Desinfección de semilleros tubos de PVC y herramientas utilizadas.

- Chequeo de bomba de aire para la aeración de la solución y mangueras que llevan el aire a la solución.

Dentro de las etapas del proceso presentadas en el figura 3.3, donde se observa que la etapa de más duración es la de crecimiento la cual tiene una duración de 49 días, la etapa de germinación tiene una duración de 27 días y la cosecha de 10 días, dentro de las cuales la etapa de crecimiento o desarrollo es donde las lechugas pueden ser más afectadas por la temperatura del invernadero, que se regula abriendo las cortinas del invernadero en las horas más calurosas del día, también previniendo enfermedades con el deshierbe de los surcos que podrían albergar plagas y enfermedades, además de mantener los tubos con un nivel ideal de la solución nutritiva de para humedecer las raíces y no le falten nutrimentos.

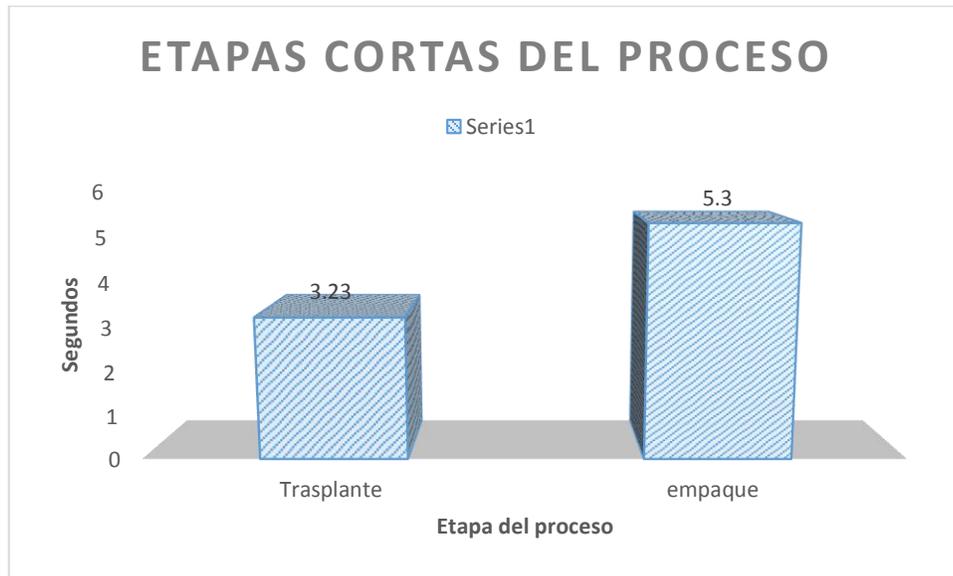
Figura 3.3 Etapas de proceso largas considerados dentro de la producción de lechuga



Fuente: Elaboración propia con base en el Cronograma del cultivo hidropónica de lechuga de corte (Francesa) de Jaques Hernández, 2005.

Dentro del proceso de pueden observar actividades necesarias como el trasplante, que consiste en colocar las plántulas en contenedores de plástico para después colocarlas en las cavidades de los tubos procurando que las raíces estén cubiertas de solución nutritiva, y el empaque que se realiza inmediatamente después de la cosecha para el traslado inmediato de la producción obtenida y con esto garantizar que el producto no pierda sus propiedades en el transcurso de la distribución (figura 3.4).

Figura 3.4 Etapas consideradas cortas dentro del proceso



Fuente: Elaboración propia.

Las etapas del proceso anteriormente descritos son los mismos tanto para el sistema de raíz flotante en camas como en tubos de PVC, se refiere al tiempo de ciclo de cultivo que es propiamente de la lechuga, para fines de comparación se describirá cada proceso de la construcción de la estructura, pero solo en la etapa de crecimientos y desarrollo, que es dentro del invernadero o cubierta, para el objetivo de la investigación.

3.3.2 Proceso de construcción de estructura de sistema de raíz flotante en camas de agua

El proceso de construcción de la estructura que se describe a continuación se estudió en el manual técnico "La huerta hidropónica" donde describe paso a paso el proceso del cultivo después de que la planta ya semilla esta germinada y tiene entre 20y 40 días ya germinada, el procedimiento comienza cuando se corta una lámina de "Plumavit" de 2 ½ centímetros (una pulgada) de espesor, con un largo y ancho dos centímetros menor que el largo y ancho del contenedor. Marcamos las distancias a las que vamos a colocar las plantas, señalando con puntos gruesos el lugar donde irá cada planta. En el caso de las lechugas se utilizan láminas con dos distancias diferentes (densidad de plantación):

- 9 por 9 centímetros entre cada una, con disposición en forma de triángulo (cabem más plantas por metro cuadrado que si las marcáramos en forma de cuadro). Estas distancias se utilizan para la etapa que se denomina post-almácigo, que tiene una duración aproximada de 15 a 20 días.

- 17 por 17 centímetros entre plantas. Estas son las distancias que se utilizan para el cultivo definitivo, que dura entre 25 y 35 días dependiendo de la temperatura, la luminosidad y la variedad de lechuga cultivada.

Para no tener que estar calculando y midiendo cada vez que deseamos hacer una nueva lámina para cultivo, se puede hacer una plantilla guía en papel o cartón, que se guarda para utilizarla cuando sea necesario perforar una nueva lámina.

Para perforar los hoyos en la lámina se aplica en cada punto señalado un pedazo de tubo redondo o cuadrado de una pulgada (dos y medio centímetros) de diámetro y 20 cm de largo, previamente calentado en uno de sus extremos, el cual sacará un bocado del material dejando un orificio casi perfecto. Esto nos permitirá tener 126 hoyos por metro cuadrado en la distancia de 9 x 9 y 31 hoyos en la de 17 x 17. La lámina perforada se coloca dentro del contenedor y debe quedar con la posibilidad de un pequeño movimiento (no excesivo para que no penetre luz al líquido, que ocasionaría el crecimiento de algas y una mayor evaporación de agua dentro del contenedor).

Cortamos una pieza de esponja plástica, que debe tener 2 ½ centímetros de espesor, en cubitos de 3 x 3 centímetros de largo y de ancho, previamente marcados formando una cuadrícula. En cada uno se hace un corte vertical atravesando de arriba a abajo la esponja. En ese corte es donde se trasplantará la planta que viene del almácigo. Se humedecen los cubitos previamente con solución nutritiva. Al momento del trasplante, procedemos a sacar las plantitas desde los almácigos y a lavarles la raíz para que no les quede nada de sustrato (sin tocarla ni maltratarla) e inmediatamente la colocamos en el corte que se hizo sobre el cubito de esponja, dejando el cuello de la planta exactamente un centímetro por debajo de la superficie del cubito. Después introducimos con mucho cuidado los cubitos con las plantas en cada uno de los hoyos abiertos en la plancha de "Plumavit", extremando los cuidados para que la raíz quede vertical y sumergida en el líquido.

3.3.2.1 Descripción

Las características con las que deben de contar las camas para el cultivo en cuanto a medidas recomendadas para una cubierta de 50 m² ver tabla 3.4:

Tabla 3.4 Dimensiones de camas para cultivo hidropónico

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Largo | 6.00 metros |
| Ancho | 1.20 metros |
| Profundidad | 0.12 – 0.15 metros |
| Separación del suelo a la cama | 1.00 metros |
| Pasillos laterales | 1.00 metros |
| Pasillos entre camas | 0.50 metros |

Fuente: Manual técnico "La huerta hidropónica" 2003

1. Después de calcular y medir las dimensiones que se indican en la tabla 3.1.4, cortamos las tablas en forma muy pareja, obteniendo las dos tablas de 6 m que conforman el largo, o se pueden unir tablas de reúso y las dos de 1,20 m del ancho del contenedor (este ancho nos permite trabajar cómodamente alrededor del contenedor).
2. Clavando estas cuatro tablas obtenemos el marco del contenedor. El ancho de 12 cm de las tablas nos da la altura ideal.
3. Las tablas de 1,30 m se clavan atravesadas a lo ancho en la parte que irá hacia abajo, colocando primero las de los dos extremos, que deben ir perfectamente alineadas por todos los lados con las del marco. Las demás se clavan dejando una separación de 3-4 cm entre una y otra, con lo que queda terminada la caja, cuya altura no debe ser superior a 12 cm. Al clavar las tablas, hay que tener la precaución de que éstas queden bien emparejadas en las esquinas y bordes, para que no haya salientes que pudieran romper el plástico, ya que esto afectaría la impermeabilidad de la cama, ocasionaría desperdicio de agua y nutrientes, y disminuiría la duración.
4. Después de terminada la caja, clavamos las seis patas en los cuatro extremos y en el centro de cada lado; deben colocarse en la parte externa de la cama, nunca en su parte interior, pues allí dificultan la colocación del plástico, disminuyen el área útil y hacen más difícil las labores de manejo. La función de las patas es hacer que la base de la cama quede separada del suelo, permitiendo una buena circulación de aire. De este modo ayuda a que no se produzca humedecimiento del área próxima al cultivo y se disminuye el riesgo de enfermedades y la aparición de algunos insectos que se establecen debajo de ella sin ser

detectados. Veinte (20) centímetros de separación entre la base de la cama y el suelo son suficientes, pero del punto de vista de la comodidad de quien trabaja en la HHP y de la prevención de daños por niños o animales, la altura ideal de las patas es un metro, pero se debe considerar que esto conlleva mayores gastos en madera.

5. El cálculo de las dimensiones para cortar el plástico se hace de la siguiente manera: el largo total del contenedor deberá ser de más de tres (3) veces su altura. Tomando como ejemplo las dimensiones que ya hemos dado, tenemos dos (2) metros más $12 \times 3 = 36$ centímetros, lo que nos da un total de dos metros con treinta y seis centímetros. Esto es lo que debemos cortar para el largo. Para el ancho medimos la dimensión que tiene, que es de 1,20 metros más tres veces la altura (12 cm) lo que nos da un total de un metro con cincuenta y seis centímetros.
6. Ahora procedemos a colocarlo en el contenedor con mucho cuidado, para no romperlo ni perforarlo con las astillas de la madera, clavos salientes o las uñas. En las esquinas, el plástico debe quedar bien en contacto con el marco y con la base. El plástico debe engramparse a los costados exteriores del marco del contenedor.
7. Todo recipiente deberá tener un orificio de drenaje, por el cual podrán escurrir el agua o sales nutritivas. En los contenedores, este drenaje debe estar ubicado en la mitad de uno de los extremos. A una altura de 1,5 cm haga un orificio de 7 mm, por donde se pasará un trocito de manguera de la misma dimensión, preferentemente de color negro. Esta manguerita debe tener 10 cm de largo y tiene que quedar conectada en forma hermética por dentro del plástico en una longitud no mayor de 1,5 cm.
8. La manguera se sellará con calor para que quede bien hermética.
9. Luego se comienza a colocar el sustrato justamente en el punto del drenaje y desde ese extremo hacia el resto del contenedor, lo que evitará cualquier movimiento del plástico y que la manguera se despegue. El contenedor se coloca sobre el terreno, dejando un pequeño desnivel hacia el punto de drenaje, que puede ser de 0,5 a 1 por ciento (equivalente a 0,5 - 1 cm de desnivel por cada metro de longitud que tenga el contenedor). Si el contenedor va a ser utilizado para cultivar lechugas en el sistema de raíz flotante (que se explicará más adelante) no debe perforarse el drenaje, ya que se necesita conservarlo en agua con los nutrientes por varias semanas.

En aquellos casos en que el espacio permita colocar varias unidades de producción (contenedores) hay que tener en cuenta la ubicación de los mismos, dejando un pasillo de cincuenta (50) centímetros para poder circular a su alrededor con facilidad, la cual se modificara a 60 centímetros para el aprovechamiento del espacio dentro de la cubierta. Un contenedor de este tipo, bien construido e impermeabilizado correctamente, puede durar más de cuatro años en uso constante, sin que haya que hacerle reparaciones ni sustituciones de ninguna de sus partes. La distribución de las camas de agua permite que en los costados tengan 1 metro de distancia para pasillo para tránsito de las personas encargadas del manejo del cultivo, en el diagrama 3.1, se muestra el proceso de construcción y la forma de cultivos de la lechuga, los tiempos no fueron tomas ya que el invernadero no está en funcionamiento formal.

Diagrama 3.1 Operaciones de la construcción de sistema en camas



Fuente: Elaboración propia

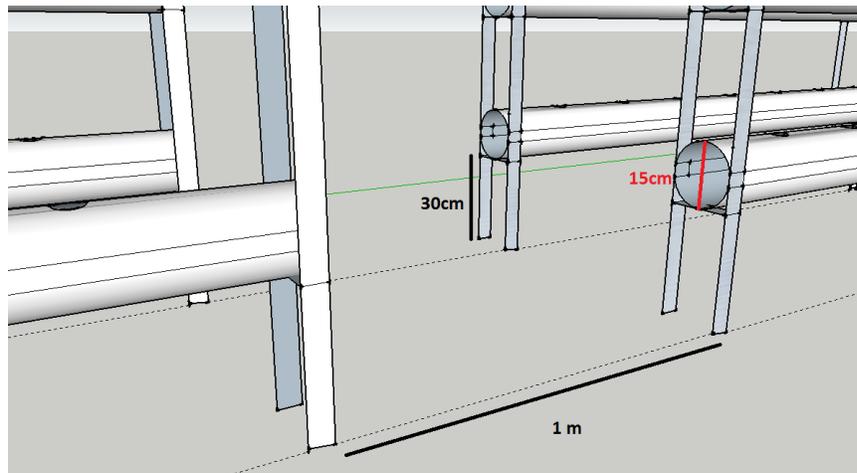
3.3.3 Proceso de construcción de estructura de sistema de raíz flotante en tubo de PVC

En la construcción del sistema de raíz flotante en tubo de PVC tiene prácticamente el mismo proceso, con la diferencia de que si se siguen el procedimiento planteado se tiene que en el sistema de raíz flotante tradicional se tendrían en la primera cama de post – almacigo (plántula germinada) 864 plantas de las cuales se tendrían que trasplantar a su vez en casi 4 camas con una distancia de entre plantas de 17 centímetros con capacidad para 223 plantas para el término de su desarrollo, lo cual implica más extensión territorial, los 50 m² considerados para la investigación no serían suficientes para las camas que se tendrían que utilizar, el plantar directamente en la estructura quita un trasplante, normalmente primero se trasplanta a una cama que tiene orificios a 9 centímetros de distancia donde empieza su desarrollo después de 15 o 20 días de trasplanta a una cama donde termina su desarrollo, con el modelo en tubo de PVC se pretende omitir ese paso, ya que la plántula se plantara directamente en los tubos con solución nutritiva, la ventaja que se podría observar en la estructura planteada es que la obstrucción de la luz no es tan considerable como en las camas, siento que pueden hasta 4 niveles, si una cama se quisiera poner sobre otra, la luz solar no podría llegar a las plantas y afectar en el desarrollo de las plantas.

3.3.3.1 Descripción

El sistema de raíz flotante en tubos de PVC como primer punto se deben perforar tubos de PVC de 6" de diámetro con un largo de 6 metros a una distancia de 25 cm entre cada orificio dando con esto suficiente espacio para un correcto desarrollo de la lechuga, los orificios tendrán un diámetro de 5 cm donde se colocaran las plantas en un vaso de plástico con pedazos de esponja de polietileno para darle estabilidad a la planta y retención de solución nutritiva, en cada tubo de 6 metros se trasplantarán 19 plantas de lechuga al extremo de los tubos se colocarán codos de PVC que ayudaran a la contención de la solución nutritiva estos codos tendrán tapas del mismo material para evitar que la solución nutritiva estática empiece a crear fotosistemas que podrían, estos tubos se colocaran en estructuras metálicas empotradas en el suelo, las cuales tendrán divisiones de 30 cm de distancia, dejando entre esas divisiones 15 cm de diámetro del tubo de PVC, donde se detendrá el tubo, las estructuras metálicas que sostendrán los tubos estarán a cada 1.43m de distancia, dando un total de 5 a lo largo de los tubos de 6m.

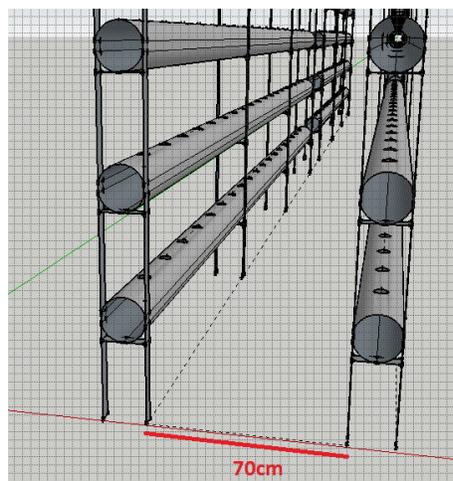
Figura 3.5 Estructura del sistema hidropónico de raíz flotante de tubo de PVC



Fuente: Elaboración propia en programa SketchUP Make 2015

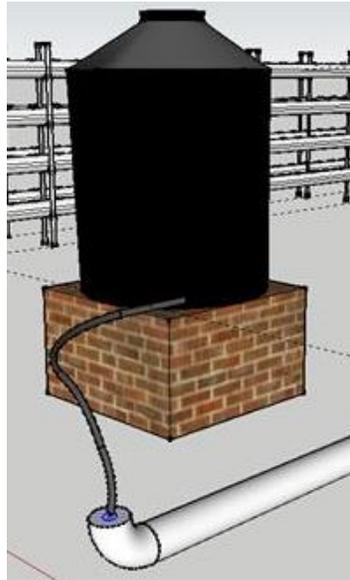
Los pasillos entre columnas tendrán una distancia de 70 cm, y al final de las columnas será de 1 m ya que tendrá de un lado un codo por donde se le suministrará la solución nutritiva, que se suministrará por gravedad, por medio de mangueras conectadas a tanques elevados que contendrán la solución (figura 3.5, 3.6 y 3.7), cabe mencionar que este sistema podría adaptarse a cualquier extensión de terreno, no es necesario hacerlo a gran escala, la aeración es de vital importancia para las plantas ya que si no las raíces no tienen oxígeno se pueden pudrir y por consecuencia morir la planta, así que en cada tubo tendrá un sistema de burbujeo de aire de forma intermitente con una bomba de aire (Fernández Navarro, 2013).

Figura 3.6 Distancia de pasillos entre columnas



Fuente: Elaboración propia en programa SketchUP Make 2015

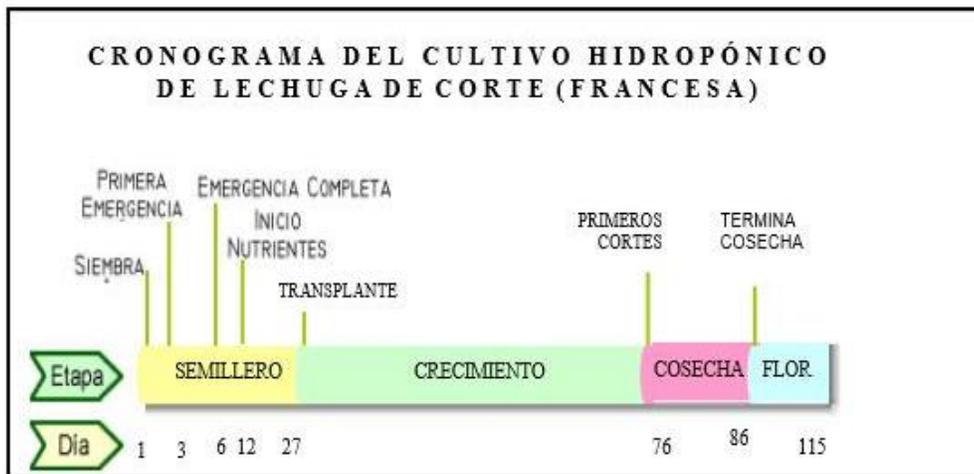
Figura 3.7 Tinaco con conexión al sistema hidropónico



Fuente: Elaboración propia en programa SketchUP Make 2015

Ya teniendo instalado el sistema se trasplantan las lechugas a los 27 días ya germinadas como lo muestran Cuauhtémoc Jaques Hernández y José Luis Hernández M. (2005) en el cronograma del cultivo hidropónico de lechuga de corte (francesa) que se muestra en la figura 3.8, donde permanecerán por lo menos 49 días, hasta llegar al desarrollo suficiente para la cosecha.

Figura 3.8 Ciclo de cultivo lechuga francesa



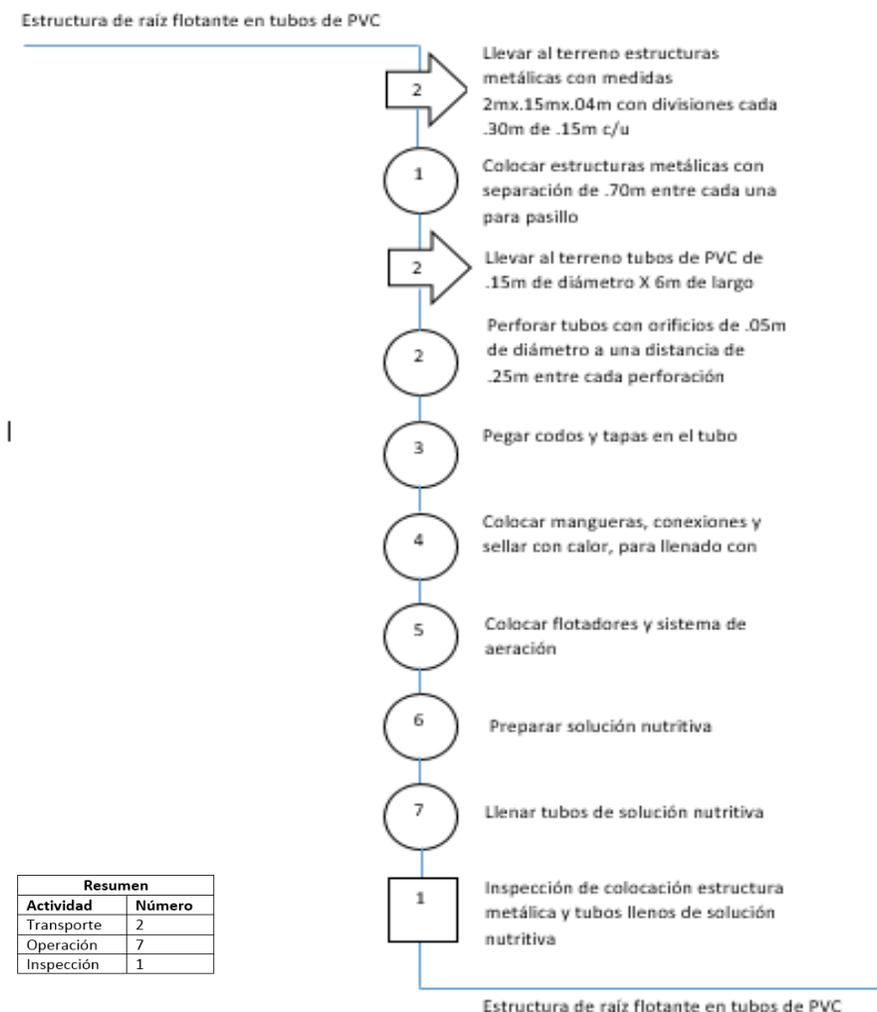
Fuente: Cuauhtémoc Jaques Hernández y José Luis Hernández M. "Valoración productiva de lechuga hidropónica con la técnica de película de nutrientes (nft)" pag. 14

En cuanto sistema se calcula que la decidas de 24plantas/m², estando en ventaja con el cultivo tradicional, por supuesto al tener una extensión grande y produciendo en forma continua se podrá obtener más

producto si no existen obstáculos durante el proceso, la estructura del sistema de raíz flotante en tubo de PVC se espera que tenga una duración de entre 10 y 12 años según la FAO, indicado en el capítulo 3 titulado “Estructuras, Materiales y Equipos de producción” (2002) del Manual preparado por el Grupo de Cultivos Hortícolas, la cual es otra ventaja con respecto a los 4 años que se espera dure una estructura con madera, los materiales del sistema pueden ser de igual manera de re-uso, el proceso de elaboración de la construcción y cultivo se puede observar en el diagrama 3.3, no necesariamente pueden ser nuevos, haciendo referencia más a los tubos de PVC que puedan tener rezagados en alguna construcción u obra.

Diagrama 3.3 Operaciones de la construcción de sistema en tubos

| | | |
|---|---------------------------|-------------------|
| Fabricación: Estructura de raíz flotante en tubos | Método: Hidropónico | N° de diagrama: 1 |
| Diagramado por: María del Carmen Cruz Sánchez | Fecha: 29 de Mayo de 2015 | |



Fuente: Elaboración propia.

cubierta. La cobertura del presente Componente es a nivel Nacional de aplicación en las 31 Entidades Federativas, el Distrito Federal y la Región Lagunera.

El proceso de petición de apoyo, requisitos y conceptos de apoyo se presentan en el Anexo 1, el cual puede contribuir al costo de la estructura hasta por el 50%, el cual se reflejara en la inversión inicial del proyecto, esto es algo que se puede tramitar tanto para el sistema de raíz flotante en camas y en tubo de PVC, la estructura considerada para el cultivo es del tipo invernadero para clima templado, con un costo aproximado de entre \$280 y \$350 por m², resiste de 80 a 120 km/hr.

3.5 Costos de estructura

En cuanto a los costos que se presentan en las tablas 3.5 y 3.6 de costos, tanto del sistema de raíz flotante tradicional y en tubo de PVC, consideran solo los materiales que se utilizan en el sistema donde se desarrolla la planta hasta su maduración para cosecha. Los costos de instalación incluyen el valor de los contenedores, los plásticos, los sustratos, las mangueras, las herramientas y toda la inversión necesaria para empezar. Esta será amortizada a lo largo de varias cosechas. También se consideran aquí los equipos necesarios para la preparación, almacenamiento y aplicación de los nutrientes y los insecticidas naturales, tales como bidones, baldes, atomizadores y otros.

Los costos de funcionamiento comprenden el agua, los nutrientes, el aceite y los productos para el control de las plagas cuando hay que comprarlos (ajos, ajíes), un cuaderno para anotaciones técnicas y contables, y la mano de obra. En sistema de raíz flotante se obtiene 31 plantas adultas por metro cuadrado, así que para el caso de la investigación se determinara el costos de producción por metro cuadrado de cultivo, además de los costos fijos calculado en la tabla 3.5 se calcula que el costo por metro cuadrado de la estructura del invernadero o cubierta es de \$350, de acuerdo a la Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos (AMCI), con un valor de \$17,500 (Anexo 2) de los 50m² considerados en esta investigación.

Tabla 3.5 Costos fijos

| Insumos | Costo total/m ² | Amortización número de cosechas* | Valor por m ² |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Contenedores de madera | 17.59 | 20 | .87 |
| Plástico negro | 5.40 | 5 | 1.08 |
| Plumavit* | 1.39 | 5 | .27 |
| Herramientas | 15.47 | 10 | 1.54 |
| Equipo | 22.68 | 10 | 2.26 |
| Mano de obra* | 66.45 | 10 | 6.64 |
| Total de costos fijos | | | 12,66 |

Fuente: Elaboración propia en base a "La huerta hidropónica popular"

* Placas de poliestireno generico de 2 x 1 m de \$2.79 pieza

* La amortizacion se calcula de acuerdo al rendimiento de los insumos en numero de cosechas

*Calculado en base al salario general minimo en Tlaxcala \$66.45

Los costos variable (tabla 3.6)son insumos que se consumen durante una cosecha, la luz y la ventilacion no se incluyen ya que se aplicaran de forma natural y mecanica respectivamente, asi que el costo de la ventilacion va incluido en la mano de obra, las 31 plantula de 35 días son consideradas la cantidad/m² y el costo de \$22.92 es el costo total/m², asi como los costos totales de solucion nutritiva y mano de obra, estos costos estan considerados para una cosecha, lo cual implica que es la produccion que se obtiene por ciclo de cultivo de entre 49 y 59 días, que es el tiempo en que se cosecha, de 50m².

Tabla 3.6 Costos variables (para una cosecha)

| Insumos | Costo total/m ² |
|------------------------------|----------------------------|
| 31 plantulas de 35 días* | \$22.92 |
| Solución nutritiva* | \$9.46 |
| Mano de obra | \$27.03 |
| Total de costos fijos | \$59.41 |

Fuente: Elaboración propia en base a "La huerta hidropónica popular"

*Costo de a mezcla de soluciones A y B que se menciona anteriormente

* Costo de \$250 considerado de la compra de una carola con 338 plantulas

Según "La huerta hidroponica popular"el estimando pérdidas del 9%, por lo cual de 31 lechugas, obtenemos 28 unidades, cuyo precio de venta fue estimado en \$3.5 promedio por planta se percibe un ingreso bruto de \$ 98/m².

$$Utilidad = Ingreso total - Costo Total$$

$$Utilidad = \$98 - \$59.41 = \$38.59 \text{ por } m^2 / \text{ cosecha de lechugas}$$

$$I.R. (Indice de Rentabilidad) = \frac{Utilidad}{Inversión Total} \times 100 = \frac{\$38.59}{\$59.41} \times 100 = 64.95\%$$

En base a los calculos de utilidad e indice de rentabilidad se haran los mismos calculos pero con un densidad de planta de 24 plantas por metro cuadrado con una perdida del 9% son 22 plantas por \$3.5 por pieza se obtendrian los siguientes datos

$$Utilidad = Ingreso total - Costo Total$$

$$Utilidad = \$77 - \$59.41 = \$17.59 \text{ por } m^2 / \text{ cosecha de lechugas}$$

$$I.R. (Indice de Rentabilidad) = \frac{Utilidad}{Inversión Total} \times 100 = \frac{\$17.59}{\$59.41} \times 100 = 29.60\%$$

Capitulo IV. Conclusiones y resultados

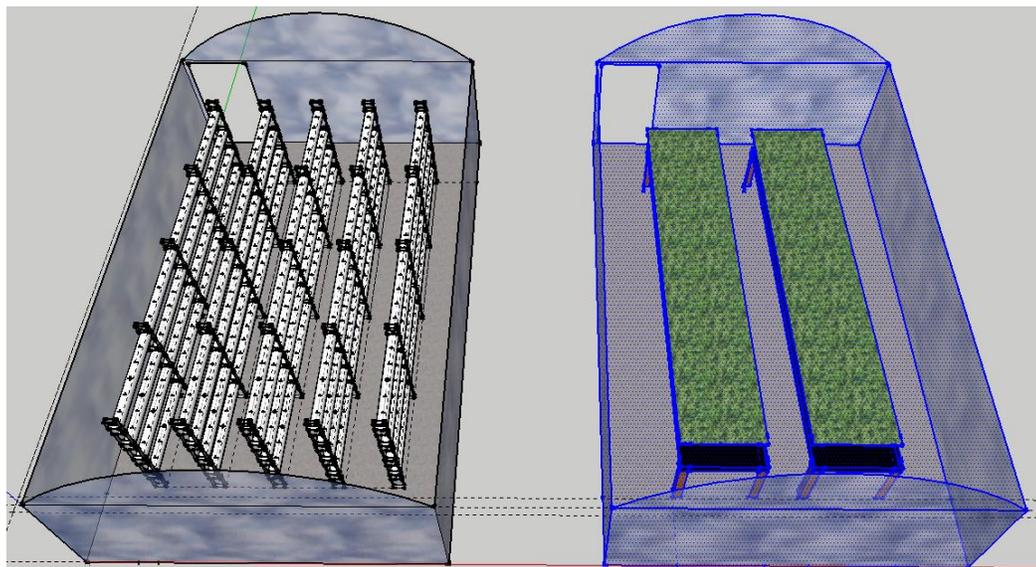
4.1 Conclusiones

Se concluye que en esta investigación se pudieron identificar como sistemas hidropónicos constantemente empleados son, el del NFT (película de nutrientes) y de raíz flotante en bandejas, ya que son los lo que presentan mayor número de plantas por metro cuadrado, esto es, de entre 13 y 20 plantas/m² en investigaciones experimentales en cultivos de lechuga, además de que se pudieron identificar características de las estructuras de cada sistema hidropónico antes mencionados, algunas de ellas incluyen que en la película de nutrientes se utilizan tubos de PVC, que pueden apilarse, teniendo varios niveles de cultivo, pero la circulación de la solución nutritiva debe ser constantemente inspeccionada, ya que si el nivel es muy bajo la solución no empapa lo suficiente la raíz y la planta no recibe suficientes nutrientes para su desarrollo, en el sistema de raíz flotante se utilizan bandejas donde las planchas de cultivo están flotando en solución nutritiva, las camas o bandejas que son como mesas pueden tener el ancho y el largo que se necesite pero no se consiguen poner unas sobre otras ya que se obstruye la luz solar, en los niveles bajos lo cual afecta al crecimiento del cultivo, los niveles de solución también tiene que ser constantemente inspeccionada, y además se tiene que procurar que este bien aireada para que las raíces no se quemen, en los dos tipos de sistemas hidropónicos se utilizan solo variedades de lechuga de hoja suelta, como las variedades Capitata “ Butterhead” o “Mantecosa” con un peso de entre 100 a 150g, que es el peso con el cual la bandeja de raíz flotante no se hunde y puede

flotar sin complicaciones y en el sistema NFT el tubo soporta el peso sin que la lechuga se resbale por los costados.

Las estructuras del sistema de raíz flotante y el de NFT pueden combinarse conservando ciertas características que favorezcan al cultivo y principalmente, tratando de incrementar las plantas/m², tomando esto se propone una estructura que se puede comparar de forma física en la figura 4.1, la cual muestra los dos sistemas de cultivo, uno con 5 estructuras con 4 tubos cada una, y el de camas de agua, que solo caben 2 por las características y medidas.

Figura 4.1 Vista de los sistemas de raíz flotante en tubo de PVC y en camas



Fuente: Elaboración propia en SketchUP Make 2015

En cuanto al cumplimiento de los objetivos de la investigación se pudieron determinar actividades del proceso en general del cultivo de la lechuga dentro de un invernadero y además describir las actividades de la construcción del modelo estructural del sistema hidropónico, que en conjunto pudieron reducir de 15 actividades que se realizaban para la construcción del sistema de camas de agua a 7 actividades, con la variante de la utilización de tubos de PVC como soporte de cultivo en vez de bandejas flotantes, adicionalmente en el proceso de cultivo se pudo omitir la parte del trasplantes a los 21 días del desarrollo de la lechuga

Al comparar los procesos dentro de las estructuras, en la construcción de los sistemas de camas de agua y tubos de PVC se puede observar que por lo menos reduce una operación, un ejemplo es que como los tubos son de plástico, no es necesario forrarlo para que contenga la solución nutritiva, aunque si necesita un desnivel y una perforación para desagüe, en cuestión del cultivo no es necesario hacer un trasplante

a los 21 días aproximadamente, la planta se desarrolla y se crece en los tubos, haciendo que no necesitemos estirlas moviendo, y por lo tanto no se maltrata la raíz por ese movimiento.

El sistema de raíz flotante e tubos tiene la característica que puede ser por niveles ya que los tubos no obstruyen por mucho tiempo la luz solar esencial para su alimentación, sin embargo en las camas de agua al querer poner una sobre otra, la obstrucción de la luz solar es mayor, impactando esto en el crecimiento de la lechuga.

La lechuga es una hortaliza que se ha cultivado en sistemas hidropónicos en repetidas veces para experimentación, es por eso que al proponer la estructura en tubos de PVC la mejor opción es esta hortaliza, además que su consumo puede ser beneficioso para la familia, y en consecuencia se puedan cultivar plantas para el consumo con características idóneas para el sistema.

4.2 Resultados

Con la investigación realizada para cumplir con el objetivo planteado de aumentar la producción por metro cuadrado se llegó a los siguientes resultados:

- La estructura tiene la ventaja de ser más flexible, ya que en lugar de tener una sola estructura pueden acomodarse 2 en forma paralela y puede provecharse mejor en espacio, además de que se puede reducir el espacio de pasillos entre ellas.
- El índice de rentabilidad de la estructura propuesta no es satisfactoria ya que 29.50 % de rentabilidad contra el 64.95% del sistema de raíz flotante tradicional es muy bajo para considerarse un sistema rentable.
- Las ventajas tanto del sistema de raíz flotante en camas como en tubos de PVC son considerables ya que los dos sistemas pueden construirse con materiales de re-uso, y reducir aún más los costos fijos.
- Los sistemas hidropónicos tienen apoyos gubernamentales para las cubiertas de los cultivos, los cuales les pueden otorgar hasta el 50% del costo de la cubierta, siendo aún menos el gasto inicial.

Bibliografía

(s.f.).

- Alvarado Chávez, D., Chávez Carranza, F., & Wilhelmina, K. (Julio de 2001). *Seminario de Agro Negocios*. Obtenido de www.upbusiness.net
- Anonimo. (1 de Noviembre de 2013). La agridultura del futuro. *El Cuyo y Fruit Attraction EXpo*, págs. <http://www.industriaalimenticia.com/articulos/print/86901-la-agricultura-del-futuro>.
- Armour, G. C., & Buffa, E. S. (s.f.). "A heuristic algorithm and simulation approach to relative allocation of facilities". *Management Science*, 294-300.
- B. Chase, R., Jacobs, F. R., & J. Aquilano, N. (2006). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. México: Mc Graw Hill.
- Baca Urbina, G. (2006). *Evaluación de proyectos*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Baixauli Soria, C., & Aguilar Olivet, J. M. (2002). Cultivo sin suelo de hortalizas, Aspectos Prácticos y Experiencias. *Generalitat Valenciana, Combelleria D'Agricultura, Peixca i alimentació*, 11.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación, administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Colombia: Pearson Educación.
- Bizuet García, A. (2014). *Desarrollo e instrumentación virtual para un invernadero hidropónico de lechuga Simpson*. México, D.F.: Tesis.
- Brusil Tocto, D. G., & Torres Villanueva, M. K. (2009). Análisis y rediseño de la distribución Física de una Fabrica Pinificadora. Ecuador.
- Cano Menéndez, Y. D., Valencia Iglesias, S. S., & Galindo Álvarez, A. M. (2011). Análisis y Diseño de la Distribución Física de una Empresa Textil. *redalyc*.
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (s.f.). *Localización de instalaciones*. Facultad de Ciencias Económicas y sociales.
- Centros Europeos de Empresas Innovadoras. (2008). *Manual de distribución en planta*. CEEI, Comunidad Valenciana.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.
- Collazos Valencia, C. J. (2013). *Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta*. Manizales, Colombia.
- Comunidad Valenciana, Centros Europeos de empresas innovadoras. (2008). *Manual 19 Distribución en planta*. Paterna, Valencia: Comunidad Valenciana, Centros Europeos de empresas innovadoras.
- Contreras Pérez, D. A. (2010). *Modelo de optimización en la generación de plantas industriales, considerando las actividades de mantenimiento y las condiciones ambientales mediante el uso de la metodología de los algoritmos genéticos*. Valencia, España.
- Cordoba, L. (2007). Guía Marco Teórico. *Javeriana Cali*, 1-4.
- Córdova Wolff, R. (2005). *Evaluación técnica y económica de la producción de lechuga hidropónica bajo invernadero de la comuna de Calbuco, X Región*. VALDIVIA-CHILE.
- Correa Medina, J. G., & Hernández Díaz, R. (2004). Localización de instalaciones, Enfoque cuantitativo. *Redalyc*, 1-5.
- Cuartas Castro, K. A., Franco Suarez, K. A., Rodriguez Muñoz, S., & Arciniegas Iriarte, C. J. (02 de 03 de 2014). *Métodos de optimización para el Layout o distribución en planta*. Obtenido de Academia.edu: http://www.academia.edu/5892099/Articulo_logistica_FINAL
- Cuatrecasas, L. (2009). *Diseño avanzado de procesos de producción flexibles*. Barcelona: Profit Editorial.
- E. Meyers, F., & P. Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

- Fernández Navarro, M. A. (Enero de 2013). *Efecto de diferentes niveles de aireación de la solución nutritiva sobre el crecimiento y la calidad de canónigos y berros cultivados en bandejas flotantes*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2014, de <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3130/1/pfc5030.pdf>
- Foluds, L. R. (1983). Techniques for facilities layout: Deciding which pairs of activities should be adjacent. *Management Science*, 1414 - 1426.
- Goites, E. (2008). *Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar*. Buenos Aires: Inst. Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Guzman Díaz, G. (2004). *Hidroponía en casa: Una actividad familiar*. Costa Rica.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de operaciones*. México: Perarson Educación.
- Hernández Alvarez, O. M., & Ventura Pérez, Y. M. (2007). *Diseño de un sistema de bases de datos de tiempos estandares para la elaboracion de presupuestos de costos de confección de prendas de vestir de tejido de punto*. San Salvador.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Hydro Environment. (2014). Obtenido de http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=31
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2012). *El sector alimentario en México*. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sociodemo grafico/SAM/2012/sam2012.pdf
- Jaques Hernandez, C., & Hernández M., J. L. (Enero - Junio 2005). Valoracion productiva de lechuga hidropónica con tecnica de pelicula de nutrientes (ntf). *Naturaleza y Desarrollo*, 14.
- Jiang, X., Lu, X., Liu, C., & Li, M. (2008). A Hybrid Algorithm for solving the Optimal Layout Problem of Rectangular Pieces. *The 9th International Conference for Young Computer Scientists*, 936-941.
- Krajewski, L., & Ritzman, L. (2000). *Administración de operaciones Estrategia y análisis*. México: PEARSON Educación .
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones Procesos y cadenas de valor*. México: PEARSON Prentice Hall.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones, Procesos y cadenas de valor*. México: Pearson Prentice Hall.
- Longar Blanco, M. d., Pérez Hernandez, M. d., & Ríos Martínez, E. (2013). El estado de técnica de la hidroponía. *Redalyc*, 803-809.
- M. Vallhonrat, J., & Corominas, A. (1991). *Localización, distribución en planta y manutención*. Barcelona, España: Productora.
- Macías Duarte, R., Grijalva Contreras, R., & Robles Contreras, F. (2013). Efecto de la variedad y fecha de transplante sobre el rendimiento y calidad de Lechuga. *Biotecnia*, 21-24.
- Marquéz Gomez, M. (2012). Los sistemas de producci3n y la ergonomía: reflexiones para el debate. *redalyc*, 49-60.
- Mejia A., H., Wilches A., M. J., Galofre V., M., & Montenegro, Y. (2011). Aplicaci3n de metodologías de distribuci3n de plantas para la configuraci3n de un centro de distribuci3n. *Scientia et Technica*, 63-68.
- Mejia A., H., Wilches A., M. J., Galofre V., M., & Montenegro, Y. (2011). Aplicaci3n de metodologías de distribuci3n de plantas para la configuraci3n de un centro de distribuci3n. *Scientia at Technica*, 63 - 68.
- Meléndez, L. (19 de Febrero de 2014). *Hortalizas*. Recuperado el 21 de mayo de 2014, de <http://www.hortalizas.com/horticultura-prottegida/lechugas-hidroponicas-de-tlaxcala/>

- Molina Montoya, N. P. (2005). Herramientas para investigar ¿Qué es el estado del arte? *Ciencia y Tecnología para la salud Visual y Ocular*, 73-75.
- Muther, R. (1973). *Systematic Layout Distribution*. Cahners Books.
- Negocios, D. G. (2008). *La producción de Hortalizas en México*. México D.F.
- Peñaloza de la Rosa, P., Jimenez Sánchez, L., Ramírez Valverde, B., Ramírez Juárez, J., & Escalante Rebolledo, E. (2003). Evaluación productiva y económica del sistema hidropónico en invernaderos rústicos en Nativitas Tlaxcala. *Redalyc*, 145-154.
- Peñaloza, P. d., Jiménez Sánchez, L., Ramírez Ververde, B., Ramírez Juárez, J., & Escalante Rebolledo, E. R. (2003). Evaluación productiva y económica del sistema hidropónico en invernaderos rústicos en Nativitas, Tlaxcala. *Redalyc*, 145-154.
- Pérez Gosende, P. A., Diéguez Matellán, E. L., & Gómez Figueroa, O. (2008). *Metodologías para la resolución de problemas de distribución en planta*. Cuba: Matanzas.
- Pérez Gosende, P. A., Diéguez, M. E., & Gómez, F. O. (2008). *Metodologías para la resolución de problemas de distribución de planta*. Matanzas, Cuba: CD de Monografías.
- Pierre, M. R. (24 de Julio de 2015). Crece pobreza en México; hay dos millones más: Coneval. *El Universal*.
- ProModel, Visualizar, Analizar y Optimizar*. (20 de Octubre de 2014). Obtenido de www.promodel.com.mx
- Puetate Rosero, B. (2012). *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada a la producción y comercialización de lechuga (lactuca sativa) y Zanahoria (Daucus carota) bajo el sistema de cultivo hidropónico en el barrio Yahuarcocha de la parroquia la dolorosa..* Ibarra Ecuador: Tesis.
- R. Daros, W. (2002). ¿Qué es un marco teórico? *redalyc*, 73-112.
- S. Hillier, F., & J. Lieberman, G. (2010). *Introducción a la Investigación de operaciones*. México: McGraw-Hill.
- Saavedra Rubiano, I. (2013). *Diseño de un modelo Matemático para localización de plantas*. Bogota.
- Sábala Díaz de Rada, S., A. Del Castillo, J., Astiz, M., Urribarri, A., & Aguado, G. (2010). Cultivo hidropónico de lechuga, Sistemas de cultivo de lechuga "Batavia" invernadero Navarra. *Horticultura Global*, 32-39.
- Sábala Díaz de Rada, S., A. del Castillo, J., Sanz de Galdeano, J., Urribarri, A., & Aguado, G. (2007). Lechuga en cultivo hidróponico, Acercamiento a nuevas formas de producción. *Itg Agrícola*, 29-34.
- SAGARPA. (2009). *Oportunidades de Mercado para Tlaxcala*. SAGARPA.
- Salazar, A. F., Vargas, L. C., Añasco, C. E., & Orejuela, J. P. (2010). Propuesta de distribución en planta bietapa en ambientes de manufactura flexible mediante el proceso analítico jerárquico. *EIA*, 161-175.
- Sanabria, A. (9 de Enero de 2004). *Biblioteca, Ludwig Von Mises*. Obtenido de Universidad Francisco Marroquin: <http://biblioteca.ufm.edu/library/index.php?title=130260&lang=es&query=@title=Special:GSMSe archPage@process=@field1=clasificacion@value1=194@mode=advanced&recnum=68&mode=advanced>
- Sánchez del Castillo, F., Gonzalez Molina, L., Moreno Pérez, E., Pineda Pineda, J., & Reyes González, C. (2014). Dinámica nutrimental y rendimiento de pepino cultivado en hidroponía con y sin recirculación de la colución nutritiva. *Fitotecnia Mexicana*, 261-269.
- Secretaría de Desarrollo Rural, Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. (s.f.). *Hidroponía rústica*. SAGARPA. Obtenido de <http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCgQFjAA&ur>

l=http%3A%2F%2Fwww.sagarpa.gob.mx%2FdesarrolloRural%2FDocuments%2Ffichasaapt%2FHidroponia%2520R%25C3%25BAstica.pdf&ei=vQIEU8P9C4bi2gW39YD4Dg&usg=AFQjCNFFgUCdyIglRbOotWgnL6yW

- Sophie Tejada, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *redalyc*, 278-282.
- Sortino, R. A. (2001). Radiación y distribución de planta (Layout) como gestión empresarial. *Redalyc*, 125-139.
- Suñé Torrents, A., Gil Vilda, F., & Arcusa Postils, I. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Madrid: Dias de Santos.
- Taha, H. (2012). *Investigación de operaciones*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Anexos

Anexo 1: Programa de Fomento a la Agricultura, Producción Intensiva y Cubiertas Agrícolas (PROCURA)

Requisitos

Original y copia simple

Los requisitos generales que deberán presentar los solicitantes del componente, adjuntos a su solicitud de apoyo en copia simple y original para fines de cotejo son los siguientes:

I. Personas físicas mayores de edad;

- a) Identificación oficial vigente (Credencial para Votar, el Pasaporte, la Cartilla del Servicio Militar Nacional o la Cédula Profesional);
- b) CURP;
- c) RFC, en su caso;
- d) Comprobante de domicilio del solicitante (Luz, teléfono, predial, agua), con una vigencia no mayor a tres meses anteriores a la fecha de solicitud;
- e) En su caso, comprobante de la legal posesión del predio;
- f) Los apoderados de personas físicas sólo podrán registrar hasta 5 solicitudes como máximo en este ejercicio 2015.
- g) En caso de que la persona física esté representada, el representante, tutor (en caso de ser menor de edad) o apoderado legal deberá cumplir además con los siguientes requisitos documentales:
- h) Poder o Carta poder para gestión de incentivos (certificada o avalada por un Fedatario Público);
- i) Identificación oficial vigente (Credencial para Votar, el Pasaporte, la Cartilla del Servicio Militar Nacional o la Cédula Profesional);
- j) CURP, y
- k) Comprobante de domicilio (Luz, teléfono, predial, agua), con una vigencia no mayor a tres meses anteriores a la fecha de solicitud.

II. Personas morales:

- a) Acta constitutiva y, de las modificaciones a ésta y/o a sus estatutos, que en su caso haya tenido a la fecha de la solicitud, debidamente protocolizada ante Fedatario Público;

- b) Acta en la que conste la designación de su representante legal o poder debidamente protocolizado ante fedatario público;
- c) Comprobante de domicilio fiscal (Luz, teléfono, predial, agua), con una vigencia no mayor a tres meses anteriores a la fecha de solicitud;
- d) RFC;
- e) Identificación oficial del representante legal vigente (Credencial para Votar, el Pasaporte, la Cartilla del Servicio Militar Nacional o la Cédula Profesional);
- f) CURP del representante legal;
- g) Acreditar, en su caso, la legal posesión del predio mediante documento jurídico que corresponda, con las formalidades que exija el marco legal aplicable en la materia, y
- h) Listado de productores integrantes de la persona moral solicitante (Anexo IV).

Los documentos originales una vez cotejados por el responsable de la ventanilla y generado el registro en la base de datos que Los documentos originales una vez cotejados por el responsable de la ventanilla y generado el registro en la base de datos que corresponda, le serán devueltos inmediatamente al solicitante. Acompañado de un acuse de recibo con el folio de registro, el cual, deberá conservar para el seguimiento y conclusión del trámite.

Los solicitantes de comunidades indígenas podrán, en su caso acreditar la legal posesión del predio con el documento expedido por la instancia competente y, en su caso, conforme a usos y costumbres

Requisitos Específicos:

- I. Tres cotizaciones vigentes, emitidas por proveedores diferentes en donde se señalen las características y precio del equipo e infraestructura solicitado.
- II. Concesión vigente o documento que demuestre el trámite o que acredite el volumen de agua a utilizar en el proyecto; o constancia del Registro Nacional Permanente para pozos agrícolas ubicados en zonas de libre alumbramiento, otorgados por la autoridad competente.
- III. Carta compromiso de recibir capacitación.
- IV. Proyecto de Inversión conforme al Guión Único para la Elaboración de Proyectos de Inversión (anexo II).
- V. Expediente completo digitalizado en CD o USB ordenado en archivos independientes.

Los apoyos de otorgaran a estructuras de las que estén dentro de las siguientes características:

| Concepto de incentivo | Montos máximos |
|----------------------------------|--|
| Macro túnel | Incentivos de hasta \$150,000.00 (ciento cincuenta mil pesos 00/100 M.N.) por hectárea; hasta \$2,700,000.00 (dos millones setecientos mil pesos 00/100 M. N.) por proyecto. No se otorgarán incentivos superiores al 50%. |
| Malla sombra | Incentivos de hasta \$300,000.00 (trescientos mil pesos 00/100 M.N.) por hectárea; hasta \$2,700,000.00 (dos millones setecientos mil pesos 00/100 M. N.) por proyecto. No se otorgarán incentivos superiores al 50%. |
| Malla antigranizo con estructura | Incentivos de hasta \$100,000.00 (trescientos mil pesos 00/100 M.N.) por hectárea; hasta \$1,000,000.00 (un millón de pesos 00/100 M. N.) por proyecto. No se otorgarán incentivos superiores al 50%. |
| Invernaderos | Incentivos de hasta \$900,000.00 (novecientos mil pesos 00/100 M.N.) por hectárea; hasta \$2,700,000.00 (dos millones setecientos mil pesos 00/100 M. N.) por proyecto. No se otorgarán incentivos superiores al 50%. |

Mecánica Operativa

Recepción de Solicitudes

Las solicitudes de incentivo del componente deben entregarse en las fechas establecidas y publicadas ante las ventanillas divulgadas por la Instancia Ejecutora, y entregar la documentación requerida para cada uno de los conceptos de conformidad con las presentes Reglas de Operación. Para el trámite de incentivo seguirá el procedimiento siguiente:

- a) El solicitante llenará su solicitud de incentivo y la entregará en original debidamente firmada;
- b) El Solicitante deberá llenar en la página electrónica www.suri.sagarpa.gob.mx su registro y la entregará en la ventanilla correspondiente;
- c) El solicitante presentará copia de los documentos de los requisitos generales y los específicos de los incentivos para el componente.

Registro

La ventanilla recibe, coteja y registra la solicitud de incentivo con los anexos y documentos requeridos. Una vez realizado esto, el personal de ventanilla entrega al solicitante un acuse de recibo con su folio y fecha de registro, el cual deberá conservar para el seguimiento y conclusión de su trámite.

En caso de que la solicitud no contenga los datos o no se cumplan los requisitos aplicables, se prevendrá al solicitante por escrito, identificando el trámite por su número de folio y por una sola vez, para que subsane la omisión en un plazo no mayor de diez días hábiles, contados a partir del día de la notificación, una vez que el solicitante presente completos los requisitos, se continuará con el trámite. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención se tendrá por no presentada la solicitud.

Cumplimiento de criterios y requisitos de elegibilidad

La Unidad Responsable a través de las Unidades Técnicas Operativas establecidas legalmente, verificará el cumplimiento de los requisitos generales y específicos aplicables.

Validación normativa

Esta etapa estará a cargo de la Unidad Responsable y consiste en evaluar normativamente la solicitud recibida y la documentación presentada, de acuerdo a la naturaleza del proyecto, incluyendo lo siguiente:

- a) La revisión de que el solicitante no ha recibido apoyo para el proyecto en el ejercicio fiscal anterior, así como la no duplicidad de solicitudes con otros programas de la Secretaría;
- b) La revisión de la documentación que acredita la legal propiedad o posesión del terreno, que se aportan para la ejecución del proyecto;
- c) Los solicitantes/beneficiarios que soliciten apoyo, además de cumplir con los requisitos establecidos en las reglas de operación, no deben tener pendientes de comprobación de ningún apoyo recibido anteriormente de la Secretaría;
- d) Todo lo relacionado con las disposiciones contenidas en las Reglas de Operación para, en su caso, autorizar la solicitud de apoyo.

El resultado de esta etapa (validación normativa) será positiva o negativa.

Las solicitudes con validación normativa positiva serán sometidas a la etapa de opinión técnica y las solicitudes con validación normativa negativa serán comunicadas a los solicitantes.

Opinión técnica

Se podrá contar con Unidades Técnicas Operativas establecidas legalmente, quienes emitirán una opinión técnica, mediante formato que se establezca en conjunto con la Unidad Responsable.

Análisis y dictamen

Para la dictaminación de las solicitudes y de los proyectos que corresponda, se podrá contar con Unidades Técnicas Operativas establecidas legalmente, quienes además de la opinión técnica, emitirán mediante formato que se establezca en conjunto con la Unidad Responsable, el resultado del análisis y su dictamen; el cual estará soportado en la cédula de calificación para priorizar proyectos de inversión.

Se publicará el listado de beneficiarios autorizados y el de los solicitantes rechazados, en la página electrónica de la Secretaría, y en su caso, en las páginas electrónicas de la Instancia Ejecutora, en un plazo de hasta dos meses, contados a partir de la fecha de cierre de ventanillas, salvo que en los componentes de las presentes reglas se estipule otro plazo.

Resolución y notificación

Una vez que la Unidad Técnica Operativa proporcione el resultado del análisis y su dictaminación, la Unidad Responsable será la responsable de generar la resolución a la solicitud y la entregará al beneficiario, pudiendo para ello, auxiliarse de las Delegaciones de la Secretaría en las Entidades Federativas.

Verificación

Esta etapa estará a cargo de la Unidad Responsable y tiene por objeto verificar lo siguiente:

- a) La existencia de los solicitantes y que la solicitud de apoyo responde a su iniciativa;

b) El cumplimiento de los criterios de elegibilidad, y

c) La existencia de la propiedad y de los bienes que, en su caso, se aportan para la ejecución del proyecto, sus condiciones de uso y, en su caso, su valor comercial local.

Asimismo, en su caso, se realizará la verificación física del avance y conclusión de obra. A la conclusión del Proyecto, el Beneficiario deberá presentar copias de la documentación fiscal comprobatoria que demuestre haber pagado el 100% del costo del Proyecto.

Suscripción del documento jurídico con el beneficiario

Las acciones e incentivos de las solicitudes y metas de los proyectos autorizados así como otras obligaciones, serán contraídas mediante la suscripción de un instrumento jurídico entre los Beneficiarios y la Secretaría.

Entrega del apoyo

Si la solicitud tiene dictamen positivo, se realiza la entrega del incentivo al solicitante (ahora Beneficiario), previo cumplimiento de los requisitos establecidos para el pago. En caso de que el pago se realice al proveedor, éste debe ser por cuenta y orden del Beneficiario, quien debe proporcionar una cesión de derechos. El Beneficiario será el responsable de la aplicación del recurso para los fines autorizados y la conclusión de las obras en su caso.

Tratándose de incentivos aplicados a través de convenios, las personas físicas, presentarán sus recibos y las personas morales lo harán a través de su representante legal.

El Beneficiario presentará los comprobantes fiscales conforme a la normatividad aplicable, además de un recibo simple en original con copia certificada y en su caso, el comprobante correspondiente que establezca el componente. La Unidad Responsable reconocerá el gasto relacionado con el proyecto, a partir del 1 de enero y hasta el 31 de diciembre del ejercicio fiscal correspondiente.

Seguimiento operativo

La Secretaría a través de su Unidad Responsable o de las Delegaciones, será la responsable del control, seguimiento y supervisión de la debida ejecución del componente, así como de la ejecución y desarrollo de las acciones y correcta aplicación de los recursos.

Finiquito

Una vez que se haya dado cumplimiento a las obligaciones contraídas en el instrumento jurídico, dentro de la vigencia estipulada para efectos del cierre de las acciones del mismo y que se haya verificado la conclusión de los Proyectos y la ejecución de los recursos, se deberá suscribir el documento que ampare el cierre finiquito del instrumento jurídico.

Reportes de avances físicos y financieros

Se deberá llevar el control y registro detallado de la aplicación de los recursos y el avance pormenorizado de las metas de los proyectos, así como del componente. Además de la elaboración de informes físico-financieros, con una periodicidad mensual y trimestral, que se enviarán de manera oficial a la Unidad Responsable dentro de 5 días hábiles posteriores a su elaboración.

Asimismo se elaborará un informe final, el cual, deberá contener los resultados obtenidos derivados del cumplimiento del objeto, mismos que deberán ser conciliados y verificados con la Instancia Ejecutora.

Solicitud

| | | |
|---|---|---|
|  SAGARPA SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN |  | ANEXO I Solicitud Única de Apoyo |
|---|---|---|

1. DATOS DE VENTANILLA:

Nº de Folio

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|

PROGRAMA:

| | | | | | |
|--|--------------------------|--|--------------------------|--|--------------------------|
| Fomento a la Agricultura | <input type="checkbox"/> | Integral de Desarrollo Rural | <input type="checkbox"/> | Productividad y Competitividad Agroalimentaria | <input type="checkbox"/> |
| Fomento Ganadero | <input type="checkbox"/> | Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola | <input type="checkbox"/> | Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria | <input type="checkbox"/> |
| Comercialización y Desarrollo de Mercados | <input type="checkbox"/> | Concurrencia con las Entidades Federativas | <input type="checkbox"/> | Innovación, Investigación, Desarrollo Tecnológico y Educación (PIDETEC) | <input type="checkbox"/> |
| Fondo para el Apoyo a Proyectos Productivos en Núcleos Agrarios (FAPPA) | <input type="checkbox"/> | De Apoyo para la Productividad de la Mujer Emprendedora (PROMETE) | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |

| Componente | Instancia Ejecutora | Edo | Municipio | Ventanilla | Día | Mes | Año | Consecutivo |
|------------|---------------------|-----|-----------|------------|--------------|-----|-----|-------------|
| | | | | | De recepción | | | |
| | | | | | | | | |

1.1 No. de identificación o registro en padrón 1/

¿Está usted registrado en el SURI, en el Padrón Ganadero Nacional, Padrón Nacional Cafetalero u otro padrón, o es beneficiario de PROAGRO Productivo (antes PROCAMPO), de PROGAN, de energéticos marinos y ribereños, tiene número de unidad pecuaria, o de otro Componente?, Sí ___ No ___. En caso de que su respuesta sea: "Sí" indicar en cuál _____ y proporcionar su número de identificación o folio (S): _____.

Para el caso de incentivos para el sector pesquero y acuícola, es imprescindible proporcionar:

RNP (Unidad Económica)

No. permiso o concesión de pesca o acuicultura

2. DATOS DEL SOLICITANTE

MUJER

HOMBRE

2.1 Persona física

Número exterior 1: _____ Número interior: _____ *Código Postal: _____

Referencia 1 (entre vialidades): _____

Referencia 2 (vialidad posterior): _____ Referencia 3* (Descripción de ubicación): _____

3. DATOS DE LA CUENTA BANCARIA (Solo a los componentes que les aplica según requisitos específicos)

Institución Bancaria: _____

Cuenta interbancaria CLABE: _____ Sucursal _____

4. DATOS DEL PROYECTO, UNIDAD ECONÓMICA O PREDIO. (Sólo a los componentes que les aplica según requisitos específicos)

Nombre del proyecto: _____

Tipo de proyecto:

Nuevo

Continuación

Objetivo del proyecto: _____

"Cuando no requiere proyecto, llenar los datos de ubicación del predio o unidad de producción en el que se aplicarán los incentivos"

4.1 Ubicación del Proyecto:

Tipo de domicilio: Urbano _____ Rural _____

*Tipo de asentamiento humano: () Colonia () Fraccionamiento () Manzana () Pueblo () Rancho () Granja () Ejido () Hacienda () Otro ()

*Localidad: _____ *Nombre del asentamiento humano: _____

*Tipo de vialidad: () Avenida () Boulevard () Calle () Callejón () Calzada () Periférico () Privada () Carretera () Camino () Otro

*Nombre de vialidad: _____

*Estado: _____ *Municipio: _____ *Localidad: _____

Número exterior 1: _____ Número interior: _____ *Código Postal: _____

Referencia 1 (entre vialidades): _____

Referencia 2 (vialidad posterior): _____ Referencia 3* (Descripción de ubicación): _____

Superficie _____ ha (total de predio)

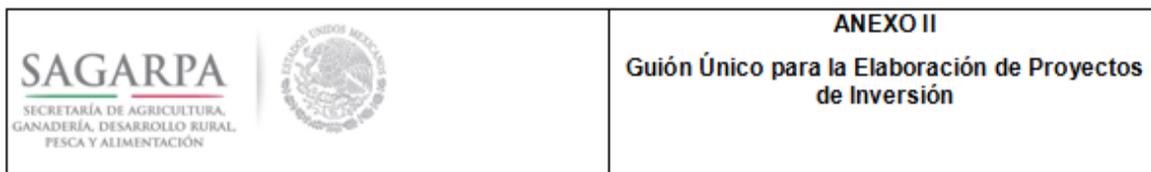
Superficie _____ ha (a sembrar)

Coordenadas geográficas (ubicar un punto al interior del predio en donde se realizará el proyecto):

Latitud N: _____ Longitud: _____ Elevación: _____ msnm.

Nota: En varios componentes se requiere especificar los siguientes campos; ciclo, cultivo, superficie sembrada, año, para que se evalúe.

La solicitud se entregara en las ventanillas de atención las cuales se podrán consultar en la página electrónica <https://www.suri.sagarpa.gob.mx>, además hay que seguir una guía única para la elaboración de proyectos de inversión, que se presenta enseguida, la cual presenta la información requerida a evaluar por los técnicos.



1. Resumen Ejecutivo, Técnico y Financiero

2. Nombre del proyecto (en su caso indicar el alcance sea local, regional, estatal o nacional, nuevo o ampliación).

3. Programa, componente(s), concepto(s) de apoyo, inversión total, desglose de apoyo solicitado y de aportación del solicitante, de créditos, de otros programas e instituciones, entre otros.

4. Objetivo(s) general(es) y específico(s), los cuales deben estar alineados a los objetivos de (los) programa(s) y componente(s) correspondiente(s), establecidos en las presentes Reglas de Operación.

5. Justificación

- a. Antecedentes.
- b. Descripción de la situación actual de la empresa, en su caso características y experiencias del grupo o participantes.
- c. Descripción de la problemática u oportunidad identificada.
- d. Forma en la que el proyecto, de concretarse, abordará la problemática u oportunidad identificada.
- e. Metas, de concretarse el proyecto, que corresponden con la problemática identificada e indicadores que permitirán verificar el cumplimiento del(los) objetivo(s) general(es) y específico(s).
- f. Efectos esperados de no concretarse el proyecto.
- g. Análisis y diagnóstico de la situación actual y previsiones sin el proyecto.
- h. Institución de Investigación, Educación Superior u Organización que respalda el Proyecto, debiendo adjuntar carta de intención y datos el representante legal de la institución. 2/
- i. Investigador, técnico o responsable del Proyecto. (Señalar los datos básicos como son:) 2/
- j. Información detallada sobre los resultados obtenidos en la ejecución de apoyos recibidos en años anteriores (exclusivamente recursos del Programa de Desarrollo de Mercados Agropecuarios y Pesqueros e Información, Programa Soporte o Programa de Promoción Comercial y Fomento a las Exportaciones de Productos Agroalimentarios y Pesqueros Mexicanos). En los casos que solicite la continuidad de apoyos otorgados en años anteriores deberán justificar la continuidad y el nuevo alcance de impacto de los resultados esperados.
- k. En su caso, misión y visión del comité, empresa o grupo.
- l. En su caso, instrumento de planeación en que se fundamenta el proyecto.

6. Datos generales y aspectos técnicos del proyecto

a. Localización geográfica del proyecto (Entidad Federativa, Municipio y localidad, ejido o predio y referencias para localización en su caso, núcleo agrario, coordenadas georreferenciadas, así como la localización específica del proyecto o micro localización de acuerdo a la norma técnica del INEGI). Para PRODEZA y COUSSA, además: clima, suelo, condiciones climáticas, vegetación, fuentes de aprovisionamiento de agua, condiciones socio ambiental, asociaciones vegetales, agro diversidad productiva, según aplique.

Para Tecnificación del Riego, coordenadas de la poligonal perimetral del sistema de riego proyectado o del drenaje (sistema de coordenadas UTM, WGS84), fotografías del punto donde se propone se incorporará el sistema de riego a la fuente de abastecimiento propuesta o del drenaje, (anexar 3 fotografías en distintos ángulos procurando abarcar aspectos reconocibles en el predio como son: pozo, bombas, líneas eléctricas, tuberías, estanques, edificaciones, etc.). **Nota: las fotografías deben tener fecha en que fueron tomadas.**

b. Actividad productiva, eslabón de la cadena de valor, y en su caso, ciclo agrícola, producto(s) o especie(s) involucrada(s), para PRODEZA, sistema de producción a intervenir. Para el Componente de Desarrollo Estratégico de la Acuicultura incluir especie(s) involucrada(s) y ciclos productivos.

c. Descripción técnica del proyecto, la cual deberá partir del concepto de apoyo y describir de forma detallada el mismo (plano, croquis de ubicación y distribución de la unidad de producción y así mismo del arreglo interno de los equipos y esquemas del proceso, tipo de maquinaria, infraestructura, en su caso terrenos de uso agrícola y/o pecuario, ganado, material vegetativo (de ser el caso), equipo, procesos, tecnologías a emplear, monto de cada concepto a solicitar, capacidad de procesos, programas de producción y mantenimiento, asistencia técnica, consultoría y/o capacitación, escenarios con diferentes volúmenes de proceso, entre otros).

Para Tecnificación del Riego, el diseño agronómico debe incluir, arreglo del cultivo en campo, uso consuntivo de los cultivos; diseño hidráulico (carga dinámica del sistema de riego y gasto, medidor del gasto), características de operación (intensidad de riego o lámina precipitada horaria (mm/h), tiempo de operación, periodicidad de riego, horas, días disponibles por mes, número de secciones, gasto por sección, disposición de las secciones, tiempo de riego por posición, número de emisiones por planta); catálogo de concepto.

El proyecto debe incluir de manera detallada todas las cantidades de obra de materiales y equipo; clasificándolos con números progresivos; claves; conceptos; unidades y cantidades, agrupándolos de la manera siguiente:

- Sistema de riego localizado y aspersion;
- Cabezal de riego;
- Filtración;
- Equipo de fertirriego;
- Sistema de automatización;
- Líneas de conducción, conexiones, válvulas y accesorios (Principal);
- Líneas laterales, conexiones, válvulas y accesorios (Secundaria);
- Líneas portalaterales;
- Emisores;
- Líneas colectoras y válvulas de lavado (riego enterrado);
- Accesorios de automatización de válvulas;
- Sistema de riegos mecanizados.

Tomar lo que aplican del punto anterior y agregar los siguientes:

- Estructura;
- Tablero;

- Torres;
- Accesorios eléctricos;
- Aspersores;
- Bajantes y accesorios;

Otros equipos:

- Cableado;
- Obra civil y Equipo mecánico y eléctrico (no incluye acometida eléctrica);
- Drenaje Agrícola;
- Plano general del sistema de riego.

c.1 Tipo de proyecto (azotea, traspatio, periurbano, integral, aprovechamiento de espacio público, otros), describir en qué consiste el proyecto, recursos para la producción (agua, energía eléctrica, corrales, cobertizo, acceso, otros) tipo de asistencia que requiere (producción de hortalizas, composta, control de plagas y enfermedades, manejo de ganado menor, otros); así como postcosecha (acopio, almacenamiento, custodia y conservación de granos.

d. Estudios específicos (geológicos, mecánica de suelos, etc.) y de ingeniería de detalle, según aplique.

e. Proceso de reconversión (en su caso).

f. Cotizaciones de proveedores o prestadores de servicios que sustenten los costos reales y actuales al momento de la presentación del proyecto, presupuestos de las inversiones a realizar (por lo menos **dos** cotizaciones de distintos proveedores). El (los) proveedores elegido(s) deberán acreditar que cuentan con infraestructura y la capacidad suficiente para el desarrollo de sus actividades profesionales, cumplir con todos los requisitos fiscales y estar vigentes.

g. En su caso, avalúo por perito autorizado por la CNB y V para el caso de adquisición de infraestructura.

h. Datos generales del solicitante (persona física, moral, grupo, comité, Asociación Civil, Institución, en su caso), aspectos organizativos, antecedentes, tipo de organización y relación de socios, miembros, integrantes y/o de representantes del comité; estructura, Consejo directivo, de ser procedente. Para los Comités Sistema Producto, además deberá incluir un listado de representantes gubernamentales, no gubernamentales y eslabones. Para Comités Sistema Producto, convenios vigentes con otras instituciones y fecha de constitución legal.

i. Consejo directivo, perfil requerido y capacidades de los directivos y de los operadores (en su caso).

j. Infraestructura y equipo actual (disponibles para el proyecto), de ser el caso, así como condiciones de uso y valoración de activos que aporta la sociedad.

k. Permisos y cumplimiento de normas sanitarias, ambientales y otras.

l. Para infraestructura (obra civil): catálogo de conceptos, especificaciones, presupuesto, planos según aplique, de cimentación, estructural, arquitectónico, instalaciones sanitarias, eléctricas e hidráulicas, y de detalle, cálculos de diseño, volumen de construcción, suscritos por un técnico responsable del proyecto con Cédula Profesional, componentes del proyecto, volúmenes de construcción y permisos aplicables (de los propietarios de los terrenos donde se ejecutarán las obras, de CONAGUA, etc.).

Para PRODEZA y COUSSA: en proyectos que consideren obras de captación y almacenamiento de agua cuya unidad de manejo contemple una microcuenca debe presentar los siguientes puntos:

- Localización de la boquilla en un mapa que muestre la forma de la microcuenca, acompañado de coordenadas geográficas y UTM;
- Área de la cuenca;
- Longitud del cauce principal;

- Índice de forma;
- Relación de circularidad;
- Cota inicial;
- Cota final;
- Pendiente del cauce principal;
- La pendiente media de la cuenca;
- Número de orden y la sección transversal de la boquilla
- Un mapa que muestre la distancia entre la obra principal y el poblado más cercano.

Esto permitirá caracterizar la microcuenca y determinar el peligro que pudiera existir en localidades aguas abajo si la obra por fallas constructivas colapsara determinando la viabilidad del proyecto para el dictamen técnico. Para COUSSA, levantamiento topográfico.

I.1 Para pequeñas presas de mampostería y bordos de tierra compactada son obligatorios: el cálculo de escurrimiento medio, la estimación de la longitud de peligro, la estimación del caudal pico asociado a un período de retorno de 500 a 10,000 años en función de la cercanía de localidades aguas abajo de la obra, considerando las especificaciones técnicas mínimas emitidas para este tipo de obras por parte de la UR, la capacidad de almacenamiento, los cálculos del vertedor, del colchón hidráulico, del ancho de la corona, del ancho de base, así como también, el análisis estructural (deslizamiento, volteo, supresión, aplastamiento). Considere los cálculos para determinar líneas de conducción, equipos de bombeo, entre otros necesarios para el diseño de las obras.

I.2 En caso de presa de mampostería se debe integrar la siguiente información a manera de ficha técnica: talud generado aguas abajo, ancho de corona, carga de vertedor, bordo libre, longitud de vertedor, longitud de colchón, altura de la presa, nivel de aguas normales, base de la presa, sección máxima, área de cortina vista aguas arriba, tabla con el cálculo de la volumetría, resultados de la volumetría que corresponden a: longitud total de la cortina, volumen de cortina (mampostería, ciclópeo), volumen de colchón hidráulico, volumen de dentellón, volumen de muros guía, volumen de excavación y volumen de la bóveda de la compuerta.

I.3 En caso de bordo de abrevadero (presa de tierra compactada); a manera de ficha técnica se deben integrar los siguientes puntos: talud aguas arriba, talud aguas abajo, profundidad de dentellón, altura a nivel de la corona, ancho de corona, carga de vertedor, longitud de vertedor, longitud de sección máxima, longitud total de cortina. Los resultados de la volumetría corresponden a: volumetría de la cortina (suelo), volumen de vertedor (mampostería), superficie de limpieza y trazo. Considerar las especificaciones técnicas mínimas emitidas para este tipo de obras por parte de las Unidades Responsables (UR'S).

m. Documentos con los que se acredite la propiedad o legal posesión.

n. En su caso, copia de permisos, autorizaciones y concesiones expedidos por las autoridades correspondientes. Para PRODEZA: permisos aplicables (entre otros, incluir los permisos de los propietarios de los terrenos donde se van a ejecutar las obras y/o acciones, o que en su caso, se pudiesen ver afectadas por las mismas. Tratándose de obras de captación y almacenamiento de agua de lluvia, se deberá contar con el permiso de construcción y concesión de uso de Zona Federal, emitida por la CONAGUA, según corresponda, o en su caso, documento emitido por la CONAGUA donde se indique que la obra se ubica fuera de cauce federal; para el caso de sistemas de riego y equipos para extracción de agua subterránea (sistemas de bombeo y celdas fotovoltaicas), se deberá anexar concesión de agua vigente, en trámite o cualquier otro documento emitido por la CONAGUA en donde acredite el volumen de agua a utilizar en el proyecto, o constancia del Registro Nacional Permanente para pozos agrícolas ubicados en zonas de libre alumbramiento. Para Tecnificación de Riego, Distrito o Unidad de Riego, capacidad del equipo de bombeo, Sistema de Filtración existente y características de operación.

o. En su caso, descripción y memorias de cálculo y documentación o información adicional relevante de cada uno de los componentes o temas que lo requieran.

p. Programas de ejecución, de administración de recursos humanos, en su caso, calendario, administrativos, de capacitación y asistencia técnica o consultoría.

q. En su caso, validación del paquete tecnológico por la autoridad competente.

r. En el caso de Infraestructura Rastros y Establecimientos TIF, dictamen positivo por parte de SENASICA, sobre las mejoras, adecuaciones y nuevas construcciones del rastro o establecimiento TIF.

s. Desarrollo de estrategia; descripción detallada de las actividades que se implementarán para el cumplimiento de objetivos y metas, así como localización y descripción específica de donde se llevará a cabo el proyecto.

t. En su caso, entregables que permitan comprobar la realización de las actividades.

u. Reglamento de uso presente y futuro de los apoyos otorgados.

v. Plan de manejo proyectado del territorio atendido con PRODEZA o COUSSA.

w. Proyección de riesgos.

x. Para proyectos de energías renovables: demanda de energía actual, cantidad y tipo de combustible fósil desplazado, cantidad y tipo de energía renovable generada (MWh), ahorro económico por el desplazamiento de energía o sustitución por energía renovable, línea base y escenario potencial de reducción de emisiones (TCO_2).

y. Para proyectos de bioenergéticos, tipo de cultivo y variedad a establecer, cantidad de hectáreas a establecer, régimen de humedad (riego, temporal), y en su caso rendimiento de bioenergético estimado (L/Ha).

7. Análisis y aspectos de Mercados

a. Descripción, propiedades, características y análisis de materias primas, productos y subproductos (presentación, empaque, embalaje; naturaleza, calidad, valor, evolución, cantidad, atributos, consumo, precios, balanza comercial, entre otros que apliquen), volumen de la producción primaria de la especie en el Estado y a nivel Nacional, según sea el caso.

a.1 Para Comités Sistema Producto, el volumen de la producción primaria de las unidades de producción que lo conforman.

a.2 Número y fecha de reuniones efectuadas en el año inmediato anterior. Fecha de elaboración o actualización del reglamento interno.

b. Disponibilidad, accesibilidad y condiciones y mecanismos de abasto de insumos, materias primas y servicios.

b.1 Número y fecha de reuniones efectuadas en el año inmediato anterior. Fecha de elaboración o actualización del reglamento interno.

c. Canales de distribución y venta.

d. Plan y estrategia de comercialización.

e. En su caso, cartas de intención de compra o contrato(s) de compra-venta recientes y referidas al producto ofrecido, o de abasto de materias primas y cotizaciones para el aseguramiento de las inversiones, que contengan nombre y domicilio de los clientes, volumen **estimado** de producto, precio estimado, lugares y periodos de entrega recepción, forma y plazo de pago para los productos a generar con el proyecto.

f. Estudios de mercado realizados (en su caso).

g. Estimación de beneficios económico del proyecto.

h. Resultados del análisis para decidir clientes y/o proveedores, en su caso.

i. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), en su caso.

j. Mercado objetivo, en su caso.

8. Análisis Financiero

a. Evaluación financiera del proyecto, la cual debe contener flujo de efectivo, el cálculo de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), Punto de equilibrio (PE) y el Valor Actual Neto (VAN) desglosando todos sus componentes y

anexando documentación que soporte dicho cálculo (incluir el archivo Excel considerado para los cálculos efectuados). Así mismo deberá incluir el análisis de sensibilidad, relación utilidad o beneficio costo. **Nota: La hoja de cálculo no debe de estar protegida. Debe permitir verificar los cálculos y fórmulas que se presentan dentro del horizonte del análisis financiero.**

b. Presupuestos, composición y programa de inversiones y financiamiento complementario de algún intermediario financiero o de otro tipo (en su caso).

c. Proyección financiera actual y proyectada a 5 años (ingresos/egresos).

d. Descripción de costos (fijos y variables).

e. Necesidades de inversión.

f. Para infraestructura: el Estado de Resultados y Balance del ejercicio inmediato anterior y Estados Financieros Proforma para los primeros tres años del proyecto.

g. Copia(s) del (de los) balance(s) general(es) y del (de los) estado(s) de resultados, en su caso.

h. Cartas de autorización o compromiso de las instituciones financieras participantes en el financiamiento del proyecto (en su caso).

9. Activos

a. Inventario de Activos Fijos (construcciones, terrenos agrícolas y ganaderos, inventarios de equipos, semovientes y otros, de ser el caso).

10. Descripción y análisis de Impactos esperados

a. Incremento en los niveles de capitalización (descriptivo).

b. Incremento porcentual esperado en el volumen de producción, especificando kilogramos o toneladas producidas actualmente y por producir.

c. Número esperado de empleos a generar con el proyecto (directos e indirectos permanentes y temporales por género) o en el caso de Promoción Comercial los que ya se generan, así como el número y tipo de empleos generados.

d. Incremento en los rendimientos (en su caso).

e. Reducción estimada de los costos.

f. Comparativo con y sin el proyecto.

g. Para PRODEZA y COUSSA además tenencia de la tierra, población total de la localidad apoyada o la que se apoyará, población económicamente activa, número de mujeres y hombres.

h. Para Comités Sistema Producto, logros en la competitividad de la cadena en el año inmediato anterior.

i. Nivel de Prioridad.

11. Análisis de la situación ambiental, en su caso.

a. Descripción y análisis de la situación actual del uso de los recursos, disposición de los desechos e impacto ambiental de la empresa.

b. Condiciones y mecanismos de utilización de equipos de energías alternativas.

c. Plan y estrategias de sustentabilidad ambiental de la empresa, en su caso.

d. Estudio del impacto ambiental, en su caso.

e. En su caso, permisos y autorizaciones de las Entidades Normativas sobre la preservación del medio ambiente (en el caso de proyectos de bioenergía y fuentes alternativas sólo aplica este punto de los aspectos ambientales).

f. Descripción de los componentes de conservación del medio ambiente, utilización de las energías alternativas y mejoras de eficiencia energética.

g. En su caso, flora y fauna (nociva).

12. Para PRODEZA:

Manejo y aprovechamiento actual de recursos naturales.

Inventario de obras de conservación de suelo y agua.

- Manejo actual de los cultivos (según aplique).
- Parámetros productivos pecuarios (según aplique).
- Caracterización de agostaderos (según aplique).
- Manejo pecuario actual (según aplique).

a. Manejo del agostadero.

b. Alimentación del ganado

c. Reproducción del ganado.

d. Manejo genético y Manejo sanitario.

- Dinámica territorial.

a. Identificación de interrelaciones, de debilidades y potencialidades, de procesos de agregación de valor, de mercados meta y sus actores, así como de indicadores de competitividad.

13. Conclusiones y recomendaciones (respecto de cada uno de los puntos señalados).

14. Anexos del Proyecto, en su caso.

Para PRODEZA, además, dictamen sobre la viabilidad de la ejecución del proyecto por los beneficiarios, considerando además de los puntos del guión, aspectos previsibles de conflicto social, falta de permisos y normas aplicables, entre otros.).

Al Programa de Fomento a la Agricultura le aplican los puntos: **1; 2; 3; 4; 5 c, d, e; 6 a, b, c, f, h, i, j, k; 7 a, c, e, f, g; 8 a, b, c, d, e, h; 9; 10 a, b, c, d, e, f; 11 a, b, c, e; 13; 14.**

Al Programa de Innovación, Investigación, Desarrollo Tecnológico y Educación (PIDETEC), le aplican los puntos: **1; 2; 3; 4; 5 a, b, c, d, e, f, g, h, i; 6 a, b, h, p, s; 7 a, e; 8 d; 10 c, g.**

Al Programa de Fomento Ganadero, le aplican los puntos: **1; 2; 3; 4; 5 a, b, c, d, f, g, e; 6 a, b, h, s, p; 7 a, b, c, d, e, f, g, h; 8 a; 9; 10 c.**

Al Programa de Productividad y Competitividad Agroalimentaria, le aplican los puntos: **1; 2; 3; 4; 5 b, c, d, e, f, g; 6 a, b, c, d, f, g, h, i, j, k, l, m, n, p, q, r; 7 a, b, c, d, e, f, h; 8 a, b, c, d, e, g, h; 9; 10 a, b, c, d, e, f; 11 a, b, c, d, e, f; 13; 14.**

Al Programa de Comercialización y Desarrollo de Mercados, le aplican los puntos: **1; 2; 3; 4; 5 a, b, c, d, e, f, g, i; 6 a, b, c, d, f, g, h, i, j, k, l, n, o, p; 7 a, b, c, d, e, f, h, i y j; 8 a, b, c, d, e, f, g; 9; 10 a, b, c, d, e, f; 11 a, b, c, d, e; 13; 14.**

Al componente Promoción Comercial le aplican los puntos: **2; 3; 4; 5 c, e, j; 6 b, f, h, p, t; 7 a, i, j; 8 a, d; 10 c; 13.**

Al Programa Integral de Desarrollo Rural, le aplican los puntos: **1; 2; 3; 4; 5 i, e; 6 a, b, c, d, f, h, k, l, l.1, l.2, l.3, n, p, u, v; 7 a, b, c; 8 a, c, d; 10 h, g; 11 d; 12; 13; 14.** A los proyectos COUSSA, no les aplican los puntos 7 y 8 y sus incisos. A Agricultura familiar, periurbana y de traspatio solo le aplican los puntos **2; 3; 4; 5, e; 6, a1, b, c1; 7 b; 8 c; 11 a, c.**

Al Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola, le aplican los puntos: **1; 2; 3; 4; 5 b, c, d, e, f, g; 6 a, b, c, e, f, g, h, i, j, k, l, n; 7 a, b, c, d, e, f, g; 8 a, b, c, d, e, f; 9; 10 a, b, c, d, e, f; 11 a, b, c; 13; 14.** A sistemas Producto Pesqueros y Acuícolas le aplican los puntos: **3; 4; 5 c, d, e, k, l; 6 a, a.1, c, f, h, i, t; 7 b; 10 i, j.**

A los programas, Fondo para el Apoyo a Proyectos Productivos en Núcleos Agrarios (FAPPA) y Programa de Apoyo para la Productividad de la Mujer Emprendedora (PROMETE), les aplican los siguientes puntos: 1; 2; 3; 4; 5 b, c, i; 6 a, b, c, f, h, k, n, p, s, t, w; 7 a, d, f, i, j; 11 a, c, d, g.

Para los componentes que no les aplique algún punto, se deberá señalar con las siglas N/A.

“Este Programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa.”

5. COMPONENTES e INCENTIVOS (CONCEPTOS DE APOYO) SOLICITADOS:

| 5.1 Apoyo solicitado | | | | Monto en pesos | | | | | Inversión TOTAL | Descripción (opcional) |
|------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------|
| Concepto de apoyo solicitado | Sub concepto de apoyo solicitado | Unidad de medida | Cantidad Solicitada | Apoyo federal solicitado | Apoyo estatal solicitado | Aportación del Productor | Otras fuentes de financiamiento | | | |
| | | | | | | | Crédito | Otro apoyo gubernamental | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

| ¿Recibió incentivos o apoyos de los programas o componentes de la SAGARPA en años anteriores? | | | | |
|---|----|--|-------|-----|
| SÍ | NO | ¿Cuál(es) Programa(s) o componente(s)? | Monto | Año |
| | | | | |
| | | | | |

5.2 Datos complementarios para componentes y conceptos de apoyo que no requieren proyecto:

| Conceptos: | Datos técnicos mínimos necesarios | | | |
|------------|-----------------------------------|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Notas:

Disminución del Esfuerzo Pesquero.-

Datos de Permisos

Tipo de título: Permiso _____ Concesión _____

Número de Permiso o Concesión de camarón: _____

Vigencia: _____ al _____
 (DD/MM/AAAA) (DD/MM/AAAA)

Otros Permisos o Concesiones:

No. _____ Especie: _____ Vigencia del _____ al _____

No. _____ Especie: _____ Vigencia del _____ al _____

No. _____ Especie: _____ Vigencia del _____ al _____

Datos de Embarcación:

Nombre de la Embarcación: _____ No. de Matrícula: _____

Clave RNPYA: _____ Puerto Base: _____

Características de la Embarcación:

Año de construcción: _____ Eslora (m): _____ Manga (m): _____ Puntal (m): _____

Toneladas brutas: _____ Toneladas netas: _____ Capacidad de acarreo (TM): _____

Capacidad de bodega (m³): _____ Sistema de conservación: _____

Características del Motor:

Marca: _____ Modelo: _____ Serie: _____ Potencia (HP): _____

| Nombre de la embarcación | RNP del B/M | Incentivo Federal Solicitado | Aportación del Productor | Inversión TOTAL | No. de permisos de pesca | Especie | Años en los que recibió apoyo | No. certificado de seguridad marítima | Vigencia de certificado de seguridad marítima |
|--------------------------|-------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|---------|-------------------------------|---------------------------------------|---|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Programa de Productividad Pesquera y Acuícola:

Modernización de embarcaciones menores.- El solicitante deberá señalar los conceptos de apoyo solicitados, anotando las características básicas del bien a adquirir y del que se sustituye (sustituye Motor nuevo: potencia en HP, marca y modelo; Motor a sustituir: potencia en HP, marca y modelo, número de serie, Gasto actual de gasolina, lubricantes y mantenimiento; Embarcación nueva: eslora, manga, material de construcción; Embarcación a sustituir: eslora, manga, material y año de construcción; Equipo de conservación: capacidad en kg, características del mismo; Equipo satelital marca y modelo; Cotización del equipo solicitado) sustituye Motor nuevo: potencia en HP, marca y modelo; Motor a sustituir: potencia en HP, marca y modelo, número de serie, Gasto actual de gasolina, lubricantes y mantenimiento; Embarcación nueva: eslora, manga, material de construcción; Embarcación a sustituir: eslora, manga, material y año de construcción; Equipo de conservación: capacidad en kg, características del mismo; Equipo satelital marca y modelo; Cotización del equipo solicitado).

Modernización de Embarcaciones Pesqueras.- El solicitante deberá señalar los conceptos de apoyo solicitados, anotando las características básicas (nombre de la embarcación, RNP, número de permiso de pesca, especie, años en los que recibió apoyo, número de certificado de seguridad marítima y vigencia).

Energéticos Pesqueros y Acuícola.- El solicitante deberá señalar los datos básicos de la embarcación o instalación (ejemplo, para embarcaciones: Clave RNPA, nombre del activo o unidad productiva, matrícula SCT, tipo de motor (gasolina o diésel), HP, en su caso, capacidad del tanque, número de permiso o concesión, vigencia (inicio – fin), tipo de pesquería; ejemplo para instalaciones acuícolas-granjas o laboratorios: nombre de la instalación, actividad o tipo de cultivo (engorda de camarón, producción de crías, postlarvas, semillas), extensivo, semi extensivo, intensivo con o sin energía eléctrica, capacidad de almacenamiento del tanque de combustible en lt. Ha. de espacio en operación y abierto a producción, densidad de siembra, especies en producción, producción anual esperada, detalle y consumo anual de diésel en bombas y calderas (ejemplo. Cantidad de motores o calderas, marca, potencia en HP., litros por hora, horas/día, días/año, consumo anual). Para embarcaciones de maricultura, señalar también datos básicos que permitan a la Unidad Responsable valorar la pertinencia del estímulo solicitado (ejemplo. Clave RNPA, nombre de la instalación, superficie de operación en hectáreas, cantidad de cercos, coordenadas de la ubicación de la instalación de maricultivo, duración del ciclo productivo en días, número de permiso o concesión, vigencia (inicio y fin), especie, en su caso, RNPA de la embarcación que opera en la instalación de maricultivo, nombre de la embarcación, tipo de faena (arrastre o mantenimiento), matrícula, HP, capacidad del tanque de combustible, embarcación propia o rentada, periodo de operación de la embarcación (inicio y fin).

Disminución del Esfuerzo Pesquero.- El solicitante deberá señalar los datos básicos de la embarcación (datos del permiso, título o concesión de camarón, vigencia (inicio-fin), otros permisos o concesiones, señalando el número, la especie y la vigencia, datos de la embarcación, nombre de la misma, número de matrícula, clave RNPA, puerto base, año de construcción, eslora y manga en mts., puntual, toneladas brutas y netas, capacidades de acarreo T.M., capacidad de bodega en metros cúbicos, sistema de conservación, características del motor, número de serie, modelo, marca, potencia en HP.

Programa de Comercialización y Desarrollo de Mercados:

Coberturas compra.- El solicitante deberá señalar los datos básicos de compra (ejemplo. Fecha de compra, folio de cobertura con dígito, tipo de operación (compra-liquidación), tipo de operación (put-call), producto, mes de vencimiento, modalidad de cobertura, toneladas a cubrir, esquema de cobertura, precio de ejercicio seleccionado (ASERCA, mayor, menor), número de contratos, costo por contrato en dólares, precio de Cts/Dls. Por ejercicio y por tipo, costo total tipo de cambio pesos/dólares, costo total en pesos, prima tabla, aportación de la Unidad Responsable en porcentaje, cantidad de depósito del participante a la cuenta de ASERCA (pesos o dólares), señalar si desea elegir la correduría que tomará su cobertura, (en caso de señalar que sí, deberá indicar alguna de las tres que ASERCA determina y que son BNP Paribas o FCStone o JP Morgan).

Coberturas Producción.- El solicitante deberá señalar la producción estimada en toneladas y el mes.

Rolado servicios.- Deberán señalar los datos básicos (fecha de compra, folio de cobertura y su dígito, el folio de rolado servicios y su dígito).

Liquidación.- Se deberán señalar los datos básicos (ej. Si es liquidación total o parcial y en su caso, número de parcialidad, número de contrato a liquidar, tipo de moneda).

Compra de Rolado/servicios.- Se deberán señalar los datos básicos (ej. Tipo de operación (put o Call), el ciclo, producto, mes de vencimiento, modalidad de cobertura (ver RO), toneladas a cubrir, esquema de cobertura, precio de ejercicio seleccionado (ASERCA, mayor o menor), equivalencia en número de contratos, costo total en dólares, precio Cts/Dls por ejercicio, costo total, ejercicio, número de contratos, prima de compra para cada contrato y tipo de cambio.

En el caso de las solicitudes de pago (compradores), el solicitante deberá presentar los datos siguientes: producto y total de toneladas y monto del incentivo.

Para inscripción (compradores), incluir en la solicitud, el número de contrato registrado en ASERCA, el domicilio de la bodega, la clave de la bodega (registro del padrón de ASERCA) y el volumen en toneladas que puede captar.

En el caso de ser una solicitud de inscripción y de pago (productores), deberá señalar folio de (los) predio (s), tipo de posesión, vigencia de la misma, cultivo y variedad, régimen hídrico, documento de acreditación, fecha de vencimiento, superficie sembrada y cosechada en ha., comprobante fiscal, tipo de comprobante fiscal, RFC y fecha del comprobante fiscal, RFC, y nombre o razón social del comprador, volumen peso neto analizado referido en ton., precio unitario, importe del comprobante fiscal, medio de pago, banco, folio pagado, fecha de pago, importe, RFC y nombre del emisor, clave de bodega (registrada en el padrón de ASERCA), nombre de la bodega y volumen expresado en ton.

6. REQUISITOS GENERALES (RELACIÓN DE DOCUMENTOS ENTREGADOS QUE NO ESTÉN EN EL EXPEDIENTE)

Para concluir con el registro de su solicitud, deberá presentar en la ventanilla correspondiente, la presente solicitud firmada y acompañarla con los siguientes requisitos:

6.1 Generales:

- a. Localización geográfica del proyecto (Entidad Federativa, Municipio y localidad, en su caso, núcleo agrario, coordenadas georreferenciadas, así como la localización específica del proyecto o micro localización de acuerdo a la norma técnica del INEGI). Para PRODEZA, VOSC y COUSSA, además: clima, suelo, condiciones climáticas, vegetación, fuentes de aprovisionamiento de agua, condiciones socio ambiental, asociaciones vegetales, agro diversidad productiva, según aplique.

Para Tecnificación del Riego, coordenadas de la poligonal perimetral del sistema de riego proyectado o del drenaje (sistema de coordenadas UTM, WGS84), fotografías del punto donde se propone se incorporará el sistema de riego a la fuente de abastecimiento propuesta o del drenaje, (anexar 3 fotografías en distintos ángulos procurando abarcar aspectos reconocibles en el predio como son: pozo, bombas, líneas eléctricas, tuberías, estanques, edificaciones, etc.). **Nota: las fotografías deben tener fecha en que fueron tomadas.**

- b. En su caso, avalúo por perito autorizado por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores para el caso de adquisición de infraestructura.

Para PRODEZA, VOSC y COUSSA: en proyectos que consideren obras de captación y almacenamiento de agua cuya unidad de manejo contemple una microcuenca debe presentar los siguientes puntos:

| Requisitos personas físicas: | Sí | No | Requisitos personas morales: | Sí | No |
|---|-----------|-----------|--|-----------|-----------|
| Identificación Oficial. (Identificación oficial expedida por el IFE o INE, pasaporte vigente, cédula profesional o cartilla de servicio militar nacional | | | Acta constitutiva (en su caso, Instrumento notarial donde consten modificaciones a ésta y/o a sus estatutos). Debidamente inscrita en el Registro Público de la Propiedad. | | |
| RFC, en su caso | | | RFC. | | |
| CURP | | | Acta notariada de instancia facultada para nombrar autoridades o donde conste el poder general para pleitos y cobranzas y/o | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | actos de administración o de dominio (en su caso). | | |
| Comprobante de domicilio Fiscal | | Comprobante de Domicilio fiscal así como del representante legal. | | |
| Comprobante de la legal posesión del predio. Para el caso del incentivo de Disminución del Esfuerzo Pesquero, corresponde a Embarcación o Buque Motor. | | Comprobante de la legal posesión del predio. | | |
| Identificación Oficial del representante legal, en su caso. | | Listado de beneficiarios, con sus datos generales | | |
| | | Identificación oficial del representante legal, deberá de coincidir con la CURP. | | |
| | | CURP del representante legal. | | |
| Requisitos grupos informales | | Instituciones | | |
| Acta de asamblea en la que se acuerda la integración de la organización | | Documento legal de la Institución | | |
| Documentación del apoderado o representante legal para cualquiera de las figuras: | | | | |
| Identificación oficial del representante o apoderado legal. | | CURP del representante o apoderado legal. | | |
| Comprobante de domicilio del representante o apoderado legal | | Poder general del apoderado o representante legal | | |

C. Para el Componente VOSC, los proyectos deberán:

c.1.- Fomentar el desarrollo de capacidades, habilidades y prácticas técnicas, organizacionales y gerenciales de la población rural; así como de acceso al conocimiento, la información y el uso de tecnologías modernas para mejorar la disponibilidad, el acceso y la utilización de los alimentos,

c.2.- Evidenciar la disponibilidad, el acceso, la utilización y/o la estabilidad de los alimentos (a través de los indicadores).

c.3.- Incluir el Desarrollo de Capacidades y Habilidades según lo requieran, con la finalidad de ampliar la vida en la actividad empresarial.

6.2 Requisitos específicos en su caso, correspondientes al componente (copia simple y original para cotejo):

| Requisito | Sí | No |
|-----------|----|----|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

7. DECLARACIONES DEL SOLICITANTE

Declaro bajo protesta de decir verdad:

- a) Que no realizo actividades productivas ni comerciales ilícitas.
- b) Que estamos al corriente con las obligaciones requeridas por la Secretaría en las presentes Reglas de Operación.
- c) Que aplicaremos los incentivos únicamente para los fines autorizados, y que, en caso de incumplimiento por nuestra parte, la consecuencia será la devolución del recurso y los productos financieros; así como la pérdida permanente del derecho a la obtención de incentivos de la Secretaría.
- d) Que estoy al corriente en mis obligaciones fiscales. Sí () No ()
- e) Que estoy exento de obligaciones fiscales. Sí () No ()
- f) Con fundamento en el artículo 35 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo acepto la recepción de notificaciones relacionadas con la presente solicitud a través de la página electrónica de la Secretaría (www.sagarpa.gob.mx) y/o de la página electrónica de la Instancia Ejecutora, la cual me comprometo a revisar periódicamente.
- g. Para PRODEZA, VOSC y COUSSA además tenencia de la tierra, población total de la localidad apoyada o la que se apoyará, población económicamente activa, número de mujeres y hombres.
 - h) Conforme a lo establecido en las presentes Reglas de Operación de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, manifiesto bajo protesta de decir verdad que no he recibido o estoy recibiendo incentivos de manera individual u organizada para el mismo concepto del Programa, Componente u otros programas de la Secretaría, que impliquen que se dupliquen incentivos para el mismo concepto de este programa (salvo que se trate de proyectos por etapas).
 - i) Manifiesto que los datos son verídicos y me comprometo a cumplir con los ordenamientos establecidos en las Reglas de Operación y Lineamientos correspondientes, así como de toda la legislación aplicable.
 - j) Expreso mi total y cabal compromiso, para realizar las inversiones y/o trabajos que me correspondan, para ejecutar las acciones del proyecto aludido hasta la conclusión.
 - k) Eximo a la Secretaría de toda responsabilidad derivada del depósito del importe del incentivo que se me otorgue, [en la cuenta bancaria que se precisa con antelación], toda vez que los datos que de ella he proporcionado son totalmente correctos y vigentes, en cuanto la Secretaría efectúe los depósitos del importe que me corresponda, me doy por pagado. En caso de reclamación del depósito, para comprobar que el pago no se ha efectuado, me comprometo a proporcionar los estados de cuenta emitidos por el banco que la Secretaría requiera; con este documento me hago sabedor de que la Secretaría se reserva el derecho de emitir el incentivo mediante otra forma de pago; cuando así lo determine autorizo al banco para que se retire los depósitos derivados de los programas de la Secretaría efectuados por error en mi cuenta, así como los que no me correspondan o los que excedan al incentivo al que tengo derecho y sean reintegrados a la cuenta bancaria del Programa correspondiente.
 - l) La entrega de la presente solicitud, así como de la documentación solicitada, no implica aceptación u obligación del pago de los incentivos por parte de la Secretaría, los órganos sectorizados y las instancias ejecutoras.
- m)→El que suscribe _____, bajo protesta de decir verdad, manifiesto que los ingresos que percibo son insuficientes para adquirir los alimentos de la canasta básica, por lo que me encuentro en condición de pobreza alimentaria, de tal forma que solicito apoyo del Componente Agricultura Familiar para instalar un huerto para la producción de alimentos al interior de mi vivienda.

n) TITULAR DE LA PRESENTE: _____

Los que suscribimos, representantes de _____, bajo protesta de decir verdad, manifestamos que formamos parte de la población objetivo del "Componente Desarrollo Integral de Cadenas de Valor" Estratos (E1, E2, E3, E4, Diagnóstico del Sector Rural y Pesquero, FAO-SAGARPA 2012) y solicitamos participar de los apoyos y beneficios que el Gobierno Federal, otorga a través de dicho Componente, para lo cual proporcionamos nuestros datos y documentos requeridos, señalando que son verídicos, comprometiéndome a cumplir con los criterios y requisitos de elegibilidad establecidos.

8. OBSERVACIONES en su caso.

9. FIRMAS:

**Sello de la
ventanilla**

9.1 Nombre completo y firma o huella digital del o los solicitantes

9.2 Nombre completo y firma del representante legal (o en su caso del representante del Grupo)

**9.3 Nombre completo, firma y cargo del funcionario receptor
(indicar Instancia Ejecutora a la que pertenece)**

Lugar y Fecha

“Los datos personales recabados serán protegidos e incorporados y tratados en el sistema de datos personales “base de datos de beneficiarios de programas de apoyo” con fundamento en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, así como la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y cuya finalidad es proporcionar información sobre los beneficiarios de los diversos programas de incentivo, a efecto de dar protección a los datos de los beneficiarios de los apoyos de los programas y componentes”.

Al Programa Integral de Desarrollo Rural y a los proyectos productivos de generación de ingresos del PESA con un monto superior a \$150,000.00, le aplican los puntos: 1; 2; 3; 4; 5 i, e; 6 a, b, c, d, f, h, k, l, l.1, l.2, l.3, n,

p, u, v; 7 a, b, c; 8 a, c, d; 10 h, g; 11 d; 12; 13; 14. A los proyectos COUSSA y obras y prácticas de conservación y uso sustentable de agua del componente PESA, no les aplican los puntos 7 y 8 y sus incisos. Agricultura familiar, periurbana y de traspatio sólo le aplican los puntos 2; 3; 4; 5, e; 6, a1, b, c1; 7 b; 8 c; 11 a, c. Para los proyectos productivos de producción de alimentos de PESA, con un monto inferior a \$100,000.00 se utilizará el formato de proyecto simplificado. Para el caso del Componente Desarrollo Integral de Cadenas de Valor, le aplican los puntos: 1; 2; 3; 4; 5 a, b, c, d, e, f, h, i, j, k, l; 6 a, b, 1, c, d, e, f, h, i, j, k, l, m, n, o, p, u, w; 7 a, b, c, d, e, f, g, h, i, j; 8 a, b, c, d, e, f, g, h; 9 a; 10 a, b, c, d, e, f, g; 11 a, b, c, d, e, f; 12; 13 y 14. Para el Componente Vinculación con Organismos de la Sociedad Civil no aplican los puntos 5j, 6g, r, x, y.

“Este Programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido su uso para fines distintos a los establecidos en el Programa.”

Anexo 2: Cotización de invernadero



NORTH AMERICAN ALLIED LLC
CASAS SOMBRA - INVERNADEROS- MACROTUNELES



INVERNADEROS I-GROW

SU MEJOR SOLUCIÓN PARA ESPACIOS PEQUEÑOS.

El I-GROW es sin duda, el invernadero más refinado en su tipo y con los mejores acabados. Ampliamente recomendado para la investigación y desarrollo de nuevas técnicas de cultivo, hidroponía, etc.

Ideal para:

- . La Germinación de semillas.
- . Enraizamiento de estacas.
- . Producción de flores.
- . Hortalizas.
- . Plantas de ornato.
- . Especies forestales.
- . Exhibición y venta de plantas.

Es el resultado de muchos años de investigación y pruebas de varios diseños y sistemas constructivos. Concebido para que el propio usuario lo ensamble con su instructivo de montaje. Resistente y a un bajo costo. Maximiza la productividad y el espacio útil, propiciando el adecuado medio ambiente a los cultivos. Su fuerte estructura de acero galvanizado, es fácil y rápida de ensamblar.

PRINCIPALES VENTAJAS

- Máxima utilización de la superficie cubierta.
- Excelente control ambiental.
- Cortinas enrollables.
- Malla anti-insectos en ventilas laterales.
- Resistencia a vientos.
- Fabricado con acero galvanizado.
- 100 % desarmable.

CARACTERÍSTICAS ÚNICAS

La combinación de columnas verticales con arco gótico, lo hacen un invernadero estético, funcional y económico.

ESTRUCTURA

Puede ser instalada en forma permanente al suelo o atornillada con soportes para desarmar fácilmente. Está fabricada con perfiles cuadrados de 1.25" y 1.5" en calibre de 2 mm con ensambles telescópicos.

VENTILACIÓN

Está provisto de cortinas enrollables por medio de manivela. Las ventanas están protegidas con malla anti-insectos color cristal 25 x 25 hilos/pulgada.

CUBIERTA

Se suministra con Polietileno tratado contra rayos Ultra Violeta, Cal. 720, difuso 30% sombra; sujetado con nuestro sistema poly-grap de alta eficiencia y seguridad. Opcionalmente se ofrece con otros tipos de polietileno, doble capa inflada o mallas.

NOTA: La altura del invernadero es de 3.84 mts al punto más alto del arco.



PAQUETE PARA ARMAR

| MODELO | DIMENSIONES | SUPERFICIE (m²) |
|---------------|--------------------|-----------------------------------|
| I-GROW | 6 X 5 m | 30 |
| | 6 X 10 m | 60 |
| | 6 X 15 m | 90 |
| | 6 X 20 m | 120 |
| | 6 X 25 m | 150 |
| | 6 X 30 m | 180 |
| | 6 X 35 m | 210 |
| | 6 X 40 m | 240 |
| | 6 X 45 m | 270 |
| | 6 X 50 m | 300 |
| | 6 X 55 m | 330 |
| 6 X 60 m | 360 | |



NORTH AMERICAN ALLIED LLC
CASAS SOMBRA - INVERNADEROS- MACROTUNELES

| MODELO | DIMENSIONES | SUPERFICIE (m2) | PRECIO M.N. |
|---------------|--------------------|----------------------------|------------------------|
| I-GROW | 6 X 5 m | 30 | \$ 22,104.60 |
| | 6 X 10 m | 60 | \$ 26,602.80 |
| | 6 X 15 m | 90 | \$ 32,851.00 |
| | 6 X 20 m | 120 | \$ 40,332.60 |
| | 6 X 25 m | 150 | \$ 47,861.80 |
| | 6 X 30 m | 180 | \$ 55,399.40 |
| | 6 X 35 m | 210 | \$ 62,881.00 |
| | 6 X 40 m | 240 | \$ 70,364.00 |
| | 6 X 45 m | 270 | \$ 77,844.20 |
| | 6 X 50 m | 300 | \$ 84,142.80 |
| | 6 X 55 m | 330 | \$ 93,111.20 |
| 6 X 60 m | 360 | \$100,611.00 | |

PRECIOS MAS IVA
LAB TEXCOCO, EDO. DE MEXICO