

Manual técnico de producción hidropónica para el Hotel Santa María de Comayagua, Comayagua, Honduras

Luis Alex Berrus Zhumi

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

Manual técnico de producción hidropónica para el Hotel Santa María de Comayagua, Comayagua, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Administración de Agronegocios en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Luis Alex Berrus Zhumi

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2019

Manual técnico de producción hidropónica para el Hotel Santa María de Comayagua, Comayagua, Honduras

Luis Alex Berrus Zhumi

Resumen. A lo largo del tiempo la industria agrícola ha estado en constante crecimiento. El principal factor que demanda a los productores el cambio hacia sistemas más eficientes de producción son los altos costos de insumos para la producción convencional de cultivos hortícolas a nivel de Centro América. De aquí nace la idea del hotel Santa Maria de Comayagua para producir un cultivo mucho más eficiente, con el uso de sistemas hidropónicos implementados en el terreno ocioso del cual son dueño. La finalidad del proyecto es sustituir la compra de algunos productos que requiere el restaurante de su hotel y del mismo modo tener un atractivo turístico para las personas que se hospeden en él. El objetivo del estudio es la implementación de un manual de producción hidropónica para la realización de un proyecto de producción de berenjena, chile morrón, tomate manzano, lechuga escarola, culantro y perejil, bajo dos sistemas hidropónicos diferente. Los resultados del estudio indican que para los tres primeros cultivos es necesario la utilización de un sistema de producción en sustrato ya que son cultivos que requieren de algún tipo de tutorio para su crecimiento, del mismo modo para los tres cultivos restantes el sistema a usar, es el NFT, ya que este sistema es mayormente utilizado para cultivos de menor tamaño, y que no requieren algún tipo de apoyo para su crecimiento.

Palabras clave: Implementación hidropónica, manual de producción, sistema hidropónico.

Abstract. Over time, the agricultural industry has been constantly growing. Trends such as high input costs for conventional horticultural crop production at the Central American level is one of the main factors requiring producers to switch to more efficient production systems. This is where the idea of Hotel Santa Maria de Comayagua was born to produce a much more efficient crop, with the use of hydroponic systems implemented in the idle terrain of which they own, in order to replace the purchase of some products required by the restaurant of your hotel and in the same way to have an attractive center for the people who stay there. This is why the objective of the study is the implementation of a hydroponic production manual for the realization of a project of production of eggplant, bell pepper, apple tomato, scarole lettuce, cilantro and parsley, under two different hydroponic systems. The results of the study indicate that for the first three crops it is necessary to use a production system in substrate since they are crops that require some kind of tutoring for their growth, similarly for the three remaining crops the system to use, is the NFT, as this system is mostly used for smaller crops, and they do not require any support for their growth.

Key words: Hydroponic implementation, production manual, hydroponic system

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros.....	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGIA	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	4
4. CONCLUSIONES.....	32
5. RECOMENDACIONES	33
6. LITERATURA CITADA	34
7. ANEXOS	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Temperaturas críticas para berenjena en las distintas fases de desarrollo.....	4
2. Requerimiento nutricional del cultivo de berenjena por ciclo de producción en base a los fertilizantes.....	5
3. Temperaturas críticas para chile morrón en distintas fases de desarrollo.	5
4. Requerimientos nutricionales del cultivo de chile morrón por ciclo de producción en base a los elementos.....	6
5. Temperaturas críticas para el cultivo de tomate	7
6. Requerimientos nutricionales del cultivo de Tomate manzano por ciclo de producción en base a los fertilizantes y elementos	7
7. Temperaturas críticas para lechuga escarola	8
8. Requerimientos nutricionales del cultivo de lechuga escarola por ciclo de producción en base a los elementos.....	9
9. Temperaturas críticas para el cultivo de culantro.....	9
10. Requerimiento nutricional del cultivo de culantro por ciclo de producción en base a los fertilizantes.....	10
11. Solución nutritiva homogenizada para producción de perejil	11
12. Tiempo de germinación de cultivos a producir	18
13. Plántulas necesarias en cámara de germinación para la demanda mensual del hotel	18
14. Fertilizantes a usar en un litro de agua para las 4 etapas del ciclo productivo días después del trasplante para el cultivo de tomate manzano.....	26
15. Fertilizantes a usar en un litro de agua para las 4 etapas del ciclo productivo días después del trasplante para el cultivo de chile morrón	27
16. Fertilizantes a usar en un litro de agua para producción de lechuga, perejil y culantro.....	27

Figuras	Página
1. Mezcla de sustrato sólido hidropónico listo para ser utilizado, siendo Cascarilla de arroz + Fibra de Coco + Carbón vegetal.....	14
2. Localización del proyecto en el área del hotel.	15
3. Bandejas con hoyos individuales para semilleros	17
4. Esquema ilustrado para hidroponía en sustrato.	19
5. Esquema para instalación de sistema NFT	20
6. Esquema ilustrado para la siembra de los cultivos dentro del invernadero.....	21

Anexos	Página
1. Cuadro de Flujo de demanda.....	37
2. Cuadro de precios mensuales.	37
3. Lista de cotejo para identificación de puntos críticos antes de producir.....	38
4. Simbología usada para el plan de siembra, cosecha y calendario de producción.....	38
5. Calendario de producción y Distanciamiento de 4 hileras para el cultivo de berenjena.....	38
6. Rendimiento utilizado para calcular el número de plantas necesarias para el plan de siembra y cosecha del cultivo de berenjena, en base a un cultivo de 10000 plantas/ha con una producción de 33000 lb/ha, con reducción en el rendimiento por planta de 0.37 lb por planta.....	39
7. Plan de siembra y cosecha de 52 semanas, en 16 cosechas para el cultivo de berenjena.....	39
8. Calendario de producción y Distanciamiento de 4 hileras para el cultivo de Chile morrón.....	39
9. Rendimiento utilizado para calcular el número de plantas necesarias para el plan de siembra y cosecha del cultivo de chile morrón, en base a un cultivo de 1600 plantas/invernadero con una producción de 1200 libras/invernadero, con reducción en el rendimiento por planta de 0.08 lb por planta.....	39
10. Plan de siembra y cosecha de 52 semanas, en 16 cosechas para el cultivo de chile morrón.....	40
11. Calendario de producción y Distanciamiento de 4 hileras para el cultivo de tomate manzano.....	40
12. Rendimiento utilizado para calcular el número de plantas necesarias para el plan de siembra y cosecha del cultivo de tomate manzano, en base a un cultivo de 1600 plantas/invernadero con una producción de 1500 libras/invernadero, con reducción en el rendimiento por planta de 0.092 lb por planta.....	40
13. Plan de siembra y cosecha de 52 semanas, en 16 cosechas para el cultivo de tomate manzano.....	41
14. Calendario de producción y distanciamiento de 4 hileras para el cultivo de lechuga.....	41
15. Rendimiento utilizado para calcular el número de plantas necesarias para el plan de siembra y cosecha del cultivo de lechuga, en base a un rendimiento por planta de 0.4 lb/planta para producir semanalmente 22.8 libras. El plan de siembra y cosecha se repite hasta semana 52 que termina en diciembre.	41
16. Calendario de producción y Distanciamiento de 4 hileras para el cultivo de Culantro y perejil.	42
17. Rendimiento utilizado para calcular el número de plantas necesarias para el plan de siembra y cosecha del cultivo de culantro, en base a un cultivo de 5 plantas/m ² con una producción de 0.17 lb/m ² , de tal manera que se necesitan 100 plantas para la producción de 2.3 lb semanales. El plan de siembra y cosecha se repite hasta la semana 52 que termina en diciembre.....	42

18. Rendimiento utilizado para calcular el número de plantas necesarias para el plan de siembra y cosecha del cultivo de perejil, en base a un cultivo de 5 plantas/m ² con una producción de 0.15 lb/m ² , de tal manera que se necesitan 67 plantas para la producción de 1.15 lb por semana. El plan de siembra y cosecha se repite hasta la semana 52 que termina en diciembre.	42
19. Color óptimo para cosecha de fruto de berenjena.	42
20. Color óptimo (verde y pintón) para cosecha de fruto de chile morrón.	43
21. Color óptimo para cosecha de fruto de tomate manzano.	43
22. Punto óptimo de cosecha de lechuga escarola.....	43
23. Punto óptimo de cosecha de culantro	44
24. Punto óptimo de cosecha de perejil	44
25. Compost. Producto final del manejo de desechos.	44
26. Utilización de la hoja de cálculo para la adaptación de un posible incremento del área de producción.....	45

1. INTRODUCCIÓN

Hidroponía es una palabra derivada del griego Hidno, lo cual significa agua y Ponnos que significa labor, dando como significado final la producción o labor en agua. La hidroponía es una ciencia que estudia la producción de un cultivo vegetal o frutal en un ambiente sin suelo, es decir una producción por flujo equilibrado de agua por las raíces de los cultivos. La hidroponía existe desde hace millones de siglos atrás, datos científicos dicen que es mucho más antiguo que las pirámides de Egipto. Es por esto que la hidroponía no es considerada una técnica moderna, sino una técnica ancestral. En la antigüedad muchas culturas y civilizaciones la usaron como medio de producción para su propio consumo, ya que en ocasiones se encontraban con suelos no fértiles (Maily Jiménez 2015).

Hoy en día la hidroponía, en muchas ocasiones utiliza diferentes tipos de sustratos ayudando a que la planta se mantenga firme en su crecimiento. Los tipos de sustratos a utilizar pueden ser: arena, grava, piedra pómez, aserrín y esponjas. La hidroponía es un término que describe las diferentes maneras en las que se puede producir algunos tipos de cultivos en un lugar sin suelo. Esta técnica lleva consigo incluido los cultivos que se dan en recipientes llenos con agua y cualquier otro tipo de producción o medio sin suelo, es decir producción con sustratos (Marván García 2017).

La producción hidropónica reemplaza el suelo por un medio estéril (sustrato), ayudando a dar un ambiente más idóneo para la planta. Al no utilizar suelo se elimina la propagación de enfermedades encontradas en el mismo, reduciendo el cuidado de la planta en un 20%, ya que no estarían propensas a enfermedades (Alejandro Barria 2005).

Por medio de la relación entre la planta y los elementos nutricionales que se le dará específicamente para su crecimiento, no necesita de suelo para producir. Una planta puede crecer sin tener que estar en algún tipo de suelo, lo que proporciona el suelo a la planta son reservas de nutrientes y humedad contenida, esto lo podemos sustituir por un sustrato donde se proporcione las mismas condiciones. La rentabilidad para el inversionista subirá ya que no tendrá mayores gasto en fertilizaciones extras porque el flujo de la sustancia nutritiva puede ser continuo y reutilizable (Alfredo Lara 2000).

En 1936 se dio comienzo al estudio de las sustancias nutritivas o aguas fortificadas, esto ocurría anteriormente y exclusivamente en laboratorios, es aquí donde se dieron cuenta que el agua fluida ayudaba mucho en la salud de la raíz de la planta. Luego de esto el Dr. Gericke de la universidad de California empezó con un proyecto de producción.

La producción se dio en tanques con agua fortificada en su laboratorio dando como resultado plantas de tomate de hasta 7 m de altura aprobando la teoría de que el agua fortificada y fluida ayuda a la salud de la raíz y al crecimiento casi perfecto de la planta (Alfredo Lara 2000).

Entre los sistemas hidropónicos se puede encontrar los cultivos sin sustratos, que a nivel mundial son los más utilizados, en estas se utiliza la técnica de solución nutritiva recirculante, donde los nutrientes que necesita la planta son disueltos en agua para luego llevarlos a que estén en contacto directo con la raíz de la planta. En esta técnica, el agua con la que se alimenta la planta puede ser aireada o que las raíces de la planta y la solución nutritiva estén al aire libre para mantenerse oxigenada. (Dayana de Jesús Albán y Geraldine Irusta 2006).

Luego aparece la técnica de sustrato inerte, en la cual los nutrientes se encuentran disueltos en agua, y luego son llevados hacia la raíz que se mantienen en crecimiento en el sustrato, este sustrato debe mantener la capacidad de retener suficiente humedad, pero que a la vez mantengan fuera los excesos y mantener bien aireada la raíz. Esta técnica por lo general utiliza enganches o cables metálicos que su único uso es el de soporte a la planta (Alejandro Barria 2005). En ambos casos, es importante que la solución nutritiva o agua fortificada sea preparada con los elementos nutricionales específicos para la planta, en su nivel correcto. Esta composición de nutrientes dependerá del cultivo y de su fenología (Alejandro Barria 2005).

Hotel Santa María de Comayagua, es una empresa fundada en 1999, actualmente la empresa tiene 20 años en la industria hotelera, ofreciendo una excelente calidad en sus servicios y con talento humano capacitado para las diferentes áreas del hotel. Sin embargo, la empresa aparte de ejercer su negocio hotelero desea involucrarse en el área agronómica, ya que cuentan con un terreno baldío sin utilizarse, de tal modo que quisieran comenzar con 0.3ha, para la producción hidropónica en invernadero de frutas y verduras, con el fin de reemplazar la compra externa de los productos necesarios para el buen funcionamiento de su restaurante.

El objetivo de este estudio fue realizar un manual técnico para la implementación de un proyecto de producción hidropónico de frutas y verduras para consumo del Hotel Santa María de Comayagua.

2. METODOLOGÍA

Manual técnico de producción.

Estudio técnico.

Dentro del estudio para la realización de un manual técnico para la implementación de un proyecto de producción hidropónica de berenjena, chile morrón, tomate manzano, lechuga, perejil y culantro, se tomarán en cuentas aspectos como:

- Estudio de la demanda del hotel. Se realizó una entrevista hacia los directivos de la empresa hotelera, para conocer qué productos son los más demandados por el restaurante de tal manera que sirva de enfoque para la realización del plan de siembra y cosecha. Además, con el estudio de la demanda se podrá establecer el área específica en donde se establecerán los invernaderos.
- Requerimientos de cultivos a producir. Se considerarán aspectos que ayudara a la empresa a producir un producto de calidad, tales como temperatura, humedad relativa, luminosidad y fotoperiodo, nutrición esencial y requerimiento de agua, ya que son factores que se complementan entre si induciendo a un buen desarrollo del cultivo. El estudio se lo realizara para cada cultivo.
- Características de los productos hidropónicos. Se proporcionará información sobre las ventajas y desventajas de una producción hidropónica. Además, se hablará sobre los dos sistemas hidropónicos a utilizar, ilustrando que se necesita para la implementación del sistema hidropónico en sustrato y nft.
- Realización del proyecto. Dentro de este estudio, se realizará una fotografía satelital del área del hotel, para identificar el lugar donde se establecerá el proyecto de producción. Se obtendrá un esquema ilustrado donde se podrá apreciar, el sistema hidropónico en sustrato y nft, asemejándolo a una escala real para facilitar a la empresa a establecer el proyecto. Además, se dará información sobre cómo establecer: un invernadero, una cámara de germinación para el desarrollo de plántulas y de los dos sistemas hidropónicos dentro del invernadero. Para el plan de siembra y cosecha se desarrolló una hoja de cálculo interactiva en donde se la programo para una producción de 52 semanas con 16 semanas de cosecha. El plan de fertilización se lo desarrollo en base a fertilizantes accesibles dentro de honduras, para facilitar la adquisición de aquellos. En tanto al manejo de cosecha y postcosecha, se proporcionó información de cómo realizar las actividades diarias para la obtención de un producto de calidad. Para el manejo de desecho se dio una idea, de cómo operar los desperdicios orgánicos producidos por el hotel.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio técnico.

Requerimientos de cultivos a producir.

Para una buena producción, se debe considerar un buen manejo racional de ciertos factores que garanticen la productividad al máximo del cultivo. Un buen manejo de los factores climáticos de forma conjunta es de vital importancia para el funcionamiento adecuado del mismo, ya que en sí todos los factores climáticos se encuentran relacionados de tal manera que uno puede incidir sobre otro (FAO 2011).

Berenjena (*Solanum melongena*).

Temperatura. Es un cultivo de climas cálidos y secos, a diferencia del tomate y del chile, la berenjena puede adaptarse muy bien a temperaturas altas y tolerar temperaturas hasta los 45 °C. La temperatura óptima para su buena producción oscila entre 23-25 °C (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación 2011).

Cuadro 1. Temperaturas críticas para berenjena en las distintas fases de desarrollo.

Fases del cultivo	Temperatura (°C)		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	20-25	15	35
Crecimiento Vegetal	20-27	13-15	40-45
Floración y Fructificación	20-30	-	-

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación 2011).

En el cuadro 1 podemos observar las temperaturas óptimas, mínimas y máximas en las diferentes etapas del cultivo. Cabe recalcar que a temperaturas mínimas de 10-12 °C y a temperaturas máximas de 40-45 °C se puede inhibir los procesos biológicos, retardando el crecimiento, afectando la floración y la fecundación de la planta (FAO 2011).

Humedad relativa. El rango óptimo donde el cultivo tiene un rendimiento máximo oscila entre el 50-65% de humedad relativa. Las enfermedades aéreas y la dificultad de fecundación de la planta se dan cuando las humedades relativas son muy elevadas. Cuando la temperatura y la humedad son altas o muy bajas esto puede producir una deficiente floración, frutos deformes, caída de flores y disminuciones en el crecimiento (FAO 2011).

Luminosidad y fotoperiodo. La berenjena es un cultivo que demanda mucha luminosidad, el rango óptimo de luz diaria que necesita el cultivo oscila entre las 10 a 12 horas de luz. En días cortos es obligatorio aprovechar al máximo las horas luz, ya que al no recibir la cantidad necesaria de luz podría presentar malformaciones de las hojas y las flores (FAO 2011).

Nutrición. En el cuadro 2 se muestra la cantidad óptima de requerimiento nutritivo tanto de macroelementos como de microelementos que necesita la planta para un buen rendimiento.

Cuadro 2. Requerimiento nutricional del cultivo de berenjena por ciclo de producción en base a los fertilizantes.

Fertilizante	Kg/Ha
Nitrato de Amonio	995-1000
DAP 18-46-0	50-60
Nitrato de Potasio	265-280
Nitrato de Calcio	230-250

Fuente: (InfoAgro 2014)

Requerimiento de agua. Para la producción y desarrollo óptimo del cultivo, necesita un rango de 520-1200 mm de agua por ciclo de producción (José Ariel Ruiz 2013).

Chile Morrón (*Capsicum annuum*).

Temperatura. El chile morrón es un cultivo originario de países cálidos, por lo cual es una planta que exige temperaturas elevadas y por lo general se produce al aire libre. Gracias a la innovación de los invernaderos, es posible tener una producción constante entre invierno y verano (García Moreno 2008).

Cuadro 3. Temperaturas críticas para chile morrón en distintas fases de desarrollo.

Fases del cultivo	Temperatura °C		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25(día)	15	32
	16-18(noche)		
Floración y fructificación	26-28(día)	18	35
	18-20(noche)		

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación 2011)

El chile morrón a temperaturas por debajo de los 13 °C y por encima de los 35°C puede retrasar su crecimiento, ya que la fecundación de la planta puede llegar a ser muy deficiente, y más aún si se encuentra en un ambiente seco (García Moreno 2008).

Humedad relativa. El chile es un cultivo con la capacidad de acoplarse a espacios confinados tales como los invernaderos donde la humedad relativa es alta. En el caso de que no se produzcan cambios bruscos o desajustes entre la humedad y la temperatura, no se evidenciaría efectos como caídas de las flores y de frutos. La humedad relativa óptima en que la planta tiene su rendimiento al máximo oscila entre el 50-70%, En caso de tener humedades relativas más altas de 70% puede ocasionar situaciones favorables para el crecimiento de bacterias o enfermedades criptogámicas (hongos) (García Moreno 2008).

Luminosidad y fotoperiodo. El chile demanda gran cantidad de luz para su óptima producción, es por esto que si se encuentra en condiciones con escasa luminosidad el crecimiento vegetativo puede tener un periodo más largo o en algunos casos puede afectar el crecimiento (Enrique Álvarez Córdova 2018).

El cultivo es de días cortos por lo que su floración tiende a desarrollarse en abundancia, este rendimiento se da en base a los demás factores climáticos óptimos para el cultivo. El fotoperiodo óptimo para el cultivo es de 12 a 15 horas luz por día (Jesús Pérez Cano 2002).

Nutrición. El cuadro 4 muestra los requerimientos nutricionales del cultivo de chile morrón:

Cuadro 4 Requerimientos nutricionales del cultivo de chile morrón por ciclo de producción en base a los elementos

Elemento	Kg/ha
Nitrógeno (N)	250-350
Fósforo (P ₂ O ₅)	120-350
Potasio (K ₂ O)	300-400

Fuente: (Enrique Álvarez Córdova 2018).

Requerimiento de agua. Los periodos críticos de producción, es cuando el cultivo se encuentra en fase de floración y formación del fruto. Cuando el cultivo se encuentra a una evotranspiración alta, el rango óptimo para su buen desarrollo, es de 600 -1200 mm de agua por ciclo de producción (José Ariel Ruiz 2013).

Tomate Manzano (*Solanum lycopersicum*).

Temperatura. El cultivo de tomate es una planta que progresa mejor en climas secos con temperaturas moderadas mostradas en el cuadro 5:

Cuadro 5. Temperaturas críticas para el cultivo de tomate

Fases del cultivo	Temperaturas°C	
	Día	Noche
Desarrollo	23-26	13-16
Floración	23-26	15-18
Maduración	15-22	

Fuente: (Andrea Torres P. 2017)

Tomando en cuenta las consideraciones dadas en el cuadro 5, las temperaturas solo son referenciales. La interacción de la temperatura con otros aspectos del clima puede ocasionar variaciones en el cultivo como generación de abortos florares y baja viabilidad en el polen (Natalia Salazar Ruiz 2013).

Humedad Relativa. Para el buen desarrollo del cultivo de tomate en producción hidropónica se debe tener una humedad relativa que oscile entre 60-80%, ya que a humedades relativas muy elevadas puede favorecer al desarrollo de enfermedades criptogámicas y bacterianas. Además, puede causar que la fecundación del polen sea muy baja. La humedad se la vincula al agrietamiento o ralladuras de los frutos (Andrea Torres P. 2017).

Luminosidad y fotoperiodo. El periodo de luz óptimo que debe recibir la planta es de al menos 6 horas luz diarias. Este periodo es recomendable ya que si llega a tener menos tiempo de luz el periodo de floración sería disminuido o nulo (Andrea Torres P. 2017).

Nutrición. Los requerimientos nutricionales mostrados en el cuadro 6 son cantidades para un buen rendimiento del cultivo a lo largo de su producción, de tal manera que a futuros no presente algún déficit. Asimismo, es una recomendación óptima de fertilización general para cualquier sistema de hidroponía con todo tipo de sustrato para el cultivo de tomate manzano.

Cuadro 6. Requerimientos nutricionales del cultivo de tomate manzano por ciclo de producción en base a los fertilizantes y elementos

Fertilizante y Elemento	Solución nutritiva(ppm)
NH4	16.6
NO3	223.9
P	46.9
H2PO4	145.5
K	371.5
Ca	216.5
SO4	422.8

Fuente: (Haifa 2014).

Requerimiento de agua. Para la producción y crecimiento óptimo del cultivo, necesita un rango de 600-1200 mm de agua por ciclo de producción (José Ariel Ruiz 2013).

Lechuga Escarola (*Cichorium endivia*).

Temperatura. La temperatura límite a la que puede seguir teniendo un buen rendimiento máximo es de 30 °C, así mismo la planta puede mantener su potencial a temperaturas bajas de hasta 6 °C. Sin embargo, cuando el cultivo se mantiene en temperaturas muy bajas este tiende a desarrollar hojas con coloración rojizas, por lo que generalmente se asocia con alguna carencia de nutrientes (Gill Sans 2015).

Cuadro 7. Temperaturas críticas para lechuga escarola

Fases del cultivo	Temperaturas°C		
	Mínimo	Óptimo	Máximo
Germinación	-	18-20	25
Crecimiento	6	18-14(día) ; 5-8(noche)	30
Floración	-	21-27	-

Fuente: (María Inés González 2014).

Humedad relativa. La humedad relativa óptima para su buen desarrollo oscila entre 60-80%, cuando el cultivo se encuentra en humedades relativas muy altas, su desarrollo tiende a ser negativo, reduciendo su transpiración en un 50% dando como consecuencia una negativa absorción de nutrientes y reduciendo el crecimiento vegetativo (Jason Gerardo Vásquez 2015).

Luminosidad y fotoperiodo. El factor de horas luz requerido por el cultivo es relativamente alto por lo que para su buen funcionamiento requiere de fotoperiodos de 12 horas de luz. Si el cultivo deja de percibir las horas necesarias, puede provocar que las hojas sean muy delgadas o que cause diferentes trastornos en la productividad, color, sabor y textura (Jason Gerardo Vásquez 2015).

La luminosidad está estrechamente relacionada con la función de fertilización, ya que al momento de fertilizar con nitratos es donde la planta necesita más luz para obtener una alta tasa de fotosíntesis, para así asimilar rápidamente los nutrientes. En casos de que su fotoperiodo sea recortado esto puede traer consecuencias, como la utilización de mayor energía para la asimilación de nutrientes, dejando a la planta sin energía para su crecimiento (Rodrigo C 2005).

Nutrición. El requerimiento nutricional para la lechuga escarola son:

Cuadro 8. Requerimientos nutricionales del cultivo de lechuga escarola por ciclo de producción en base a los elementos

Fertilizante	Kg/Ha
Nitrato de Amonio	285-300
Ácido Fosfórico	95-100
Nitrato de Potasio	435-440

Fuente: (Jesús Pérez Cano 2002)

Requerimiento de agua. El rango óptimo para su desarrollo es de 1000-1200 mm de agua por ciclo de producción (José Ariel Ruiz 2013).

Culantro (*Coriandrum sativum*).

Temperatura. El culantro es un cultivo con la capacidad de adaptarse a cualquier zona climática donde se vaya a producir. Climas como: templado-cálidos, seco desértico, templado lluvioso, son los climas más comunes, donde la planta puede brindar su mejor rendimiento (José Ariel Ruiz 2013).

Cuadro 9. Temperaturas críticas para el cultivo de culantro

Fase del cultivo	Temperatura optima°C	
	Día	Noche
Germinación	22:27	17:19
Crecimiento vegetativo	20:30	17:19
Floración	>35	-

Fuente: (José Ariel Ruiz 2013)

La producción óptima del culantro se consigue a temperaturas no mayores a 30°C, temperaturas superiores inducen a la floración temprana del cultivo. Además, el cultivo puede sobrevivir a ligeras heladas con temperaturas menores a 8°C para el sistema radicular y temperaturas menores a 13°C para el follaje de la planta.

Humedad relativa. Este cultivo se adapta muy bien a humedades relativas bajas, el valor óptimo de humedad en la que su rendimiento no se ve afectado es de 75%. Humedades relativas muy altas puede hacer que el culantro sea muy propenso al ataque de hongos, tales como: *Alternaria* y *Erysiphe*. Es recomendable producir en lugares relativamente secos para no promover el ataque de los hongos principalmente en las hojas que es lo que se cosecha (José Ariel Ruiz 2013).

Luminosidad y fotoperiodo. En días largos el periodo de luz es más largo pero la intensidad lumínica tiende a caer en altas horas de la tarde, por lo que puede causar reducción del peso del follaje de la planta o que la planta sea prematura (José Ariel Ruiz 2013). Sin embargo, si el cultivo se produce bajo luz directa a altas temperaturas, removiendo el ápice de la planta, esta tiende a producir mayor cantidad de masa foliar, lo cual es su principal punto de cosecha y de consumo (José Ariel Ruiz 2013).

Nutrición. Un experimento hecho por Portuguese 2015 en la universidad EARTH de Costa Rica, obtuvo resultados de máxima producción en rendimiento de culantro con una fertilización basada en:

Cuadro 10. Requerimiento nutricional del cultivo de culantro por ciclo de producción en base a los fertilizantes

<i>Fertilizante</i>	<i>g/5L de agua</i>
Nitrato de potasio(13-2-44)	550-610
Sulfato de amonio	350-400
Superfosfato triple	180-200

Fuente: (Jorge Arce Portuguese 2015)

Requerimiento de agua. Para su óptima producción y crecimiento, el cultivo requiere un rango de 300-1500 mm de agua por ciclo de producción. (Jorge Arce Portuguese 2015)

Perejil (*Petroselinum crispum*).

Temperatura. Para un buen desarrollo tanto en su germinación como en el crecimiento vegetativo del cultivo, la temperatura óptima es de 15-18°C, siendo la temperatura máxima promedio de 21-25°C y la temperatura mínima promedio de 5-7°C. El cultivo puede perder rendimiento al encontrarse en climas muy fríos ya que el crecimiento vegetativo tiende a ser muy lento (Ana Ofelia Curioni 2009).

Humedad relativa. El cultivo de perejil a humedades relativas y temperaturas elevadas podría sufrir una infección por el hongo *Septoria petroselini* conocida como la viruela del perejil (Ana Ofelia Curioni 2009).

Luminosidad y fotoperiodo. El fotoperiodo de luminosidad requerido por el cultivo de perejil para un desarrollo óptimo del follaje se encuentra en un rango de aproximadamente de 10-12 horas lumínicas. Sin embargo, existe una pequeña variación en la producción cuando hay un cambio de horario de días más cortos a días más largos, por lo que el follaje tiende a desarrollarse mejor por una obtención lumínica mayor (José Ariel Ruiz 2013).

Nutrición.

Cuadro 11. Solución nutritiva homogenizada para producción de perejil

Fertilizante	g/4L de agua
Fosfato mono amónico	340
Nitrato de calcio	2080
Nitrato de potasio	1100
Sulfato de magnesio	492
Sulfato de manganeso	2.48
Ácido Bórico	6.2
Quelato de Hierro	50
Sulfato de cobre	0.48

Fuente: (César Marulanda 2003)

Requerimiento de agua. El rango óptimo en el cual el cultivo tiene su desarrollo óptimo, es un rango de 500-1200 mm de agua por ciclo de producción (José Ariel Ruiz 2013).

Características de los productos hidropónicos. Según (Rodrigo C 2005) los cultivos que se producen usando un sistema hidroponía son considerados productos sanos y de calidad, ya que la producción se basa en la utilización de soluciones nutritivas para no afectar el cultivo. Además, se considera productos limpios ya que no están en contacto con el suelo, ayudando al control de plagas, sin el uso de pesticidas o algún químico que pueda afectar al consumidor y al ambiente.

Ventajas y desventajas de producir hidropónicamente.

Ventajas. Una de las ventajas más importantes de una producción hidropónica es la regulación nutritiva que se le puede dar a los cultivos. De tal manera que se pueda tener un control completo de los cultivos asegurando el suministro adecuado y homogéneo de la solución nutritiva, siendo esta desarrollada según el estado fenológico de la planta (Rodrigo C 2005).

Siguiendo el enunciado anterior, Tapia M 1993, Victoria Alcalá 2019, Rodrigo C 2005 indica que existe una diferencia en la concentración variable de los minerales existentes en el suelo. Esto se podría corregir en los sistemas hidropónicos para un óptimo desarrollo del cultivo, sin producir deficiencias o toxicidad a la planta.

Desventajas. Una de las principales desventajas que se tiende a presentar por un sistema hidropónico es el valor de la inversión inicial, ya que por lo general es una gran cantidad de dinero que se necesita para empezar el proyecto. Además, se debe contar con personal capacitado para el buen funcionamiento del proyecto (Rodrigo C 2005).

Sistema de producción hidropónica a utilizar.

Hidroponía en sustrato. En este sistema las raíces de los cultivos a producir están creciendo en un medio o sustrato en el que se puede distribuir la solución nutritiva por las raíces. El sustrato debe ser sólido e inerte y tener la capacidad de retener suficiente humedad, pero que al mismo tiempo pueda drenar el exceso para permitir una aireación adecuada y no causar toxicidad. Algunos sustratos utilizados y los más comunes hasta el momento son los siguientes: vermiculita, arena, arcilla expandida, gravilla, cascarilla de arroz (Juan Gilsanz 2007).

Los aspectos a considerar por la empresa al momento de elegir un sustrato sólido hidropónico son:

- Inerte: El sustrato no debe contener ningún tipo de macro o microorganismos que afecten el desarrollo del cultivo, la parte más importante es que no sea propensa a reacciones con la solución nutritiva.
- Buen drenaje: El sustrato debe retener el agua necesaria para la planta. Además, debe ser lo suficientemente drenable para facilitar el paso del exceso de agua, de tal manera que la planta se mantenga húmeda y no con exceso de agua, por lo que podría causar toxicidad por la solución nutritiva.
- Buena aireación: El sustrato debe favorecer la entrada de oxígeno a las raíces, de tal manera que no afecte al crecimiento de las mismas, esto es un aspecto importante para lograr un buen desarrollo de los cultivos.
- Reutilizable: Este aspecto puede ser uno de los más útiles para la empresa. Esto en un futuro puede reducir los costos de producción, ya que, si obtienen un sustrato reutilizable, una vez hecho el correcto lavado y desinfectado del mismo, podría reutilizarse en las próximas producciones.

Luego de dar a conocer a la empresa los aspectos importantes que deben tener los sustratos, se le proporciona información sobre las especificaciones de algunos sustratos que podría encontrar en el mercado para producción hidropónica:

- Arena de río: En el caso de este sustrato, es uno de los que más demanda el buen lavado de tal manera que se pueda eliminar todo el suelo y otros contaminantes que pueda tener.
- Aserrín: Para este tipo de sustrato la desinfección es menos costosa, ya que se puede desinfectar con solo el uso de agua hirviendo, por lo que se debe dejar inundado durante 10-15 minutos. Es importante considerar que algunas maneras tienen resinas tóxicas que pueden ocasionar toxicidad a la planta al momento de su crecimiento.
- Carbón vegetal: Es uno de los mejores sustratos a utilizar, ya que contiene boro que puede proporcionar una fuente de energía para el crecimiento de la planta; es un sustrato liviano y de lenta descomposición. Su desventaja es que este es uno de los sustratos más caros.

- Cascarilla de arroz: En algunos casos este sustrato puede brindar apoyo de nutriente a la planta, ya que cuenta con un alto contenido de silicio y su descomposición es lenta. Este sustrato ayuda mucho a la planta por la buena oxigenación y el drenaje, pero posee dificultad para retener agua.

(Jorge Arce Portuguez 2015).

Preparación del sustrato. Luego de haber dado a conocer los aspectos importantes en lo que la empresa debe enfocarse para la obtención de un buen sustrato, se procederá a la preparación del mismo. Cabe recalcar que la empresa puede utilizar un solo sustrato o puede utilizar un sustrato mixto.

Antes de empezar a producir, es necesario que el sustrato sea lavado con agua limpia y desinfectarlo con cloro al 0.5%, se debe eliminar todo tipo de materia orgánica tales como, raíces, frutos, hojas, tallos, restos de animales y otros.

La desinfección del sustrato se puede realizar con agua hirviendo, pero lo más recomendable es usar una solución de hipoclorito de sodio entre 0.5- 1%. Dado los dos casos, en el primero se debe agregar el sustrato en un recipiente, luego inundarlo y dejar hasta que el agua se enfríe, en el segundo caso se debe agregar el sustrato en un recipiente e inundarlo con la solución de hipoclorito de sodio para luego dejarlo en reposo por aproximadamente una hora. En ambos casos, luego de haber realizado el procedimiento se debe volver a lavar con agua limpia para quitar todo tipo de exceso de la solución (Jorge Arce Portuguez 2015).

Mezcla de sustratos. Es importante recalcar que no solo se debe enfocar en un sustrato para producir hidropónicamente. Podría usar una mezcla de los mismos, sin embargo, la proporción de la mezcla dependerá del tipo de cultivo y la disponibilidad de los materiales (Jorge Arce Portuguez 2015). Luego de haber obtenido los cultivos que se van a producir hidropónicamente en sustrato, se determinó que los sustratos recomendables para berenjena, tomate y chile son las siguientes combinaciones:

- Arena de rio + Cascarilla de arroz + Carbón vegetal (50% + 30% + 20%)
- Arena de rio + Carbón vegetal (70% + 30%)
- Cascarilla de arroz + Fibra de Coco + Carbón vegetal (50%+ 30% + 20%)



Figura 1. Mezcla de sustrato sólido hidropónico listo para ser utilizado, siendo Cascarilla de arroz + Fibra de Coco + Carbón vegetal

Fuente: (Jorge Arce Portuguez 2015).

NFT (Nutrient Film Technique). Su principal técnica se basa en el flujo permanente de solución nutritiva en pequeñas cantidades entre la raíz del cultivo. El sistema NFT en si está desarrollado para producir hortalizas o cultivos en los que se cosechan partes foliares. El sistema empieza con tubos perforados donde se colocan las canastillas perforadas con los cultivos, para luego mantener la solución nutritiva en recirculación por medio de una bomba, esta hará que la solución se mantenga aireada, evitando el aumento de pH y salinidad. Los tubos de este sistema deben ser recubiertos y las perforaciones donde está la canastilla deben ser exactas, para que la luz no penetre dentro de los tubos y así evitar que se propaguen algas. Estas afectarían a la circulación constante de la solución nutritiva y al cultivo ya que los nutrientes estarán disminuyendo por el consumo diario de las algas (Laura Peralta 2014).

Generalidades a tomar en cuenta por el hotel a la hora de producir hidropónicamente.

Aireación. El oxígeno es el principal elemento a tomar en cuenta para empezar una producción hidropónica, ya que es estrictamente necesario dentro de la solución nutritiva para el buen desarrollo y crecimiento de las raíces del cultivo. El rango establecido para una buena solución nutritiva del sistema hidropónico a utilizar ya sea en sustrato o NFT, requiere un mínimo de oxígeno de 8-9 mg O_2/L .

El oxígeno requerido depende del cultivo, es por esto que los valores de oxígeno pueden ser aumentados por diferentes métodos de aireación tales como: agitadores o recirculación de la solución nutritiva o agregados de oxígeno puro al sistema. Por otro lado la temperatura está estrechamente ligada con la acumulación y sobrevivencia del oxígeno en la solución nutritiva, ya que a mayores temperaturas el O_2/L líquido desciende, de tal manera que las temperaturas óptimas para la solución nutritiva homogenizada debería estar entre los 10-15°C (Juan Gilsanz 2007).

Calidad de agua. Para una buena producción hidropónica la calidad de agua es un punto crítico desde el punto de vista microbiológico y de calidad, el agua debería estar exenta de contaminantes microbiológicos, para que no perjudiquen la salud del consumidor, debido a que es un producto que por lo general se consume fresco. Desde el punto de vista químico se debería usar agua con un volumen bajo en sales, el contenido químico de calcio, sodio,

cloro y magnesio debe estar debajo de las 30 ppm, ya que si supera el rango establecido podría causar toxicidad o muerte al cultivo (Juan Gilsanz 2007). Además, antes de empezar a producir es necesario identificar el tipo de agua que se utilizará para la producción, sobre todo conocer si esta posee niveles altos de calcio, magnesio y bicarbonatos. Al momento de preparar la solución nutritiva es necesario considerar estos factores, ya que estos pueden aumentar el pH del agua dando como resultado toxicidad a la planta, más aún cuando los niveles de calcio y magnesio son excesivamente altos. Siendo los niveles óptimos para producción de 3-5 ppm de los compuestos químicos antes mencionados. Además, para ayudar a reducir estos compuestos químicos en el agua, se puede utilizar 5% de ácido fosfórico por 1 L de agua (Jorge Arce Portugal 2015).

pH. Existe una gran relación entre el pH y la calidad del agua, es por esto que el pH influye directamente en la absorción de los nutrientes por parte de la raíz de la planta. El rango óptimo para una absorción correcta de los nutrientes es de un pH entre 5.5-7.0, ya que a un pH más alcalino los nutrientes son inaccesibles para el cultivo (Juan Gilsanz 2007).

Realización del proyecto de producción hidropónica.

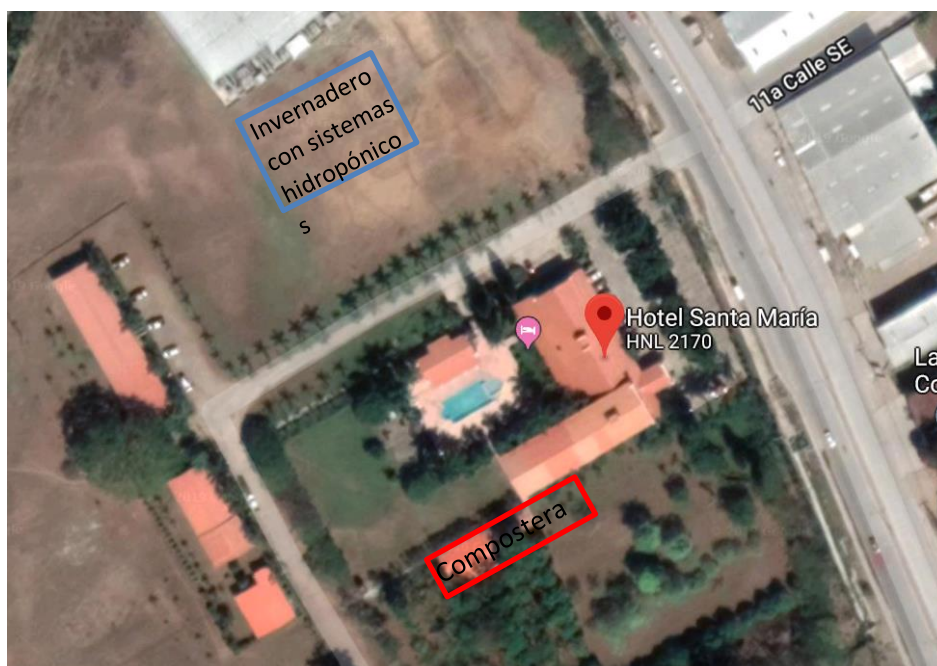


Figura 2. Localización del proyecto en el área del hotel.
Fuente: Google maps

Establecimiento de invernadero. Luego de la investigación realizada, para el establecimiento del invernadero se tomaron en cuenta factores como la demanda del hotel, esto produjo una reducción del área de implementación de los invernaderos para la producción de los cultivos (establecida por los directivos de la empresa) de 0.3 ha a 0.1 ha. Con una previa investigación realizada acerca de establecimientos de invernaderos con estructuras de madera, se tiene que el costo aproximado de construcción de un invernadero de 900 m² es de 208,125 lempiras (Ana Castro 2009).

Aspectos importantes para la empresa al momento de construir un invernadero. Luego de decidir el área respectiva para la implementación del invernadero, se debe tomar en cuenta factores como:

Luminosidad. Se recomienda el uso de un techo con recubrimiento translucido, debido a que el material a utilizar para la construcción del techo del invernadero debe cumplir con características de transmisión fotométrica como: transmisión, reflexión y absorción de luz.

El recubrimiento completo del invernadero debe ser translucido. Es decir que debe tener la suficiente transparencia para permitir el paso de la luz solar; Uno de los más usados para la mayoría de los invernaderos construidos en el mundo, es el recubierto con polietilenos de larga duración fabricados con resina de buena calidad y estabilizadores de acción ultravioleta sobre él. Cabe recalcar que los estabilizadores de radiación UV reducen el paso de la radiación solar, mejorando la capacidad de protección térmica que ayuda a la fotosíntesis de los cultivos (Gloria Samperio Ruiz 1999).

Piso. Se debe tomar en cuenta para la instalación del piso que debe estar libre de todo objeto que pueda ocasionar una mala producción y que la pendiente del suelo sea de 0, aunque se puede considerar pendientes de 1.5-2 % de inclinación, pero no mayor a estas. Además, se recomienda recubrir el piso con concreto ya que por su capacidad de reducir la humedad aísla los cultivos del suelo y los mantiene sanos. Esto evita la propagación de bacterias o insectos que puedan atacar los cultivos (Gloria Samperio Ruiz 1999).

Infraestructura del invernadero. El costo antes mencionado, está basado en la construcción de un invernadero con estructuras de madera. La madera debe ser nueva, tratada y de buena calidad, ya que, al utilizar materiales de buena calidad, la duración del invernadero puede ser de quince a veinte años. Sin embargo, existe también invernaderos con estructuras metálicas, pero con costos de construcción más elevados.

Establecimiento de semilleros para cultivos hidropónicos. Para comenzar la producción hidropónica, se empieza por la fase de germinación de la semilla, luego se trasplanta en el sistema hidropónico adecuado para cada cultivo. Por ello se comienza con una cámara de germinación de semillas, la cual debe ser un lugar cubierto, donde la temperatura y la humedad relativa se mantengan constante.

Sustrato. El sustrato que debe utilizar la empresa es aquel que permita el desarrollo normal de las plántulas, dando como resultado un rápido crecimiento de las mismas (Jorge Arce Portuguez 2015). Las mezclas de sustrato a utilizar en un semillero son:

- Arena de rio + Carbón vegetal (70% + 30%)
- Arena de rio + Carbón vegetal + cascarilla de arroz (50% + 30% + 20%)

Llenado de bandejas. Las bandejas a utilizar tienen una dimensión de 0.6 x 0.34m, estas bandejas cuentan con 200 orificios para semillas. Previamente se debe tener sustrato correctamente hidratado para ser esparcido homogéneamente por toda la bandeja, este procedimiento se debe realizar cuidadosamente para no provocar compactación del sustrato.



Figura 3. Bandejas con hoyos individuales para semilleros

Siembra de semillas en bandejas. Para este proceso lo adecuado es contar con semillas que tengan una tasa de germinación mayor o igual a 98%, esta debe ser sembrada a una profundidad no mayor a dos veces su tamaño.

Una vez terminado el proceso se procede a guardar las bandejas preparadas en la cámara de germinación. A continuación, en el cuadro 12 muestra los días que tardan en germinar los cultivos a producir por el hotel.

Cuadro 12. Tiempo de germinación de cultivos a producir

Cultivo	Días de germinación
Berenjena	5-6
Chile Morrón	5-7
Tomate Manzano	3-7
Lechuga	3-4
Culantro	7-10
Perejil	7-14

Fuente: (Ricardo Lardizabal 2010).

Trasplante en sistemas hidropónicos. Para el momento del trasplante en los diferentes sistemas hidropónicos. La plántula debe contar con un tamaño de aproximadamente 5-8 cm, por lo que el tiempo de espera de germinación de las semillas en la cámara es importante, ya que entre más grande la plántula es mejor (Jorge Arce Portuguez 2015). Luego de haber mencionado los aspectos importantes que debe tomar en cuenta la empresa para el semillero, se procede a dar la información necesaria para la instalación de la cámara de germinación.

Infraestructura para cámara de germinación. La instalación de una cámara de germinación es el costo más bajo que tendrá la empresa en su inversión, ya que su construcción es sencilla. En este caso con la demanda promedio mensual que tiene la empresa de los 6 cultivos necesarios para su restaurante. Se calculó un estimado de producción de plántulas que se necesitaría para surtir su demanda, de tal manera que luego se pueda estimar las dimensiones adecuadas para la instalación de la cámara de germinación.

Cuadro 13. Plántulas necesarias en cámara de germinación para la demanda mensual del hotel

Cultivo	Demanda mensual del hotel (Lb)	Número de plantas a sembrar*
Berenjena	50	10
Chile Morrón	50	30
Tomate Manzano	140	60
Lechuga	90	60
Culantro	10	110
Perejil	5	75
Total de plántulas		345

* por ciclo de producción de 32 semanas con mortalidad de 3%

Tomando la cantidad de 345 plántulas a producir, se tendrá que realizar la cámara de germinación con una dimensión de 3×3 m. Debido a que sólo se utilizarán 2 bandejas y media con 200 agujeros para plántulas, las cuales miden, 0.6 x 0.34m, se dejará un metro de distanciamiento por cada lateral de la instalación. Se dejará una bandeja para posibles picos de producción de plántulas que se podrían necesitar

Establecimiento de sistemas hidropónicos a utilizar.

Instalación de infraestructura hidropónica en sustrato. Las bolsas o contenedores a usar pueden ser de polietileno de larga duración. Por lo general se utilizan contenedores que tengan entre 30 a 50 cm de profundidad, esto depende de la especie a ser producida, de igual manera el diámetro del contenedor debe ser de 10 a 50 cm.

Se determinó que de los 6 cultivos los más necesitados por el hotel son: berenjena, tomate y chile. Para estos cultivos se utiliza el sistema de producción con sustrato, ya que se necesita que el cultivo se mantenga firme debido a que la porción que se cosecha de esos cultivos son los frutos y no sus partes foliares como los demás cultivos a producir.

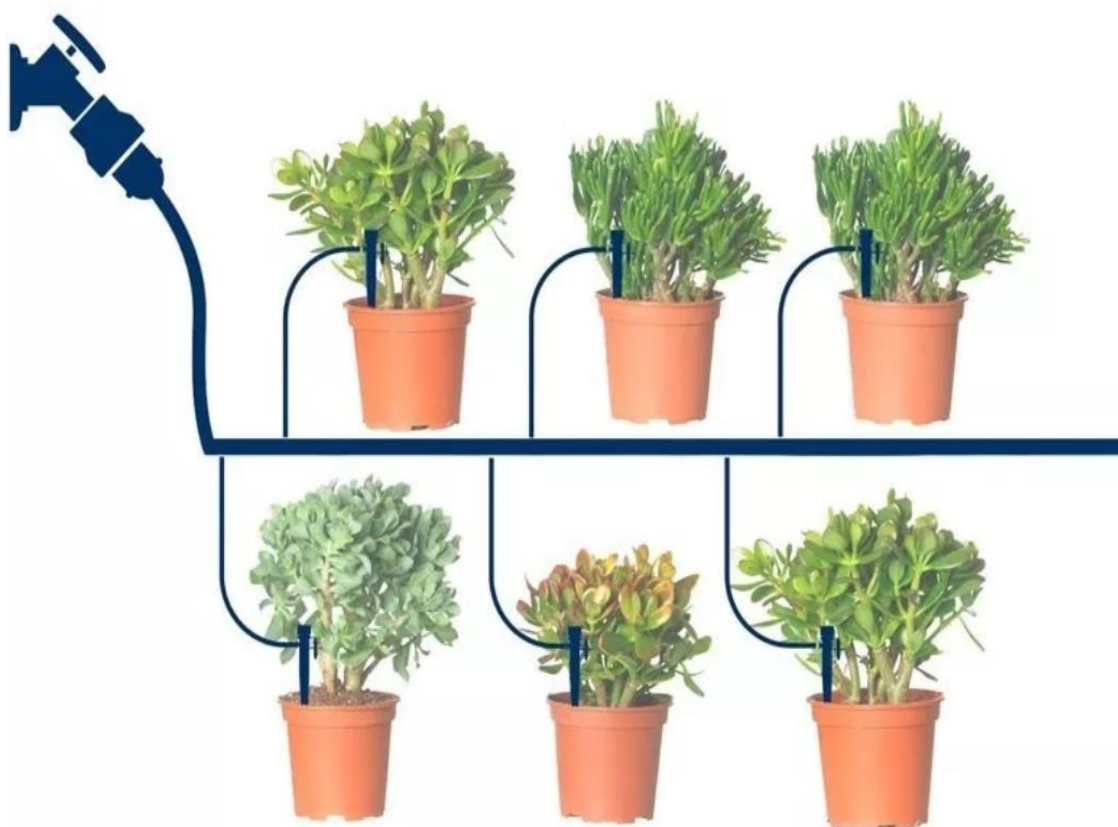


Figura 4. Esquema ilustrado para hidroponía en sustrato.
Fuente: (Laura Peralta 2014)

Infraestructura para instalación básica de cultivo en NFT. En el caso de la empresa hotelera, la infraestructura a utilizar del sistema NFT será muy sencilla, ya que la demanda del restaurante es muy poca. Los materiales básicos para la construcción del sistema, tales como:

- Canales, tubos o zanjas para flujo interior de la solución nutritiva
- Tanque para almacenamiento de solución nutritiva, esto dependerá de la cantidad de solución que se necesite para los cultivos
- Sistema de distribución de la solución nutritiva
- Bomba eléctrica.

Se pudo observar que los cultivos: lechuga, culantro y perejil los cuales son los 3 cultivos restantes utilizados por el restaurante del hotel, por lo que se podrá cultivar con el sistema de circulación de agua o NFT. Sin embargo (Sierra Alejandra 2019), determina que para una buena producción de estos cultivos la solución nutritiva homogenizada a utilizar debe basarse en la solución usada en lechuga. Aunque esta tiene mayores requerimientos nutricionales que el culantro y el perejil, se puede utilizar la misma solución nutritiva la cual no tendrá efectos negativos en el rendimiento ni en la producción, manteniéndola constante.

Para los cultivos de lechuga, culantro y perejil, se recomienda utilizar tubos de PVC de 3-4 pulgadas, con orificios de 2-3 pulgada de diámetro, ya que se consideran que son cultivos menores o pequeños. La canastilla donde estará la plántula debe tener una profundidad de 5-8 cm para que las raíces puedan alcanzar la solución nutritiva de una manera homogénea (Gloria Samperio Ruiz 1999).

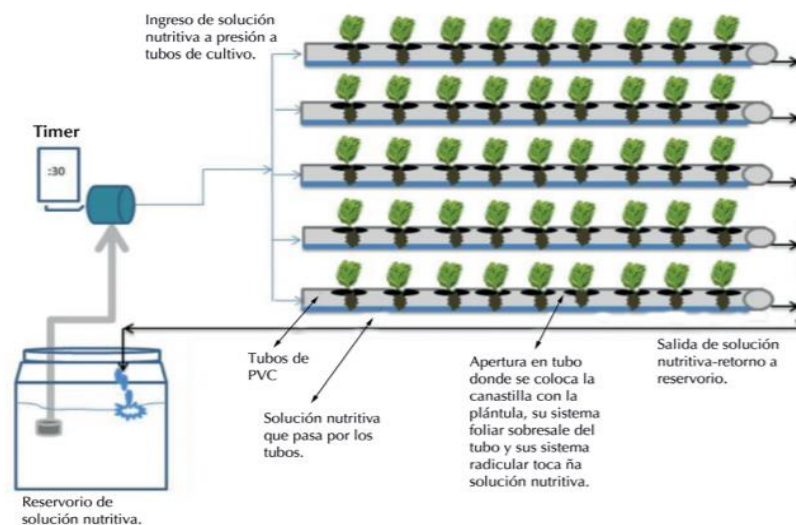


Figura 5. Esquema para instalación de sistema NFT
Fuente: (Laura Peralta 2014)

Plan de siembra y cosecha en los dos sistemas hidropónicos a utilizar. Luego de haber identificado los requerimientos climáticos y nutricionales de los 6 cultivos a producir, se mostrará un plan de siembra y cosecha para los sistemas hidropónicos que utilizará la empresa. En la figura 5 se muestra un diagrama de la distribución de los cultivos dentro del invernadero para los dos sistemas hidropónicos a utilizar.

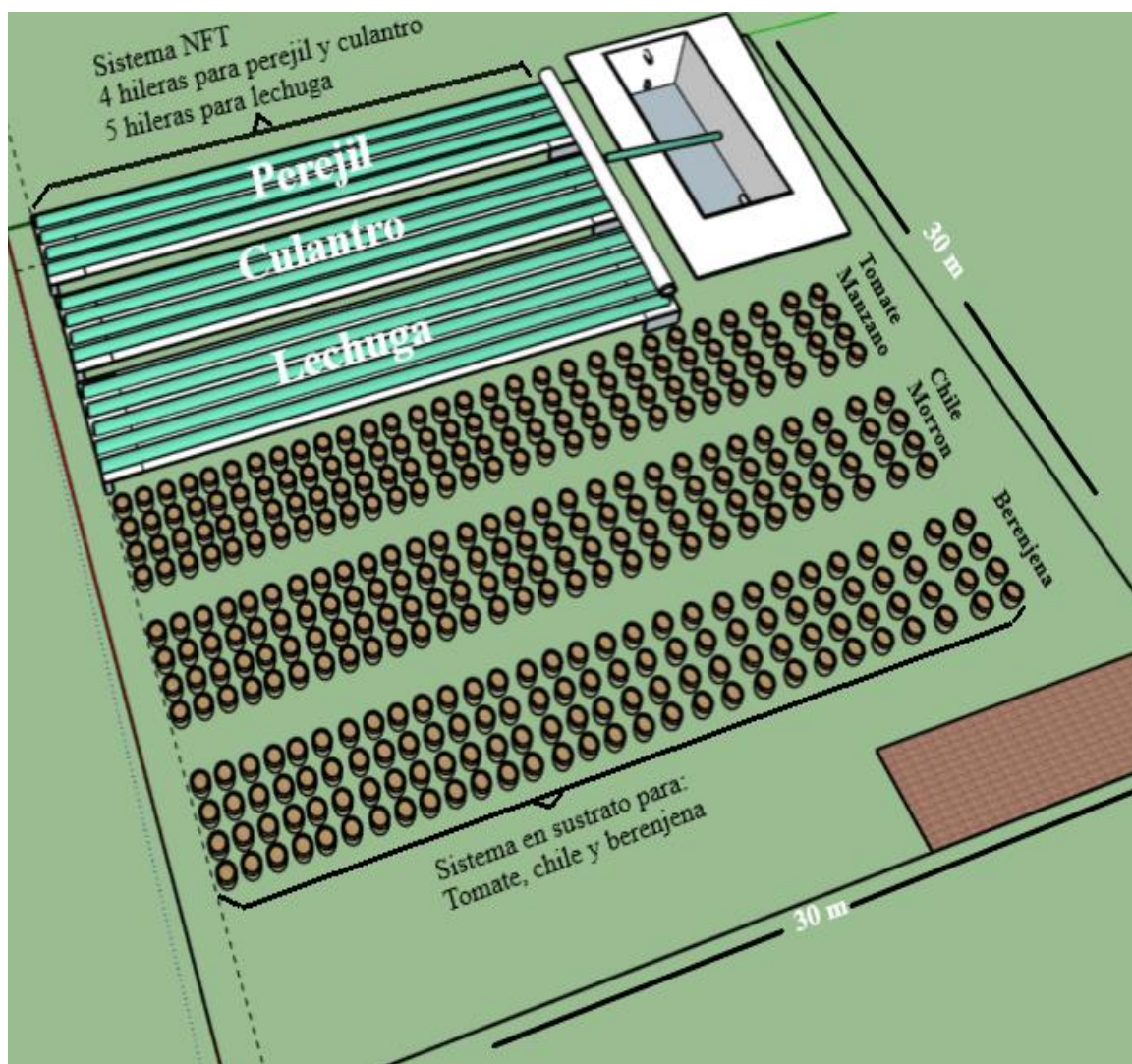


Figura 6. Esquema ilustrado para la siembra de los cultivos dentro del invernadero.
Escala: 1:100

Plan de siembra y cosecha en sistema hidropónico con sustrato. El plan de siembra y cosecha se llevará a cabo desde cualquier mes donde la empresa decida empezar a producir. Se desarrolló un esquema de siembra y cosecha tomando en cuenta las 52 semanas de producción que tiene un año, partiendo desde la semana 1 de enero de un año "x", donde se iniciaría el proceso de siembra de la semilla hasta plántula para posteriormente realizar el trasplante al sistema hidropónico, finalizando el plan en 16 cosechas. La empresa quiere

que el proyecto también sirva como atractivo turístico para las personas que se hospeden en el hotel, es decir que puedan observar cómo se producen los cultivos que serán consumidos en el restaurante. El plan se centró en 16 cosechas, debido a que el manejo dentro del invernadero no será el óptimo, ya que los huéspedes estarán entrando y saliendo del lugar, dejando que los cultivos sean más propensos a plagas y enfermedades u otros factores que afecten a su óptima producción.

A continuación, se detallará el número de plántulas que se necesitan producir para cumplir con las libras requeridas por el restaurante semanalmente. Se darán datos de distanciamientos entre plantas a utilizar, tiempo (días) que pasará la plántula en la cámara de germinación, tiempo para realizar el trasplante y el tiempo en el cual empezará la primera cosecha de cada cultivo.

Berenjena. Para la producción del cultivo de berenjena se debe tomar en cuenta las especificaciones de siembra para el sistema hidropónico en sustrato mencionados anteriormente. La producción se realizará en 4 hileras horizontales con separación de 1 m cada una, los metros lineales por hilera serán de 2.4 m. Se necesitan 8 bolsas por hilera a una distancia de 30 cm cada una para el óptimo desarrollo del cultivo (Ver Anexo 5 y Excel).

El calendario de producción se realizó con base al metro lineal a utilizar en las 4 hileras, donde empezarán los primeros ciclos de producción. Luego, la producción del quinto ciclo empezará en la semana 45 donde la primera hilera ya acabo su producción, estando libre para empezar el nuevo ciclo, los ciclos restantes se sembrarán en las hileras libres de la producción pasada respectivamente (Ver Anexo 5 y Excel).

La estimación del plan de siembra y cosecha se realizó con base en una producción por hectárea de 15 toneladas equivalente a 33000 Lb de berenjena, dentro de la hectárea la cantidad de plantas fue de 10000, dando como resultado un rendimiento por planta de 3.3 lb al inicio de su producción. El promedio de reducción en el rendimiento de la planta desde su primera cosecha es de 0.37 Lb (Ver Anexo 6 y Excel).

Para la producción de 11 Lb semanales demandadas por el hotel, se siembran 10 semillas para generar 8 plántulas, suponiendo que la semilla no tiene 100% de germinación, las cuales se tendrán en la cámara de germinación durante 5 semanas, hasta que la plántula tenga el tamaño adecuado para soportar el trasplante al sistema hidropónico. Luego de esto en la semana 6 se trasplantan las primeras 7 plántulas, para luego empezar a cosechar en la semana 20 hasta la semana 35, donde el cultivo cumple ya su ciclo de cosecha de 16 semanas. Tomando en cuenta que en la cosecha 16 la planta ya está en su mínimo rendimiento no se podrá cumplir con la demanda requerida por el hotel, por lo que en la semana 12 se procederá a sembrar las siguientes 7 plántulas en la cámara de germinación. En la semana 17 se volverá a trasplantar el cultivo al sistema hidropónico para empezar la cosecha en la semana 31 que es la semana donde las plantas sembradas en el primer ciclo ya no suplen la demanda del hotel para el tercer ciclo de siembra del cultivo. La siembra de las semillas en la cámara de germinación se debe realizar en la semana 23 para llegar al trasplante en la semana 28 y empezar su cosecha en la semana 42 (Ver Anexo 7 y Excel).

Cabe recalcar que, desde la primera cosecha a realizar habrá excesos de producción, la disponibilidad total del primer ciclo de producción será de 378 lb de berenjena dejando un exceso de producción de 121 lb. Posteriormente se dará ilustraciones del uso que se puede dar a los excesos de producción (Ver Excel).

Chile morrón. Para la producción del cultivo de chile morrón se debe tomar en cuenta las especificaciones de siembra para el sistema hidropónico en sustrato mencionados anteriormente. La producción se realizará en 4 hileras horizontales con separación de 1 m cada una, los metros lineales por hilera serán de 12.5 m. Se necesitan 25 bolsas por hilera, a una distancia de 50 cm cada una para el óptimo desarrollo del cultivo (Ver Anexo 8 y Excel).

El calendario de producción se realizó con base al metro lineal a utilizar en las 4 hileras, donde empezaran los primeros ciclos de producción. Luego, la producción del quinto ciclo empezará en la semana 33 donde la primera hilera ya acabo su producción, estando libre para empezar el nuevo ciclo, los ciclos restantes se sembrarán en las hileras libres de la producción pasada respectivamente (Ver Anexo 8 y Excel).

Para el plan de siembra y cosecha del chile morrón, se usaron rendimientos por planta de acuerdo a la producción que tienen los invernaderos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Donde la producción de chile tiene una densidad de 1600 plantas por invernadero, dando como resultado una producción de 1200 Lb en su primera y segunda cosecha. Luego de esto el rendimiento promedio por planta disminuye 0.08 Lb cada dos cosechas, hasta el final de su ciclo de producción de 16 cosechas (Ver Anexo 9 y Excel).

La demanda mensual de chile morrón del hotel es de 50 Lb, para el proceso de producción empezando en la semana 1 de enero de un año “x”, se debe sembrar 30 semillas. Las semillas permanecerán en la cámara de germinación durante las primeras 5 semanas para luego en la semana 6 ser trasplantadas en el sistema hidropónico con sustrato dando inicio a su primer ciclo de producción. En la semana 15 se obtendrá la primera cosecha y en la semana 30 se cerrará el primer ciclo de 16 semanas de cosecha con un mínimo rendimiento, por lo que la empresa ya debe haber empezado el segundo ciclo de producción de plántulas en la semana 9. Estas semillas se trasplantarán en la semana 14 y darán inicio a un nuevo ciclo de cosecha en la semana 23, en esta semana el primer ciclo de producción ya deja de producir las libras demandadas por el hotel, dando inicio a un nuevo ciclo de cosecha para surtir la demanda. (Ver Anexo 10 y Excel).

Desde el primer ciclo de cosecha la disponibilidad total que tendrá la empresa será de 309 lb con excesos de producción de 133 Lb. Posteriormente se dará ilustraciones del uso que se puede dar a los excesos de producción (Ver Excel).

Tomate manzano. Al igual que con los cultivos de berenjena y chile, la producción de tomate manzano se realizará en un sistema hidropónico con sustrato, la producción se la realizara en 4 hileras horizontales con separación de 1 m cada una, los metros lineales por hilera serán de 15.3 m. Se necesitan 51 bolsas por hilera, a una distancia de 30 cm cada una para el óptimo desarrollo del cultivo (Ver Anexo 11 y Excel).

El calendario de producción se realizó con base al metro lineal a utilizar en las 4 hileras, donde empezaran los primeros ciclos de producción. Luego, la producción del quinto ciclo empezará en la semana 33 donde la primera hilera ya acabó su producción, estando libre para empezar el nuevo ciclo, los ciclos restantes se sembrarán en las hileras libres de la producción pasada respectivamente (Ver Anexo 11 y Excel).

Para este cultivo se tomaron de referencia los datos de producción en invernaderos que tiene la unidad de Hortalizas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, esta posee una densidad por invernadero de 1600 plantas, dando una producción de 1500 lb en promedio. Su rendimiento se reduce en 0.09 lb por planta de acuerdo a las cosechas que se van realizando, por lo que en la cosecha 16 tendrá su mínimo de producción (Ver Anexo 12 y Excel).

El cultivo de tomate tendrá 4 ciclos de producción con distintas semanas de trasplante y cosecha al igual que el cultivo de berenjena, a diferencia del chile que los ciclos se repiten continuamente y en las mismas fechas. Para empezar la producción hidropónica de tomate manzano se asumirá que esta inicia en semana 1 del mes de enero en un año “x”, sembrando 60 semillas en la cámara de germinación, donde las plántulas pasaran 4 semanas, para en la semana 5 ser trasplantadas al sistema hidropónico en sustrato. En la semana 14 se empezará con el primer ciclo de cosecha, terminando este ciclo en la semana 25, donde el cultivo ya está en su mínimo rendimiento y deja de suplir la demanda del hotel. Debido a esto la empresa ya debió haber empezado con el segundo ciclo de producción de plántulas en la semana 8, para luego ser trasplantadas en la semana 12 y empezar el segundo ciclo de cosecha en la semana 21, semana en la cual el cultivo del primer ciclo de producción ya dejó de suplir la demanda que requiere el restaurante del hotel. Para el tercer ciclo la producción de plántulas se hará en la semana 17 para poder trasplantar en la semana 21 y empezar la tercera cosecha en la semana 30, de tal manera que no se deje de abastecer producto al hotel (Ver Anexo 13 y Excel).

Cabe recalcar que, desde la primera cosecha a realizar habrá excesos de producción, la disponibilidad total del primer ciclo de producción será de 795 lb de berenjena dejando un exceso de producción de 283 lb. Posteriormente se dará ilustraciones del uso que se puede dar a los excesos de producción (Ver Excel).

Plan de siembra y cosecha en sistema hidropónico NFT. Para la producción en el sistema NFT, al igual que la producción en sustrato, se tomó un periodo de producción de 52 semanas, que se empezará desde un año “x”.

A continuación, se mostrará el plan de siembra y cosecha para cada uno de los cultivos producidos con un sistema NFT, ya que es la mejor alternativa para el desarrollo de los cultivos de lechuga, perejil y culantro. Se determinará el distanciamiento correcto por planta de acuerdo al sistema hidropónico utilizado.

Lechuga escarola. En el desarrollo del plan de siembra y cosecha se tomaron datos de referencia de la producción de lechuga que tiene la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, resultado en un rendimiento por planta de 0.4 lb a un distanciamiento por planta de 30 cm. Debido a que la lechuga es un cultivo de producción única el rendimiento por

planta no decae, por ello se tiene que propagar cada semana para lograr cosechar la demanda que tiene el hotel por semana.

El calendario de producción se realizó con base a 16.2 m a utilizar por hileras. La producción estará dividida por 5 hileras horizontales, donde empezarán los primeros ciclos de producción. Luego, la producción del sexto ciclo empezará en la semana 6 para trasplantar en la semana 10 donde se realizará la cosecha del primer ciclo de producción dejando libre la primera hilera y estando apta para el trasplante del sexto ciclo, los ciclos restantes se sembrarán en las hileras libres de la producción pasada respectivamente (Ver Anexo 14 y Excel).

La demanda semanal de lechuga del hotel es de 21 Lb, para suplirla se necesita sembrar 60 semillas en la cámara de germinación desde la semana 1 hasta la semana 4, estas plántulas serán trasplantadas en la semana 5 dando inicio al primer ciclo de cosecha en la semana 10. Para tener lista la cosecha de la siguiente semana, el proceso de sembrado para el segundo ciclo ya debe de haber empezado en la semana 2, para llegar al trasplante en la semana 6 y cosecha en la semana 11 (Ver Anexo 15 y Excel).

Culantro. La producción se llevará a cabo en 4 plantaciones, ya que es un cultivo perenne. Los metros lineales a utilizar por plantación será de 20 m.

Para el desarrollo del plan de siembra y cosecha del cultivo de culantro, se tomaron de referencia los datos de producción en la unidad de Horticultura Orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, esta posee una densidad por m² de 5 plantas, dando una producción de 0.17 Lb en promedio. Para la obtención de 2.3 lb semanales que demanda el restaurante del hotel, se deberá tener en producción 100 plantas de perejil en 4 ciclos de producción. Para que el cultivo se mantenga con un buen rendimiento debe ser sembrado a una distancia de 40 cm por planta (Ver Anexo 16 y Excel).

El plan comienza con la siembra de 110 semillas de culantro, estas pasarán en la cámara de germinación durante 4 semanas para luego pasar al sistema hidropónico en la semana 5. Se realiza el primer corte la semana 8 para obtener una producción semanal. Debido a que el cultivo es perenne, se deberá realizar una segunda siembra que permanecerá en la cámara de germinación desde la semana 2 hasta la semana 6, para ser trasplantado en la semana 6 y cosechado en la semana 9. Luego se espera 2 meses para realizar el corte en la plantación 3 perteneciente a la tercera cosecha, esto se realizará continuamente a las 4 plantaciones, de tal modo que el restaurante no deje de recibir producto semanalmente durante las 52 semanas de producción (Ver Anexo 17 y Excel).

Perejil. La producción se llevará a cabo en 4 plantaciones, ya que es un cultivo perenne. Los metros lineales a utilizar por plantación será de 13.4 m.

Para este cultivo se tomaron de referencia los datos de producción en la unidad de Horticultura Orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, esta posee una densidad por m² de 5 plantas, dando una producción de 0.15 lb en promedio. Para la obtención de 1.15 Lb semanales que demanda el restaurante del hotel, se deberá tener en producción 67 plantas de perejil en 4 ciclos de producción. Para que el cultivo se mantenga

con un buen rendimiento debe ser sembrado a una distancia de 20 cm por planta (Ver Anexo 16 y Excel).

Para empezar la producción de perejil, se debe tener sembrado en la cámara de germinación 75 semillas de perejil durante 4 semanas, para luego trasplantarlas en la semana 5 y hacer el primer corte en la semana 8. Ya que es un cultivo perenne se debe tener un ciclo de producción intercalado, por lo que la segunda plantación se la debe sembrar en la cámara de germinación en la semana 2 para luego trasplantarla en la semana 6 y realizar el segundo corte en la semana 9. La producción de este cultivo se mantiene constante cada 2 meses, por lo que el tercer corte se realiza a la plantación 3 y pasando 2 meses más se realiza a la plantación 4, logrando así una producción constante para que el restaurante pueda tener producto semanalmente (Ver Anexo 18 y Excel).

Plan de fertirrigación. Según el requerimiento de agua de los cultivos de tomate manzano y chile morrón, necesitará un promedio de 900 litros de agua por ciclo de producción, como la producción es de 25 semanas, el cultivo necesitara de 36 litros por semana, y de 5 litros por día. Es por esto que el riego se realizara por goteo, con un ciclo de fertilización de dos veces por día, uno en la mañana y otro en la tarde, aplicando 1 litro de agua y 1 litro de fertilizante, además, dentro del medio día se aplicara solo 1 litro de agua.

Tomate manzano. Para este cultivo el plan de fertilización se hizo de acuerdo al ciclo de producción de 25 semanas. Además, se divide para cuatro etapas de fertirrigación después del trasplante, siendo la primera etapa de 0-45 días, segunda etapa de 46-65 días, tercera etapa de 66-80 y cuarta etapa de 81 días hasta el término de la producción.

Cuadro 14. Fertilizantes a usar en un litro de agua para las 4 etapas del ciclo productivo días después del trasplante para el cultivo de tomate manzano.

Fertilizante	g o mL de Aporte/Litro de Agua			
	Etapas 1 (0-45 días)	Etapas 2 (46-65 días)	Etapas 3 (66-80 días)	Etapas 4 (> 81 días)
Fosfato monopotásico	0.24	0.17	0.21	0.21
Nitrato de potasio	0.48	-	7.2	0.61
Sulfato de magnesio	0.63	0.5	3.5	0.75
Nitrato de calcio	0.87	0.9	6.2	0.57
Sulfato de potasio	-	0.35	-	-

Chile morrón. Para este cultivo el plan de fertilización se hizo de acuerdo al ciclo de producción de 25 semanas. Además, se divide para cuatro etapas de fertirrigación después del trasplante, siendo la primera etapa de 0-25 días, segunda etapa de 26-45 días, tercera etapa de 46-60 y cuarta etapa de 61 días hasta el término de la producción.

Cuadro 15. Fertilizantes a usar en un litro de agua para las 4 etapas del ciclo productivo días después del trasplante para el cultivo de chile morrón

Fertilizante	g o mL de Aporte/Litro de Agua			
	Etapas 1 (0-25 días)	Etapas 2 (26-45 días)	Etapas 3 (46-60 días)	Etapas 4 (> 61 días)
Urea	-	0.02	-	0.01
Fosfato monopotásico	0.29	0.28	0.24	0.24
Nitrato de potasio	0.34	0.24	0.32	-
Sulfato de magnesio	0.43	0.45	0.50	0.50
Nitrato de calcio	0.79	0.83	0.81	0.92
Sulfato de potasio	-	-	-	0.28

Lechuga, perejil y culantro. El manejo de la fertirrigación en el sistema NFT, se realizará con el uso de un tanque de 200 L. En el cuadro 16 se muestra la cantidad de fertilizante optimo en gr o ml de Aporte/Litro de Agua, para la producción de lechuga, perejil y culantro. Donde la solución nutritiva estará en constante recirculación en el sistema NFT.

Cuadro 16. Fertilizantes a usar en un litro de agua para producción de lechuga, perejil y culantro

Fertilizantes	g o mL de Aporte/Litro de Agua
Fosfato monopotásico	0.14
Sulfato de Potasio	0.55
Sulfato de Magnesio	0.75
Nitrato de Calcio	1.08
Nitrato de Potasio	0.00

Cosecha.

Berenjena y chile. Las frutas de berenjena se cosechan inmaduras, siendo su coloración amoratado claro. En el caso del chile morrón los frutos se cosechan con una coloración verde o con pigmentación rojizas. Son frutas que se la cosecha a mano, usando guantas de tela de algodón, tijeras bien afiladas y tarro desinfectante (solución clorada). Para la separación del fruto de la planta, se debe realizar un corte entre media a una pulgada del pedúnculo de la fruta hacia la planta, sin desgarrar la fruta. Además, se debe desinfectar las tijeras con la solución clorada para la cosecha por planta (Anexo 20 y 21).

Todo fruto con alguna malformación, algún tipo de daño por hongos o daño mecánico debe ser cosechado, en el caso de presentar estos factores, se debe de separar de los frutos en buen estado para no causar contaminación.

Tomate manzano. Para la cosecha de tomate el color adecuado es "pintón"(rojizo-verde), de igual forma se cosechan los frutos que están en madurez fisiológica, ósea rojizos completamente. El fruto se debe desprender del cultivo, quitando el pedúnculo del fruto. Además, se debe tener un tarro desinfectante (solución clorada), para que el personal se desinfecte las manos al pasar al siguiente cultivo a cosechar (Anexo 22).

Lechuga. La cosecha del cultivo de lechuga se realiza con un corte en la base del cultivo, con una herramienta cortante la cual debe estar limpia y afilada. El corte se realiza en horas fresca, ayudando a retener agua en el cultivo (Anexo 23).

Culantro. El culantro se debe cosechar cuando la planta ya tiene entre 10 y 15 cm. de altura. El corte se debería realizar en horas frescas, a una temperatura de 25°C, para preservar los aceites aromáticos y la frescura de las hojas (Anexo 24).

Perejil. La cosecha de perejil se realiza manualmente, el corte se debe realizar dejando dos hojas verdaderas, y antes de que las hojas inferiores tengan un color amarillento. El cultivo para su cosecha alcanza una altura de 25-30cm, el corte se realiza a una altura entre 5-9 cm de la superficie del suelo ayudando a no dañar el ápice del cultivo (Anexo 25).

Manejo postcosecha.

Manejo postcosecha para frutas. Para el cultivo de berenjena, chile morrón, y tomate manzano, el flujo de proceso que se debe llevar a cabo es: selección, clasificación y almacenamiento.

Berenjena y chile.

Selección. Este manejo se debe realizar en campo, para separar los frutos según: madurez excesiva, deformidades u otros tipos de daños o defectos severos, o por pudrición. La selección se la realiza para reducir la cantidad de frutas transportadas que luego se tendrán que descartar, también ayuda a reducir la posibilidad de transportar frutos con daños producidos por hongos u enfermedades que puedan contaminar las demás frutas.

Clasificación. Se lleva a cabo al momento de llegar al área del restaurante, donde se encargará de clasificar el producto demandado por el hotel para su consumo y los excesos de producción para su distribución. Los frutos de mejor tamaño y calidad deben ser para distribuirlo en el mercado local. El agua para el lavado de los frutos debe ser clorada entre 75-100 ppm de cloro.

Almacenamiento. Se puede hacer en cajas plásticas, para luego mantenerlos en refrigeración a una temperatura de 10-12 °C, con una humedad relativa de 90-95%. Bajo

estas condiciones los frutos de berenjena se podrán mantener durante 10 a 14 días y los frutos de chile morrón se podrá mantener durante dos a tres semanas.

Tomate manzano.

Selección. Al igual que la berenjena y el chile morrón, la selección debe realizarse en campo, para separar los frutos según: madurez excesiva, deformidades u otros tipos de daños o defectos severos, o por pudrición. La selección se la realiza para reducir la cantidad de frutas transportadas que luego se tendrán que descartar, también ayuda a reducir la posibilidad de transportar frutos con daños producidos por hongos u enfermedades que puedan contaminar las demás frutas.

Clasificación. Al momento de llegar los frutos al área del restaurante del hotel, este tiene que clasificar el producto demandado por tal, para luego tomar en cuenta factores como madurez (color), grado de calidad y tamaño para distribuirlo en el comercio local. El agua para el lavado de los frutos debe ser clorada entre 75-100 ppm de cloro.

Almacenamiento. Se puede hacer en cajas plásticas, para luego mantenerlas a una temperatura de 10-12°C, para lograr una vida útil de 14 días. A temperaturas más bajas se corre el riesgo de una congelación la cual puede dañar la estructura del producto y al momento de descongelarse pierde su calidad.

Manejo postcosecha para hojas y hierbas. Para el cultivo de lechuga, culantro y perejil, el flujo de proceso a utilizar es: Lavado, Limpieza, desinfección, escaldado, tratamiento químico y almacenamiento.

Lechuga, culantro y perejil.

Lavado, limpieza y desinfección. Para el lavado y desinfección se debe utilizar una solución de hipoclorito de calcio a un rango de 80-120 ppm en el caso de la lechuga y perejil y 50 ppm en culantro, sumergiendo el producto durante 30 segundos, en el caso del perejil y culantro es mejor realizar mazos de 5-15 ramas para mejor manejo. La limpieza en el caso de la lechuga, se debe realizar un corte en el tallo por cuestiones de presentación.

Escaldado. Se debe realizar con agua caliente a una temperatura de 70-98°C, por 1.5 a 12 minutos, ayudando a inactivar enzimas que provocan cambios de color, textura, sabor y valor nutricional. Además, remueve la suciedad de los alimentos y reduce la carga microbiana.

Tratamiento químico. El uso de ácido ascórbico es para evitar el pardeamiento enzimático, el rango óptimo es de 10-20 ppm. Además, el cloruro de calcio, ayuda a la conservación, y para mantener la textura del producto, su óptimo es de 0.2%.

Almacenamiento. Se puede realizar en cajas plásticas, siendo la temperatura óptima para su almacenamiento de 0-5°C.

Manejo de desechos. La realización de una compostera, es la mejor opción para el Hotel Santa Maria de Comayagua, ya que podría reutilizar los desechos del restaurante, áreas verdes y postcosecha de una forma agradable para el medio ambiente. La utilización del compost ayudará a aportar materia orgánica a las áreas de jardines y alrededores del hotel.

Composición compostera. Para una óptima descomposición de la materia orgánica, el compost requiere de fuentes de carbono y nitrógeno. El carbono sirve como fuente de energía y el nitrógeno como fuente de proteínas para los microorganismos que descompondrán la materia orgánica. La proporción óptima de Carbono: Nitrógeno (C:N) para una adecuada descomposición es de 30:1. El contenido de humedad óptimo es de 50-60 % del volumen total de materia orgánica utilizada. El pH óptimo a utilizar es de 5.5-8.5. pH bajos promueve el crecimiento de hongos y la descomposición de lignina y celulosa. La lignina resultada de la descomposición de materia orgánica es una sustancia que ayuda a formar dureza y resistencia a la planta.

Materiales que se pueden utilizar. Estiércol, mortalidad, frutas y vegetales, desechos de cosecha, desechos orgánicos, hojas, aserrín, papel periódico y papel, grama y pasto, desechos sólidos.

Establecimiento de compostera. El concreto es el material adecuado para la construcción de la compostera, ya que será duradero. Las dimensiones serán de 1.5 metros de altura por 2 m de ancho y por 4 m de largo. El largo de la compostera es de 4 m, pero se usarán 3 m para hacer el surco y 1m se dejará libre para hacer el volteo del material para mantenerlo con aireación. Debe tener un agujero por donde el exceso de humedad pueda salir.

Para la elaboración del compost se deben seguir los siguientes pasos. Una vez ya realizada la construcción de la compostera se deberán seguir los siguientes pasos para manejar los desechos de una manera eficiente y lograr que la relación C:N sea la adecuada.

Paso 1. Fuente de carbono. La construcción para la base de la cama se la hará con hojas secas provenientes del jardín del hotel.

Paso 2. Fuente de nitrógeno. Colocación de todos los residuos de alimentos que tiene el hotel.

Paso 3. Fuente de microorganismos. Colocar una capa de compost de 2 a 3 cm sobre los desechos de alimentos.

Paso 4. Fuente de carbono. El compost colocado en el paso 3 se puede cubrir con cartones, estos pueden ser residuos de los cartones de huevos que entran al restaurante del hotel, o cualquier tipo de cartón

Paso 5. Fuente de nitrógeno. Colocar todos los residuos procedentes de la cosecha y postcosecha.

Paso 6. Fuente de carbono. Colocar una capa de 20 cm aproximadamente con cualquier tipo de hojas secas.

Manejo de la compostera.

Temperatura. El rango óptimo de temperatura entre los 2-4 días de haber realizado la elaboración del compost, debe ser de 65-70°C. Si la temperatura llegara a pasar los 70°C se debe realizar un volteo inmediatamente para que los microorganismos no mueran.

Volteo. Durante las primeras 3-6 semanas se debe realizar el volteo 3 veces por semana, luego a partir de los dos meses, basta con un volteo semanal.

Riego. El riego se debe hacer esparciendo agua por toda la superficie del compost para mantener una humedad entre 50-60%. Si el compost estuviera muy seco, tendrá un aspecto blanquecino y polvoriento.

Fin del proceso. Luego de haber pasado aproximadamente 3 meses, y luego de haber realizado el ultimo volteo del compost y este no vuelve a tener una temperatura de 70°C, y se mantiene a temperatura ambiente, es una señal de que ya está listo para su uso (Anexo 26).

4. CONCLUSIONES

- Se usaron dos tipos de sistemas hidropónicos diferentes, el sistema hidropónico de sustrato se utilizó para los cultivos de berenjena, chile morrón y tomate manzano, ya que son plantas con altitud grande, y que requieren de algún tipo de soporte para su optimo crecimiento, de igual forma para los cultivos de lechuga, perejil y culantro se usó el sistema NFT, ya que son cultivos pequeños y que no requieren algún tipo de soporte para su producción.
- Para los cultivos de perejil y culantro, que son plantas perennes, la estimación de las semillas a utilizar se hizo en base a una baja tasa germinativa. Al momento de pasar el semillero a la cámara de germinación, se debe de monitorear constantemente, para saber si se necesita más o menos semillas para producir las plántulas necesarias para el plan de siembra y cosecha.
- La ficha en Excel del plan de siembra y cosecha está enfocada en la producción dentro de los 900 m² de invernadero, en donde se utiliza 1 m de distanciamiento entre hileras para cada cultivo dando un resultado de 25 m a lo largo, para la instalación de los dos sistemas de producción. Además, los metros usados a lo ancho para cada ciclo de producción fueron de 2.4 m, 15.3 m y 12.5 m para berenjena, tomate manzano y chile morrón, respectivamente, en sistema hidropónico de sustrato y 20 m para los cultivos de lechuga, culantro y perejil en sistema hidropónico NFT.
- Para los dos sistemas hidropónicos utilizados, la producción será constante para las 52 semanas productivas que tiene un año. La producción anual de berenjena será de 734 Lb, chile morrón de 834 Lb, tomate manzano de 2092 Lb, lechuga de 1123 Lb, perejil de 105 Lb y culantro de 177 Lb.
- La calendarización para 52 semanas de producción dentro de la ficha de Excel fue realizada en base al ciclo productivo de cada cultivo, tomando en cuenta el inicio y el final del ciclo de cada cultivo, para mejor manejo del área de producción.
- Se realizó una ficha en Excel interactiva en donde se podrá cambiar valores y adaptarlos a un nuevo escenario productivo.

5. RECOMENDACIONES

- Implementar metas a corto, mediano y largo plazo de tal manera que la empresa prospere y crezca a lo largo de la producción, ayudando al funcionamiento óptimo del proyecto.
- Realizar capacitaciones continuas al personal que estará encargado de la producción hidropónica, para que a futuros no se presenten ningún cuello de botella.
- Llevar un registro adecuado de la demanda que tiene el hotel, de tal manera que en futuros estudios se pueda hacer aproximaciones más reales.
- Mantener los invernaderos en constante revisión, mantenimiento y desinfección, para minimizar la propagación de plagas y enfermedades que se puedan presentar al momento de la entrada y salida de las personas hacia el área productiva. Además, se podría tener un punto de desinfección para las personas que visiten el área de producción, de tal manera que no afecte el buen desarrollo de los cultivos.
- Revisar el anexo del plan operativo y estratégico para los excedentes de producción, de tal manera que podría proporcionar un ingreso extra al hotel, ya que los excedentes serán constantes a través de las 52 semanas de producción.

6. LITERATURA CITADA

Alejandro Barria (2005): Producción hidropónica de hortalizas en Magallanes. Universidad de Magallanes Facultad de ingeniería departamento de química. Magallanes. Disponible en línea en http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/barria_marquez_2005.pdf.

Alfredo Lara (2000): Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Disponible en línea en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317306>.

Ana Castro (2009): Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de papa en trocitos al mercado de Tegucigalpa. En colaboración con Adolfo Fonseca Alcalá. Universidad Zamorano. Honduras. Disponible en línea en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/175/1/AGN-2009-T008.pdf>.

Ana Ofelia Curioni (2009): Calidad y control de gestión de una empresa Pymes dedicada a la producción de perejil deshidratado. Tesis. Universidad tecnológica nacional, Argentina. Disponible en línea en <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MIC-2010-Curioni.pdf>.

Andrea Torres P. (2017): Manual de cultivo del tomate. Instituto nacional de innovación agraria. Santiago de Chile. Disponible en línea en <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/11%20Manual%20Tomate%20Aire%20Libre.pdf>.

César Marulanda (2003): La huerta Hidropónica popular. Manual técnico. En colaboración con Juan Izquierdo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. Santiago de Chile. Disponible en línea en <http://www.fao.org/3/a-ah501s.pdf>.

Dayana de Jesús Albán; Geraldine Irusta (2006): Propuesta de Estrategias de Producción Más Limpia en el Hotel “Humuya Inn, Tegucigalpa- Honduras”. Zamorano.

Enrique Álvarez Córdova (2018): Cultivo de chile Dulce.

García Moreno (2008): Efecto de diferentes sistemas de cultivos sobre su composición. Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia. Disponible en línea en <http://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/255/pfc2156.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Gill Sans (2015): Manual de Lechuga. PROGRAMA DE APOYO AGRÍCOLA Y AGROINDUSTRIAL VICEPRESIDENCIA DE FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Bogotá, Colombia.

Gloria Samperio Ruiz (ed.) (1999): Hidroponía Comercial. México: DIANA.

Haifa (2014): Recomendaciones nutricionales para tomate. Disponible en línea en <http://brometan.com/docs/biblioteca-tomate.pdf>.

InfoAgro (2014): El cultivo de la Berenjena. Disponible en línea en <https://www.infoagro.com/hortalizas/berenjena.htm>.

Jason Gerardo Vásquez (2015): Evaluación agronómica de cinco variedades de lechuga, en diferentes ciclos de siembra. Tesis, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Disponible en línea en https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6469/evaluacion_agronomica_cinco_variedades_lechuga.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Jesús Pérez Cano (2002): Agricultura y Bienestar. Secretaria de economía. Disponible en línea en file:///D:/OneDrive%20-%20Zamorano/Downloads/Libro_de_hidroponia_y_nutricion.pdf.

Jorge Arce Portuguez (2015): Cultivos Hidropónicos y Organopónicos: opciones para producción de alimentos. EARTH, Costa Rica. Disponible en línea en <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Documentos%202015/Cultivos%20hidrop%C3%B3nicos%20y%20organop%C3%B3nicos.pdf>.

José Ariel Ruiz (2013): Requerimientos Agroecológicos de cultivos. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Jalisco, México. Disponible en línea en http://www.inifapcirpac.gob.mx/publicaciones_nuevas/Requerimientos%20Agroec%20de%20Cultivos%202da%20Edici%F3n.pdf.

Juan Gilsanz (2007): Hidroponía. Uruguay. Disponible en línea en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/520/1/11788121007155745.pdf>.

Laura Peralta (2014): Manual de producción hidropónica para hortalizas de hoja en sistema NFT. En colaboración con Maria Jiménez. edit. por Fernando Campos. Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Disponible en línea en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6581/manual-hidroponia-NFT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Maily Jiménez (2015): Plan de negocios para la producción y comercialización de té de infusión a base de Stevia rebaudiana, en Ecuador. Zamorano.

María Inés González (2014): Cultivo de Lechuga: Instituto de Desarrollo Agropecuario. Disponible en línea en <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/08/Lechuga-Quilamapu.pdf>.

Marlon Retana Cordero (2015): Determinación de los requerimientos nutricionales para el mejoramiento de la fertilización. Tesis. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Disponible en línea en <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3853/1/39001.pdf>.

Marván García (2017): Plan de negocios de producción y diseño de hidroponía. México.

Natalia Salazar Ruiz (2013): CULTIVO PROTEGIDO HIDROPÓNICO DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) UTILIZANDO PLÁNTULAS PRODUCIDAS EN CELDAS DE DIFERENTE VOLUMEN Y EDAD DE TRASPLANTE EN SANTA CLARA, SAN CARLOS. Tesis, Costa Rica. CULTIVO PROTEGIDO HIDROPÓNICO DEL TOMATE. Disponible en línea en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3309/CULTIVO%20PROTEGIDO%20HIDROP%C3%93NICO%20DEL%20TOMATE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (2011): Requerimientos Nutricionales. FAO. Disponible en línea en <http://www.fao.org/3/i2029s/i2029s.pdf>.

Ricardo Castellanos (2008): Análisis del mercado y diseño de estrategia para la exportación de té e infusiones en saquitos marca Taragüi de Argentina al mercado de Tegucigalpa, Honduras. Zamorano.

Ricardo Lardizábal (2010): COMPENDIO DE MANUALES DE PRODUCCIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS. En colaboración con Salvador Arias, Hugo Ávila, Rafael Segura, Denis Ramírez, Ali Valdivia. Millennium. Honduras.

Rodrigo C (2005): Evaluación técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero en la Comuna de Calbuco, México.

Tapia M (1993): Cultivos Hidropónicos. Cultivos no tradicionales. Valdivia, Chile.

Victoria Alcalá (2019): Plan operativo anual.

7. ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de Flujo de demanda mensual de frutas y verduras.

Flujo de demanda mensual de frutas y verduras (Lb)						
	Berenjenas	Chile	Lechuga	Tomate	Culantro	Perejil
Marzo	0	10	26	130.5	8.5	2.5
Abril	0	43	82	133	7	3.5
Mayo	0	26.5	36.5	75	5	1
Junio	0	21	36	35	2	1
Demanda Promedio a producir	50	50	90	140	10	5
Demanda anual	600	600	1080	1680	120	60
Demanda semanal	11	11	21	32	2.3	1.15
Más demandada	Tomate					
Menos Demandada	Menta					
Mes de más demanda del producto	Abril					
Mes de menos demanda de producto	Junio					

Anexo 2. Cuadro de precios mensuales.

Precios mensuales de los proveedores de frutas y verduras al restaurante del hotel (L/Lb)						
	Berenjenas	Chile	Lechuga	Tomate	Culantro	Perejil
Marzo	0	10.00	15.00	15.00	20.00	20.00
Abril	0	10.00	15.00	15.00	20.00	20.00
Mayo	0	12.00	20.00	15.00	22.00	22.00
Junio	0	12.00	15.00	10.00	60.00	60.00
Mes del precio más alto	Junio					
Mes del precio más bajo	Abril					

2

1

1

Anexo 6. Rendimiento utilizado para calcular el número de plantas necesarias para el plan de siembra y cosecha del cultivo de berenjena, en base a un cultivo de 10000 plantas/ha con una producción de 33000 lb/ha, con reducción en el rendimiento por planta de 0.37 lb por planta.

Semanas de cosecha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Berenjena	8 Plantas															
Producción de 10000 plantas (lb)	33000	31300	29600	27900	26200	24500	22800	21100	19400	17700	16000	14300	12600	10900	9200	7500
Rendimiento semanal por planta	3.3	3.13	2.96	2.79	2.62	2.45	2.28	2.11	1.94	1.77	1.6	1.43	1.26	1.09	0.92	0.75
Plantas para producir 11 libras según rendimiento	3.33	3.51	3.72	3.94	4.20	4.49	4.82	5.21	5.67	6.21	6.88	7.69	8.73	10.09	11.96	14.67
Producción con 7 plantas en 16 cosechas (lb)	26	25	24	22	21	20	18	17	16	14	13	11	10	9	7	6
Reducción del rendimiento semanal en 16 cosechas	3.3	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Promedio de reducción del rendimiento por planta(lb)	0.37															

Anexo 7. Plan de siembra y cosecha de 52 semanas, en 16 cosechas para el cultivo de berenjena.

Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Semillero				T				Crecimiento vegetativo				Semillero				T				26				25				24				22				21				20				18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

Anexo 10. Plan de siembra y cosecha de 52 semanas, en 16 cosechas para el cultivo de chile morrón.

Enero				Febrero				Marzo					Abril				Mayo				Junio																																																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26																																														
Semillero				T				Crecimiento vegetativo					19				19				16				16				14				14				13				13				11				11				9				9														
								Semillero					T								Crecimiento vegetativo								19				19				16				16																														
																Semillero				T								Crecimiento vegetativo																																											
Julio				Agosto					Septiembre					Octubre				Noviembre					Diciembre																																																
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52																																														
6				6				6				6																																																											
14				14				13				13				11				11				9				9				6				6				6																															
to vegetativo								19				19				16				16				14				14				13				13				11				11				9				9				6				6											
Semillero				T				Crecimiento vegetativo								19				19				16				16				14				14				13				13				19				19				16				16				14				14			
								Semillero					T				Crecimiento vegetativo																																																						

Anexo 11. Calendario de producción y Distanciamiento de 4 hileras para el cultivo de Tomate Manzano.

[illegible]

Anexo 12. Rendimiento utilizado para calcular el número de plantas necesarias para el plan de siembra y cosecha del cultivo de tomate manzano, en base a un cultivo de 1600 plantas/invernadero con una producción de 1500 libras/invernadero, con reducción en el rendimiento por planta de 0.092 lb por planta.

[illegible]

Enero				Febrero				Marzo					Abril					Mayo					Junio																																																																																																																																																																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26																																																																																																																																																															
Semillero				T										Crecimiento Vegetativo										43					48					45					43					40					37					32					30					26					21					18					14																																																																																																									
Semillero										T										Crecimiento Vegetativo										43										48					45					43					40					37					32					30					26					21					18					14																																																																																														
Semillero															T															Crecimiento Vegetativo															43															48					45					43					40					37					32					30					26					21					18					14																																																																										
Semillero																									T																									Crecimiento Vegetativo																									43																									48					45					43					40					37					32					30					26					21					18					14																																		
Julio					Agosto					Septiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre																																																																																																																																																															
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52																																																																																																																																																															
11					11					11					21					18					14					11					11					30					26					21					18					14					11					11																																																																																																																		
32					30					26					43					48					45					43					40					37					32					30					26					21					18					14					11					11																																																																																																								
Semillero										T										Crecimiento Vegetativo										43										48					45					43					40					37					32					30					26					21					18					14					11					11																																																																																				
Semillero															T															Crecimiento Vegetativo															43															48					45					43					40					37					32					30					26					21					18					14					11					11																																																																
Semillero																				T																				Crecimiento Vegetativo																				43																				48					45					43					40					37					32					30					26					21					18					14					11					11																																												
Semillero																									T																									Crecimiento Vegetativo																									43																									48					45					43					40					37					32					30					26					21					18					14					11					11																								
Semillero																														T																														Crecimiento Vegetativo																														43																														48					45					43					40					37					32					30					26					21					18					14					11					11				

[illegible]

Lechuga													54 plantas	
Rendimiento por 1 planta (lb)													0.4	
Produccion con 54 plantas(lb)													21.6	
Enero				Febrero				Marzo				Abril		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
								21.6						
Semillero				Transplante				C1		21.60				
Semillero			Transplante			C2		21.60						
Semillero		Transplante		C3		21.60		86.4						
Semillero		Transplante		C4										

Perejil y Culantro		Enero			Febrero			Marzo					Abril				Mayo				Junio															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26									
Hileras	Metros lineales a utilizar	1P			T	CV	C1			CV		C5			CV		C9			CV		C13			CV		C17		CV							
1	13.4 y 20																																			
2	13.4 y 20		2P			T	CV	C1				CV			C6			CV			C10			CV		C14			CV							
3	13.4 y 20			3P			T	CV			C3			CV			C7			CV			C11			CV		C15		CV						
4	13.4 y 20				4P			T	CV			C4			CV			C8			CV			C12			CV		C16		CV					
Julio				Agosto				Septiembre					Octubre				Noviembre				Diciembre															
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52											
		C21			CV			C25			CV			C29			CV			C33			CV			C37			CV		C41			CV		C45
CV			C22			CV		C26			CV			C30			CV			C34			CV			C38			CV		C42			CV		
	CV			C23			CV		C27			CV			C31			CV			C35			CV			C39			CV		C43			CV	
	C20				CV			C24			CV			C28			CV			C32			CV			36		CV		C40			CV		C44	

Culantro	100 plantas							
Rendimiento por 5 plantas(lb)	0.17	1P				c1		
Produccion con 100 plantas(lb)	3.4		2P				c2	
				3P				c3
					4P			c4

Perejil	67 plantas 1P				c1
Rendimiento por 5 plantas (lb)	0.15	2P			c2
Produccion con 67 plantas(lb)	2.01		3P		c3
			4P		c4

A close-up photograph of three small, dark purple eggplants hanging from a green stem. The eggplants are teardrop-shaped with a slight indentation at the top where they attach to the stem. They have a glossy, smooth skin. The green stems and leaves are visible in the background, creating a natural, garden-like setting.

Anexo 20. Color óptimo (verde y pintón) para cosecha de fruto de chile morrón.



Anexo 21. Color óptimo para cosecha de fruto de tomate manzano.



Anexo 22. Punto óptimo de cosecha de lechuga escarola



Anexo 23. Punto óptimo de cosecha de culantro



Anexo 24. Punto óptimo de cosecha de perejil



Anexo 25. Compost. Producto final del manejo de desechos.



Anexo 26. Utilización de la hoja de cálculo para la adaptación de un posible incremento del área de producción.

Paso 1. Chile Morron 25 Plantas El cuadro rojo indica el casillero donde se cambia el número de plantas a utilizar.

Paso2. Producción con 25 plantas en 16 cosechas 19 19 16 16 14 14 13 13 11 11 9 9 6 6 6 6

El cuadro rojo indica el enunciado a ser cambiado, según el nuevo número de plantas a utilizar. Además, el cuadro azul indicara los rendimientos que se obtendrán dentro de las 16 cosechas establecidas por ciclo de producción de cada cultivo.

Producción anual	834
Excedente anual	416

Paso 3. El cuadro rojo indicara la producción anual y los excedentes anuales, según la nueva cantidad de plantas a utilizar.

Disponibilidad total
Excedente

Paso 4. Este cuadro indicaría, la disponibilidad y excedente del producto durante cada ciclo de producción y cada cosecha realizada durante las 16 semanas.

Anexo 28. Plan operativo y estratégico para distribución de excedentes de distribución.

Plan Operativo

Dado que las producciones de los cultivos siempre tendrán excedentes de producción, se proporcionará información sobre como poder introducirse en el mercado de Comayagua para poder distribuir el producto excedente.

Metas

Corto Plazo

- Producción solamente para suplir necesidades internas del hotel, hasta llegar a una producción del 100%.
- Reconocer sitios precisos de distribución cercanos, para venta en picos de producción.
- Reducir costos por compra de frutas y verduras en lugares externos a la empresa hotelera.

Mediano Plazo

- Capacitación de personal para encontrar y atraer clientes externos para la venta.
- Reconocimiento y separación por grado de calidad del producto, segmentando y abriendo mayores puertas hacia nuevos mercados.
- Elegir solo el producto de menor grado de calidad para el hotel, sin embargo, el producto igual debe cumplir con todo el proceso de calidad estandarizado por la empresa.

Largo Plazo

- Decisión de los directivos de la empresa, acerca de completar toda el área libre con invernaderos para la producción hidropónica.
- Capacitación de más personal para labores diarias de campo.
- Posicionarse como una gran empresa hotelera y productiva en Comayagua.
- Planear la diversificación del producto, de modo que pueda enfocarse en diferentes mercados.
- Implementar el mínimo proceso, en el área de empaque de producto, ofreciendo a los clientes un producto con valor agregado y fácil de consumir.

Mezcla de Mercadeo.

Producto. El producto será dirigido principalmente para el consumo del hotel, sin embargo, en cada cosecha abra un excedente de producto, el cual se distribuirá en el área local de Comayagua. El producto será distribuido con empaque plástico transparente que otorgue visibilidad del producto, con un peso de aproximadamente 500 g por empaque.

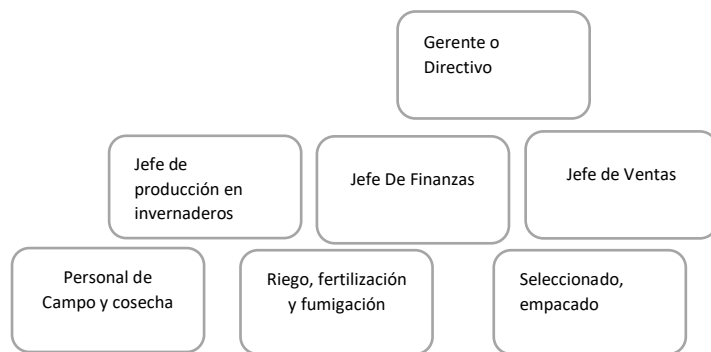
Promoción. Se debe realizar una capacitación hacia los empleados del área de marketing del hotel, ya que estos son los encargados de la publicidad y las promociones del producto excedente a comercializar. Por otro lado, se tiene que realizar capacitaciones en comercialización sobre productos agrícolas, esto ayudaría a complementar su estudio en marketing, ya que ahora trabajarían con un producto proveniente de la producción hidropónica.

Plaza. El fin de la empresa hotelera, será el comercio interno y además comercializar en los sectores aledaños de su producción. Se tomará en cuenta empresas distribuidoras y supermercados cercanos, de tal manera que se pueda entregar producto de primera calidad, con una diferenciación de estropeo mínimo por manejo cercano. Además, se buscarán sectores más lejanos al hotel para picos altos de producción

Precio. Como es una empresa primeriza en el área de producción hidropónica, los precios que se tomarán en cuenta para su posible distribución y venta, serán los precios que en ese momento este plasmado por la oferta y demanda de Comayagua.

Personal. Dado que la empresa hotelera es primeriza en la producción hidropónica, no poseen un personal altamente calificado para la función de producción. Sin embargo, se dará la capacitación necesaria para realizar acorde todas las labores de dicho proceso.

Organigrama de procesos. La empresa está encaminada en la industria hotelera y ahora quiere incursionar en la industria agrícola, por lo que se mantendrá un solo gerente o directivo que manejará las decisiones importantes de las dos áreas. Cabe recalcar que al aumentar la productividad y rentabilidad de la empresa , se contratará personal más capacitado en el área con el objetivo de mantener la empresa y realizar constantemente mejoras continuas (Ricardo Castellanos 2008).



Jefe de producción. El jefe de producción es la persona que está apta para ejercer liderazgo sobre los empleados capacitados. Según las tareas a realizar, esta persona acude al cargo de jefe directo si no se encuentra el gerente o directivo. Además, está encargado de velar por todos los objetivos de la empresa y estar comprometido a mejorar continuamente. Tiene el poder de enseñar, controlar, dirigir y supervisar a otro empleado por si en algún momento se encuentran laborando erróneamente.

Jefe de finanzas. En este caso el jefe de finanzas será el que se encuentra trabajando ya en la empresa hotelera. Se realizará la debida capacitación sobre administración en producción agrícola para complementar sus estudios. También es el responsable de las nuevas transacciones financieras que se llevaran a cabo para la distribución del producto en exceso. El jefe de finanzas posee un cargo especial en la toma de decisiones ya que es la persona que se encuentra directamente relacionada con la cantidad de dinero que entra y sale de la empresa.

Jefe de ventas. El área de marketing del hotel se encuentra a cargo del jefe de ventas, este al igual que todos los trabajadores anteriores recibiría una capacitación sobre administración en agricultura. Esta área será la encargada de encontrar clientes externos que quisieran adquirir el exceso de producción; es un área que debe estar capacitada sobre los datos generales del producto para brindar al cliente un conocimiento verdadero y agradable para él. Las personas en el área de ventas deben tener una buena relación interpersonal y claro está, una buena presentación, ya que son las encargadas de posicionar el producto en los distribuidores y supermercados o consumidores finales.

Personal de campo y de cosecha. El personal de campo y de cosecha se encargará de realizar todas las labores diarias y los procesos básicos que todo cultivo necesita. A la hora de cosecha el personal deberá pasar por un aseo total de las herramientas con las cuales se realizará la dicha actividad, esto se hace para mantener la calidad del producto y evitar cualquier tipo de contaminación o daño hacia la planta. Luego de cosecharlo debe ser trasladado rápidamente al centro de seleccionado y empacado.

Riego fertilización y fumigación. Por el momento el encargado de estas labores, solo será una persona ya que el área a producir es poca. La persona podrá hacer con calma y exactitud las labores, del mismo modo el trabajador estará capacitado para conocer los requerimientos necesarios de la solución nutritiva definida para cada cultivo. Además, sabrá reconocer los

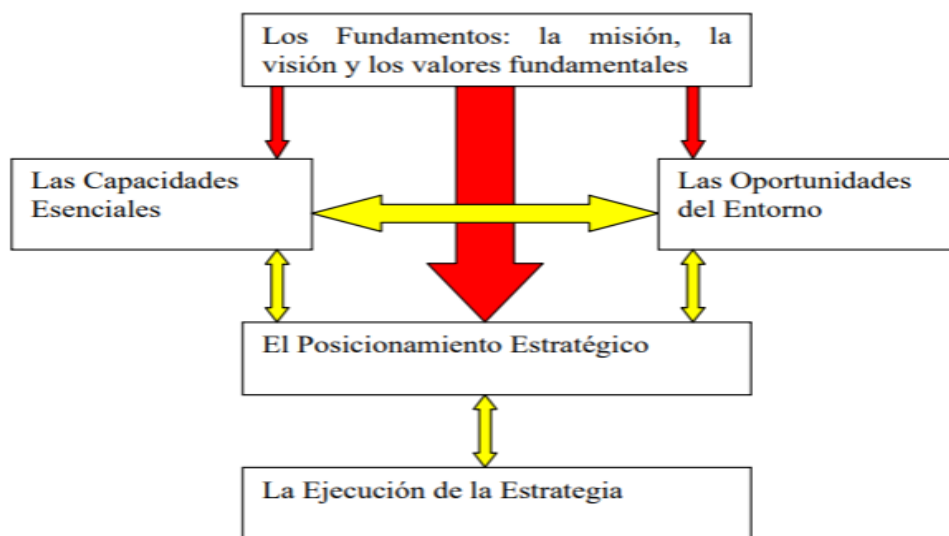
principales plagas y enfermedades que puedan afectar a la planta en su proceso de producción, estando atento para aplicar cualquier tipo de fumigante.

Seleccionado y empacado. Esta área es considerada un punto crítico en la cadena de valor del producto, es por esto que los excesos de producción a distribuir, deberían cumplir con todos los requisitos de calidad para el consumidor. El personal se encargará de la separación y selección del producto por grado de calidad, lo cual daría como resultado calidad que se queda como consumo para el hotel y calidad para la venta externa.

Estrategias de Ejecución. Utilizar una estrategia de ejecución sobre un plan es muy útil, ya que incluyen herramientas muy efectivas para el buen desarrollo, planificación y gestión de las estrategias. En conjunto, estas herramientas ayudan a las organizaciones no sólo a planificar y ejecutar sino también a controlar, aprender, probar y adaptar las hipótesis y prácticas estratégicas para lograr un éxito sostenido (Kaplan S. 2016).

La figura 4 nos muestra un esquema estratégico vertical de cinco etapas, lo cual es muy importante ya que la empresa hotelera, es primeriza en la producción y comercialización de frutas y verduras. El esquema en sí ayuda a los altos mandos de las empresas a desarrollar un plan estratégico en donde se toman en cuenta las capacidades que tiene la empresa para ser eficiente. Luego de esto se deben tomar todas las oportunidades que se le presente a la empresa para posibles comercializaciones. Para culminar se debe implementar la estrategia, lo cual ayudará a la empresa con su objetivo primordial acerca de mejorar continuamente, ya que la retroalimentación de los nuevos datos obtenidos ayudarán a tener un ciclo con mejores producciones y mejores rentabilidades (Ricardo Castellanos 2008).

Figura 4. Esquema estratégico para comercialización de producto en torno al Hotel Santa María de Comayagua.



Fuente: (Julio Sergio Ramírez 2011)

Objetivos estratégicos

- Desarrollar una planta postcosecha según las medidas y condiciones de producción para preparar el producto hacia el consumidor externo e interno.
- Lograr introducirse en el mercado de Comayagua, priorizando distribuidores cerca del área de producción, aprovechando la calidad del manejo por ser un mercado cercano.
- Capacitaciones constantes hacia la mano de obra en producción y postcosecha del producto para contribuir al buen manejo de la cadena de valor.
- Desarrollo de un flujo de proceso, donde se medirá los tiempos y todas las operaciones que se hagan en cada línea de producción, para establecer luego medidas de mejora continua.
- Mantenerse con los más altos estándares de producción hidropónica, proveyendo un producto de calidad para los clientes.
- Realizar diferentes tipos de estudios de mercado para estar en contacto con el ambiente cambiante de la demanda dentro y fuera del sector donde se distribuye el producto. Se logrará de esta forma que la empresa se mantenga preparada para los tiempos de baja y alta demanda, así mismo los picos altos y bajos de la producción.
- Mantener un alto grado de mejora continua en todo el año, contribuyendo en la imagen de la empresa.
- Enfocarse en realizar estudios financieros en periodos de 6 meses para conocer más detalles de cómo iría la inversión.

Modelo de 5 etapas.

Desarrollo de la estrategia. Los puntos claves y críticos que la empresa puede detectar al momento de su total funcionamiento, es la presencia de un entorno competitivo, por esto que se acudió a información secundaria en la zona de Comayagua para el análisis del entorno. Luego de ya haber puesto en marcha la estrategia, se puede notar los cambios importantes que surgen y aplicar las debidas mejorías para el próximo ciclo.

La información secundaria sobre el mercado del sector de Comayagua, dice que se encuentra ubicado entre las primeras ciudades de honduras con mayores exportaciones de frutas y verduras hacia el mercado italiano, pese a las grandes amenazas de plagas que pueden afectar a las producciones. La competitividad en el sector de Comayagua cada vez es mucho más grande, por lo que a la empresa hotelera se le dificultará posicionarse en el mercado. En el departamento unas 6000 manzanas de suelo son cultivadas con berenjenas, pepinos, cebollines y demás cultivos, de los cuales en la zona existen 3000 productores entre pequeños y medianos de los cuales envían casi 3500 contenedores anuales solo desde Comayagua (Díaz.J.2015).

Existen 10 agroexportadoras que se encargan de comprar la cosecha de todos los productores del sector para luego exportarla. Según Edgar Santamaría, Subdirector del servicio nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA). “La exportación de Comayagua es más diversificada, aunque en volumen la zona sur es la que produce mayor cantidad de productos para exportación” (Díaz J.2015).

Uno de los mayores competidores que encontrará la empresa hotelera Santa María de Comayagua, será la exportadora del Atlántico, del grupo Dinant, que es una de las empresas más grandes de la zona y de todo Honduras. Además, es una de las empresas pioneras en la producción de chile de colores bajo un sistema hidropónico y ambiente protegido en invernaderos (con fibra de coco) sin el uso del suelo, con el cual se obtienen altos rendimientos en menor espacio y tiempo.

Es por esto que los nichos de mercado a los que estará sujeto la empresa serán los distribuidores o supermercados de la zona, enfocándose principalmente en surtir sus excesos de producción al supermercado La Colonia, el cual se encuentra a muy corta distancia del área de producción. Además, el producto se entregaría empacado para hacer más fácil adquirirlo, ayudando a que mantenerse fresco, limpio y llamativo para los consumidores finales. La propuesta de valor preparada por la empresa se orienta a que lleguen al supermercado fresco y con la calidad deseada por el consumidor.

Valores representativos de la empresa. Responsabilidad con los clientes. Hotel Santa María de Comayagua es una empresa que se encuentra enfocada en la calidad y en el confort de sus instalaciones para una buena estadía de sus clientes. La responsabilidad es su valor principal, por ello se encargan de entender lo que el cliente desea para hacer de su estadía la mejor.

Análisis del entorno competitivo que tiene la empresa.

Negocio de la empresa. Hotel Santa María de Comayagua, se ha dedicado principalmente a prestar servicios hoteleros por más de 20 años. La empresa se sostiene en su principal objetivo de mejora continua, es por eso que se esfuerza por dar el mejor servicio, con una sólida tradición hondureña en la industria. Continuamente mantendrán el prestigio de su servicio, calidad y experiencia, de tal manera que puedan seguir estando entre los mejores hoteles de la ciudad de Comayagua, y siendo un gran competidor para los demás hoteles de la zona.

Aparte de ofrecer servicios de hotelería, también son dueños de restaurante y bar El Portal, en el cual ofrecen gran variedad de comida tanto nacional como internacional, con una capacidad de 80 personas, en un ambiente de tranquilidad, confort y elegancia. La gran diferenciación por la marca hotelera Santa María, es notada por la enorme piscina que tiene el lugar, denominada una de las piscinas más grandes de la ciudad y reconocida por la organización de diferentes eventos musicales y sociales.

Desarrollo de la estrategia. La estrategia a establecer por la empresa, es diferenciarse por ser unos de los principales hoteles más destacados de la ciudad de Comayagua. El hotel también podría diferenciarse por la producción hidropónica que le daría un buen aspecto a la marca hotelera. Además, se encargará de producir productos de calidad en un ambiente protegido, dando a reconocer sus productos como productos limpios y por lo general el consumidor paga un precio mejor por productos libres de químicos.

Competidores (Fuerzas de Porter).

Ingreso de competidores. Por el momento el ingreso de nuevos competidores en el área de producción hidropónica de verduras es una variable del cual el hotel no está realmente enfocado. Por ahora la producción será netamente consumida por el hotel y los excedentes distribuidos a los precios que el mercado posicione.

Amenaza de sustitutos. El consumo de verduras precortadas para ensaladas es un producto muy demandado por los consumidores, también llamados productos convenientes, los cuales facilitan el consumo de un producto en tiempo y forma.

Poder de negociación de los proveedores. Por el momento la marca Hotelera maneja una red de proveedores de frutas y verduras, también de la línea cárnica y demás elementos de los cuales necesitan para su regular funcionamiento del Hotel. Sin embargo, necesitarían la capacitación técnica necesaria para lograr mantener contacto con los nuevos proveedores que tendrán, ya que la interacción es más dirigida al área agronómica.

Rivalidad entre los competidores. El estudio de mercado se realizó en el sector de Comayagua en los diferentes supermercados. Se pudo observar que existen variedad de productos, por lo que se puede asumir que existe gran cantidad de comerciantes en el sector, la mayoría de estos se dedica a la comercialización de su producto por parte de distribuidores o exportadores.

FODA Empresa Hotelera Santa María

Fortalezas.

- La empresa actualmente cuenta con el terreno adecuado para la realización del proyecto, por lo que es una inversión menos para los accionistas.
- Por el momento la producción será enfocada a suplir las necesidades del restaurante y con posible distribución de los excedentes a un supermercado muy cercano al área de producción.
- El prestigio de la empresa por sus 20 años de participación en el rubro hotelero. Brindando los mejores servicios de hotelería en la ciudad de Comayagua, y posicionándose como uno de los mejores hoteles del sector.
- Control de plagas y enfermedades en la cadena de producción, brindando un producto de calidad para los consumidores del restaurante.

Oportunidades.

- El crecimiento de la demanda local de frutas y verduras puede ser una oportunidad para la empresa hotelera ya que sobrantes muy excesivos se puede distribuir en el sector.
- Condiciones climáticas favorables para la producción de frutas y verduras, ya que el ambiente en los invernaderos es controlado.
- Oportunidad de reducción en los costos operacionales del restaurante.
- Establecimiento de rangos de calidad del producto para segmentar el mercado en una posible venta externa.

Debilidades.

- Empresa primeriza en la producción hidropónica, con poco recurso técnico que ayude al potencial de producción.
- Falta de registro contable y financiero, Empresa Hotelera Santa María, posee registros empíricos, de tal manera que existe la ausencia de registros contables claro y bien reestructurado.
- Falta de registro de demanda y precios de los productos utilizados por el hotel, dando como resultado un estudio de producción promedio para el hotel.
- Falta de conocimiento del mercado en donde se establecería la cadena de distribución de los excesos de producción.

Amenazas.

- Posible no distribución del exceso de producción, ya que el producto no contara con la calidad adecuada para la comercialización.
- No distribución del exceso de producción por falta de colocación de marca, regulada por las leyes gubernamentales de Honduras.
- Uso inadecuado de los insumos usados en la producción hidropónica por falta de conocimiento técnico en la empresa.

Dificultad en penetración de mercado, debido a la falta de registro sanitario para producción de frutas y verduras.