



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

PROYECTO DE TITULACIÓN

*[EL ESTADO DEL ARTE Y EL BENCHMARKING APLICADO AL CULTIVO DE PLANTAS EN SISTEMAS
MULTINIVEL PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE CONSUMO HUMANO]*

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN GESTIÓN EMPRESARIAL

PRESENTA:

DIANA GUADALUPE ALBA DE LA CRUZ

ASESOR:

BENITO RODRIGUEZ CABRERA



CAPÍTULO 1

PRELIMINARES

2. AGRADECIMIENTOS.

Principalmente agradezco a Dios, por llenar mi vida de bendiciones y aprendizajes, brindándome un camino de luz y sabiduría para poder culminar esta etapa de enriquecimiento profesional.

A mi madre señora María de la Luz Cruz y a mi padre señor Felipe Alba, a quienes dedico el agradecimiento más sincero y eterno por ser el pilar más fuerte y maravilloso de mi vida entera, por estar en todo momento guiándome, protegiéndome y fortaleciéndome con sus consejos de cariño y cuidado.

A mis hermanos Sandra, Karla, Daniela y Luis por mostrar a cada momento su apoyo incondicional.

A mi familia adorada, mis hijas Aylen, Hanna y Natalia y a mi esposo Alberto Galaviz que tuvieron la paciencia y tolerancia durante este tiempo, brindándome el tiempo y espacio.

A mis maestros que contribuyen de manera especial en mis conocimientos.

Mis compañeros quienes fueron un grupo increíble de personas con las cuales compartí muchos momentos llenos de emociones y complicidad.

Agradezco al LIA.

3. RESUMEN.

Los avances tecnológicos dentro de las actividades agrícolas han permitido que la forma de cultivo cambie no tan drásticamente, pero si notoriamente.

La creación de granjas verticales o fábricas de plantas, son una nueva modalidad de cultivo, con las cuales los beneficios dentro de la producción suelen ser mejorados, gracias a las aplicaciones de herramientas que sustituyen cualquier recurso natural, dando como ventaja a la sustentabilidad y cuidado del medio ambiente.

Este tipo de cambio nace de las problemáticas presentadas con el paso del tiempo, dado que la agricultura nativa, suele tener un sinfín de complicaciones al enfrentarse a la realidad de el desabasto de agua y los altos costes en los insumos requeridos para su producción, sin olvidar el esfuerzo desgastante del ser humano dentro de las actividades del campo.

En el siguiente texto de investigación, se redactará los temas principalmente referentes a los sistemas de cultivo multinivel.

Índice

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES	2
2. Agradecimientos.	3
3. Resumen	4
Índice	5
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO	8
4.- Introducción.....	9
5. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente	11
6 Problemas Priorizados, misión, visión.....	14
7 Objetivos (General y Específicos), valores	15
8 Justificación	16
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	17
9. Marco Teórico (fundamentos teóricos).....	18.
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	86
10 Desarrollo.	87
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	89
11. Resultados.....	90
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	93
12. Conclusiones del Proyecto	94
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	96
13. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.	97
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN	98
14.Fuentes de información	99
CAPÍTULO 9: ANEXOS	103

ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1.-Ubicación del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga</i>	<i>11</i>
<i>Ilustración 2.-Logotipo del Laboratorio de Iluminación Artificial.</i>	<i>14</i>
<i>Ilustración 3.- Representación de tecnología primitiva, ”.....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 4.- Tornillo de Arquímedes "la rueda de agua -la ciencia de tu vida”</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 5.- Tecnologías aplicadas en la actualidad. Fuente conecta 2019</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 6.- Fumigación de cultivo de forma</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 7.- Esquema del proceso de cultivo de forma nativa</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 8.- Diagrama del proceso de cultivo artificial.</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 9.- Diagrama que muestra la comercialización de frutas y vegetales</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 10.- Diagrama que muestra la comercialización de frutas y verduras</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 11.- Proceso de seguimiento de actividades de la gestión tecnológica</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 12.- Benchmarking, analiza y compara para la realización</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 13.- Especificación</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 14.- Mapa conceptual Robert C. Camp.....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 15.- Tabla "z" utilizada para mostrar resultados de valores y la gráfica</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 16.- Demostración grafica de los métodos hidropónicos</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 17.- Diagrama representativo de las técnicas</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 18. -Cultivo de papa y riego de las raíces en un método aeropónico</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 19.- Fabrica de plantas multinivel “una solución para alimentar</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 20.- Fabrica de plantas " ambiente natural</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 21.- Plántula de lechuga cultivada en un método hidropónico</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 22.- Granja vertical en sistema cerrado</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 23.- Tratamiento de luz roja y azul sobre la planta de tomate</i>	<i>52</i>
<i>ilustración 24.- Termostato digital indica el control de la temperatura y humedad</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 25.-Distintos tipos y modelos de los invernaderos</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 26.- Bandejas con cultivo de microgreen</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 27.- Genetistas realizando evolución de crecimiento</i>	<i>56</i>

<i>Ilustración 28.- Análisis del cultivo dentro de un fitotron. Fuente Neurtek.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 29.- Instalación de túnel alto en el campo de cultivo. Fuente 123RF</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 30.- Armarios inteligentes adaptados para el cultivo de plantas</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 31.-Forma de trabajar dentro de los invernaderos</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 32.- Desglose de los pasos a seguir dentro de la investigación.....</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 33.-Descripción de Smart rack y sistema de control.....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 34.- Descripción de racks producidos por Virex</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 35.-Descripción de racks producidas por Musam.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 36.- Características de los racks producidos en Montel</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 37.- Prototipo de proyecto " Smart Rack".</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 38.- Diagrama Causa- Efecto o Ishikawa.....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 39.- Cadena de valor propuesta por Michel Porter</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 40.- Diagrama cadena de valor para la producción de vegetales en sistemas cerrados.....</i>	<i>82</i>

TABLAS.

<i>Tabla 1 .- Describe la definición de los conceptos sobre tecnología.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2.- Definición del Benchmarking</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 3.- Acciones y efectos de longitud de onda.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 4.- Empresas principales en la producción de hortalizas</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 5.-Especies de cultivos de hortalizas en un sistema multinivel.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 6.- Costos de adquisición de los elementos utilizados para ensamblar un sistema de iluminación artificial</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 7.- Características individuales de los sistemas multinivel. Empresa productora de hortalizas.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 8.- Costos de inversión para el cultivo de lechugas en un sistema multinivel ..</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 9.- Análisis costo/beneficio en el cultivo de lechuga en un sistema de cultivo multinivel.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 10.-Resultados.....</i>	<i>91</i>

CAPÍTULO 2

GENERALIDADES DEL

PROYECTO

4. INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las actividades más importantes para el desarrollo y producción de alimentos para el consumo humano, en nuestro entorno el trabajo de las tierras para el cultivo de alimentos, son actividades donde el esfuerzo, tiempo y dedicación son complejos; los agricultores pasan extensas horas de trabajo para labrar la tierra, suelen buscar las mejores condiciones climáticas y procesos de fertilización convenientes para el cultivo de las semillas, que posteriormente se convierten en los alimentos cotidianos, además de considerar mantener en pie aquellos cultivos los cuales requieren altas cifras económicas.

Muchas de las veces las actividades en la agricultura suelen tener cambios considerables, en el rendimiento y la calidad de la producción de lo que se cultivan y se cosechan anualmente, estos cambios van referidos a factores relacionados con el cambio climático y la contaminación del suelo, aire y agua, agregando un poco valor a la agricultura, lo que permite al agrícola buscar la disponibilidad de nuevas técnicas y métodos de cultivos que resulten tangibles y sustentables, a las necesidades agrónomas y ambientales.

En el presente documento se redactará aquella investigación documental y científica realizada sobre el estado del arte del cultivo de plantas en sistemas multinivel o cultivo vertical, para la producción de plantas de consumo humano.

Habla sobre el uso de la tecnología en los campos de producción de cultivo con iluminación LED, se considera que es una fuente de luz artificial y una alternativa de crecimiento de plantas en lugares donde no hay luz natural, ya que emite un espectro electromagnético, favoreciendo a la fotosíntesis y a su vez estimula el crecimiento de la planta, lo que permitir un monitoreo sobre cuáles son los alcances que se han logrado con el uso de iluminación artificial para la producción de hortalizas.

En la actualidad las actividades de cultivo multinivel son prácticas innovadoras que a través de avances científicos y tecnológicos se logra una nueva densidad y variedad de siembra, cosecha, control de plagas y enfermedades, permitiendo que el cultivo de plantas de consumo humano pueda manejarse con las mejores decisiones para su producción, el sistema multinivel se practica mediante el método de la hidroponía, la acuaponía y aeroponía, de la práctica de estos métodos se desarrollan técnicas que se apoyan del sustrato que funciona como aportador de soluciones de nutrientes estáticos o circulantes sin perder las necesidades de la planta tales como la humedad, temperatura y agua.

La agricultura en un sistema multinivel es la práctica agrónoma que se realiza cada vez más alrededor del mundo, donde empresas con interés al sistema de cultivo vertical han logrado desarrollar sus propios sistemas multinivel de cultivo para plantas de consumo humano.

El benchmarking es una práctica realizada dentro del investigación del proyecto, debido a que en el transcurso de la búsqueda y análisis de información requerida, muestra la estrategia de “visualizar” lo que empresas alrededor del mundo con un nivel en investigación y aporte científico en métodos para el cultivo artificial; la comparación de aquellas herramientas funcionales para el cultivo en hidroponía y sustrato, saber que métodos utilizan para la selección de semilla así como su desinfección, considerar el estilo de racks y luz LED son unos de los factores que permiten tener en cuenta para el mejoramiento de métodos y procesos que se implementan en los laboratorios de investigación de sistemas multinivel.

5. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN

El lugar donde se realizaron las residencias profesionales fue en el Tecnológico Nacional de México campus Pabellón de Arteaga (ver Figura 1) en el Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA), la fecha de fundación del tecnológico fue el 01 de septiembre de 2008, su ubicación es Carretera a la Estación de Rincón km 1, C.P. 20670 Pabellón de Arteaga, del estado de Aguascalientes.



Ilustración 1.-Ubicación del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga. Fuente Google Imágenes.

Durante el 2017 se creó el Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA) dentro del Tecnológico Nacional de México campus Pabellón de Arteaga gracias al apoyo recibido por parte de la Convocatoria de Infraestructura Científica y Tecnológica del CONACYT (INFRA-2016-01, Project No. 270665). Por su parte, el equipamiento en LIA se ha consolidado a través de diversos apoyos federales y estatales (CB-2016-01, Project No. 287828, IDSCEA, SADER, por mencionar algunos.).

Misión:

Brindar un servicio de educación superior de calidad comprometido con la generación, difusión y conservación del conocimiento científico, tecnológico y humanista, a través de programas educativos que permitan un desarrollo sustentable, conservando los principios universales en beneficio de la humanidad.

Visión:

Ser una institución de educación superior reconocida a nivel nacional e internacional, líder en la formación integral de profesionistas de calidad y excelencia, que promueve el desarrollo armónico del entorno.

Valores:

A fin de guiar y orientar las acciones cotidianas de todo su personal, el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga define los siguientes valores institucionales:

Compromiso:

Lograr propósitos comunes mediante el trabajo responsable y en equipo, mejorando permanentemente el ser, hacer y tener mediante la participación activa y el liderazgo compartido.

Responsabilidad:

Decidir y actuar conforme al análisis previo de las consecuencias inmediatas o mediatas de las acciones.

Respeto:

Actitud personal y colectiva hacia la conservación, mejoramiento y protección de las diversas formas de vida, además de la aceptación de la diversidad propia de la humanidad

Cooperación:

Facilitar condiciones que allanen el trabajo de los demás, y capacitar a toda la gente para propiciar su desarrollo personal y profesional dentro y fuera de la institución.

Honestidad:

Liderazgo que toma decisiones con base en una información completa, retroalimentando directamente con resultados e impacto mutuo, dando transparencia a cada una de las acciones personales e institucionales.

Equidad:

Crear un ambiente que permita establecer un sistema de reconocimiento al esfuerzo individual y de grupo en la institución.

PUESTO Y ÁREA DEL ESTUDIANTE.

El puesto es investigador de métodos científicos para el CULTIVO DE PLANTAS EN SISTEMAS MULTINIVEL PARA LA PRODUCCIÓN DE CONSUMO HUMANO.



Ilustración 2.-Logotipo del Laboratorio de Iluminación Artificial. Fuente LIA

6. PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZÁNDOS

El conflicto que enfrenta el Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA) actualmente es la ausente aplicación de un monitoreo tecnológico, por lo tanto, no se obtiene la recaudación de datos suficientes, que proporcionen la información relevante sobre aquellas empresas u organizaciones globales dedicadas al cultivo de plantas en sistemas multinivel, como también en aquellas que se orientan a la fabricación de estantería acondicionada para el cultivo vertical.

Lo que ocasiona la desventaja competitiva dentro de la cadena de valor agroalimentaria, como también el posicionamiento dentro del mercado, al no obtener resultados positivos, innovadores y relevantes, por la falta de integración tecnológica necesaria, en lo presentes y futuros proyectos de investigación científica dentro del LIA, lo que determina que las comparativas realizadas a las tecnología, servicios y cultivo aplicados en los sistemas multinivel para la producción de plantas a nivel global, no será ventajosa en comparación a las utilizadas en LIA.

7 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO.

OBJETIVO GENERAL.

Evaluar las tecnologías disponibles de los sistemas multinivel para la producción de plantas de consumo humano aplicado en el LIA.

Determinar mediante el benchmarking la evaluación de las herramientas tecnológicas y métodos disponibles a nivel global.

Fundamentar la teoría del tema, basándose en el estado del arte.

OBJETIVO ESPECIFICO.

- I. Establecer las técnicas y procesos para la generación de un monitoreo tecnológico sobre los sistemas multinivel de producción de plantas de consumo humano.
- II. Investigar las empresas que tienen a la venta sistemas similares para evaluar sus características reportadas en la literatura de los sistemas multinivel.
- III. Describir cada una de las características de los sistemas encontrados para ser contrastado con el desarrollado dentro de LIA.
- IV. Generar una propuesta de monitoreo tecnológico del sistema multinivel desarrollado en LIA.

8 JUSTIFICACIÓN

Actualmente la aplicación del monitoreo tecnológico como una estrategia para ingresar y/o permanecer en el mercado es la más utilizada por las pequeñas y medianas empresas, al realizar una comparativa con empresas más grandes y reconocidas en el mercado como líderes y que desarrollan actividades con características similares a la propuesta generada dentro de LIA, obteniendo resultados positivos para mejorar el comportamiento de los miembros que forman parte de la organización frente al cambio.

La importancia de la aplicación del benchmarking no se encuentra en una detallada mecánica de comparación, sino en el impacto que pueden tener cada una de las comparaciones sobre los comportamientos. Hay que mejorar las actividades que generan valor y reasignar los recursos liberados al eliminar o mejorar actividades que no generen valor (o no sea el deseado).

Por lo tanto, el establecer un monitoreo tecnológico y el estado del arte enfocados a los sistemas multinivel para producción de plantas de consumo humano permitiría observar la viabilidad del desarrollo ejecutado dentro el Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA), construir y solventar la demanda de alimentos en México y garantizar la seguridad alimentaria de forma sustentable, ahorrando recurso e incrementando la producción. El monitoreo e investigación de los sistemas multinivel van a dar un panorama general de cómo se ubica nuestra tecnología en el mercado y cuáles son las ventajas y desventajas que presenta esta herramienta, de esta forma tomar como base de la investigación los requerimientos necesarios para fortalecer los conocimientos del uso de los sistemas multinivel verificar que las herramientas y metodologías utilizadas en LIA cuenten con un avance tecnológico favorable para el crecimiento de hortalizas cultivados mediante luz artificial, actualizar y mejorar las condiciones técnicas de los racks.

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO.

MARCO TEÓRICO (FUNDAMENTOS TEÓRICOS)

9. MARCO TEÓRICO.

Estado del arte

En los siguientes párrafos trata de la investigación y exploración documental que se realizó en distintas fuentes de información tales como artículos y documentos web; con la finalidad de generar un estado del arte sobre la percepción global que se tiene de los cultivos artificiales en la producción de plantas comestibles.

Para comenzar la investigación fue necesario identificar la línea o tema de investigación “estado del arte y el benchmarking aplicado al cultivo de plantas en sistemas multinivel para la producción de plantas de consumo humano.”

Posteriormente se muestra en el documento algunas empresas con actividades impulsadas al desarrollo, investigación y comercialización de métodos y sistemas en el cultivo de plantas comestibles, adaptando las tecnologías de control y monitoreo sobre el comportamiento de los procesos que conllevan al cultivo artificial, dichas empresas mencionadas muestran una variedad de productos terminados y elementos en composición de sus sistemas de control y producción, a continuación se muestran algunas.

Yuichi Mori investigador japonés, líder en la empresa de nombre Meibol, diseñó un sistemas hidropónico, mediante una película de polímero transparente que ayuda a la defensa protectora de bacterias y virus, hecha a base de hidrogel permeable, su función es ayudar al almacenamiento de líquidos, nutrientes y madures de los vegetales, donde la planta crece en la parte superior de la película y sus raíces en un lado, esta técnica manifiesta un ahorro del 90%de agua. (Kamata, 2019).

Tobias Peggs experto en inteligencia artificial y cofundador de Square Roots Urban Growers, de nacionalidad estadounidense en conjunto del inversionista Kimbal Musk, diseñaron un

sistema tecnológico para la implementación de métodos hidropónicos, mediante el uso de contenedores llenos de dispositivos tecnológicos que permiten la producción de productos frescos cultivados localmente y libres de pesticidas, utilizando luces LED, refrigeración por medio de aire acondicionado, este método de cultivo es denominado granja urbana. (Hotten, 2019).

AeroFarms empresa de origen Neoyorquino desde 2004, dedicada a la agricultura vertical de interior, inteligencia artificial y biología de las plantas. Diseñó una plataforma agrícola patentada que ofrece a través de métodos hidropónicos, una extensa gama de productos frescos y de calidad en la producción de lechuga y verduras de hoja verde. (AeroForms, s.f.).

Irving Faing fundador de la empresa Bowery Farming, dedicada a la agricultura vertical, cuenta con un sistema operativo central patentado BoweryOS, que controla la luz, ajusta los nutrientes del agua y toma imágenes de cada planta para medir su salud cuanta con una intensa gama de productos ricos en nutrientes ya existentes en el mercado. (Farming, 2021).

Plenty es una empresa de giro agroalimentario, se basa en el uso de métodos tecnológicos, esta granja de interior climatizada, cuenta con hilera de plantas colgantes, luces LED en posición vertical que proporcionan el calor y luz, inteligencia artificial que se encarga del monitoreo del agua, temperatura y luz. (Pently, 2021).

ARTECHNO Growsystems origenen holandés, empresa de ingeniería dedicada al desarrollo y realización de modernos sistemas de cultivo hidropónico, se destaca por producir productos tales como robótica, sistemas de riego, soluciones de siembra, líneas de cosecha y soluciones llave en mano para el cultivo vertical e hidroponía en invernadero. (ARTECHNO, 2021).

1.-CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA GESTIÓN TECNOLÓGICA.

1.1 TECNOLOGÍA.

DEFINICIÓN TÉCNICA:

Conjunto de conocimientos y técnicas que se aplican de manera ordenada para alcanzar determinado objetivo o resolver un problema. Fuente (Roldán, 2017).

Tabla 1 .- Describe la definición de los conceptos sobre tecnología. Fuente propia.

Benchmarking		
Definición 1	Definición 2	Definición Propia
La tecnología es una respuesta al deseo del hombre de transformar el medio y su calidad de vida. (Paula Nicole Roldán, 2017).	La tecnología es la aplicación coordinada del conjunto de Conocimientos y habilidades para crear un producto tecnológico artificial o desarrollar una idea, con el fin de resolver un problema técnico satisfacer necesidades del ser humano. (La tecnología-Edu.xuta, s.f.).	La tecnología es la recopilación de conocimientos humano, para poder crear y transformar cualquier cosa de procedencia natural o material, obteniendo herramientas que permiten la complacencia y facilidad de la vida cotidiana.

Existen técnicas y tecnologías que actualmente provienen de la aplicación de alguna investigación científica, ambas ciencias están estrechamente relacionadas, aunque existen diferencias entre ambas, la ciencia va de la mano debido a que el objetivo de la ciencia es buscar el conocimiento con un método científico experimentando de forma discontinua, en cambio la tecnología aplica los conocimientos científicos para adquirir beneficios prácticos, trabajando con un método experimental de ensayo, error y mejora continua.

1.2 IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGÍA.

En esta época el uso de la tecnología ya es parte de la vida diaria y es una de las cosas que nos distingue como humanos por la dependencia que tiene en nuestras actividades diarias, encontrándola en cualquier lugar de nuestro entorno debido a que se relaciona con todo y con todos, en casa, el trabajo, la escuela, el transporte, etc. En todos lados la encontramos.

En la actualidad de los días la sociedad se define como “sociedad del conocimiento”, donde todo se habla de ciencia y tecnología porque se convierte en una necesidad prioritaria no solo de las personas sino también para la sustentabilidad de nuestro planeta, incremento de aplicación tecnológica, desarrollo e innovación de los países.

Mucha de las actividades de la tecnología e importancia que tiene la sociedad, se debe a la aplicación de inventos y avances dentro los campos de la medicina, ecología, mecanización y principalmente en las telecomunicaciones, factor que moldea de manera impactante nuestros hábitos educativos y emocionales.

Su importancia se establece a la aplicación de los conocimientos para el avance evolutivo de los procesos, herramientas, productos, servicios y medios utilizados para el beneficio del entorno natural como humano, los avances tecnológicos muestran resultados inauditos para el mejoramiento de la vida cotidiana. (UTECH, 2020).

Clasificación de la Tecnología.

Según su el grado de incorporación.

- I. Hardware: tecnología aplicada en máquinas de forma intangible.
 - II. Software: tecnología aplicada en medios de comunicación tangibles.
 - III. Orgwere: estructuras organizacionales.
 - IV. Humanwere: tecnología incorporada en personas que tienen un “know how”.
- (Unknow, 2015).

Según el grado de modernidad.

- I. Tecnología primitiva.
- II. Tecnología moderna.
- III. Tecnología atrasada.

(Unknow, 2015).

1.2 Aplicación de la Tecnología.

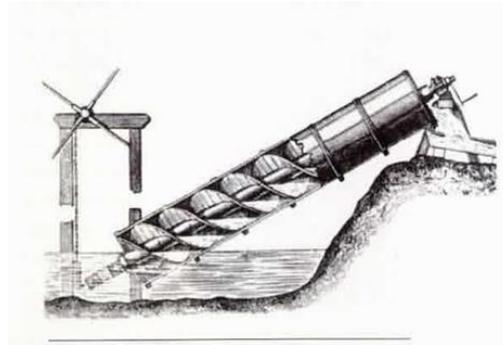
La tecnología es la ciencia practicada desde tiempos remotos, debido a que las civilizaciones más antiguas hacían uso de ellas para el descubrimiento y evolución del mundo.

En una era primitiva se presentó por la necesidad de la alimentación, vestimenta y vivienda, motivos por los que el hombre primitivo da paso a la aplicación tecnológica, al crear sus herramientas de casería y aplicar a su vez la ciencia en el descubrimiento del fuego. (Unknow, 2015)



*Ilustración 3.- Representación de tecnología primitiva, "tecnología primitiva o de subsistencia".
Fuente evolución de la tecnología 2016.*

Descubrimientos que al paso de las épocas antiguas como Egipto, Grecia y Edad Media han incluso descubriendo nuevos inventos que permiten la aplicación de la tecnología en rangos mayores, claves para la mecanización. Fuente (Lago, 2011) (Rodríguez, 2011).



*Ilustración 4.- Tornillo de Arquímedes "la rueda de agua -la ciencia de tu vida".
Fuente wordpress.com.*

La alta tecnología en el siglo XXI desarrolla investigaciones que dan pauta a inventos y prácticas de función tecnológica y vanguardista como lo es el Smartphone, genomas humanos, la nanotecnología e inteligencia satelital.



Ilustración 5.- Tecnologías aplicadas en la actualidad. Fuente conecta 2019.

1.4 Innovación.

La innovación se define como proceso de creación de ideas originales que generan el valor, social o económico.

Características.

1.-Requiere hacer cosas: actividad, procesos, acciones.

2.-Requiere cambios: modificaciones que implique diferencias.

3.-Requiere un beneficio en el mercado: debe ser introducido en el mercado y aplicándose en la mejora de los resultados.

Parte fundamental de la innovación es encontrar, oportunidades ofreciendo soluciones o necesidades que aún no cumplen con la satisfacción de los clientes, estas últimas dos características muestran que la innovación permite crear procesos organizados, para que continuamente se logre una producción con resultados innovadores y exitosos.

1.4.1 Innovación en producto.

Una innovación de producto es la incorporación de un bien o servicio que es nuevo o significativamente mejorado con respecto a sus características o aplicaciones previas.



Ilustración 6.- Esquema del proceso de cultivo de forma nativa. Fuente propia.

1.4.2 Innovación en proceso.

Es la incorporación de un producto o servicio mejorando el proceso o la producción, ya sea que implique cambios en su técnica o materiales.



Ilustración 7.- Fumigación de cultivo de forma nativa en comparación de la fumigación con el uso de un dron. Fuente propia.



Ilustración 8.- Diagrama del proceso de cultivo artificial. Fuente propia.

1.4.4 Innovación del marketing.

Incorporación de un nuevo método de comercialización que implica cambios en venta, promoción y empaque.



Ilustración 9.- Diagrama que muestra la comercialización de frutas y vegetales de forma antigua. Fuente propia.

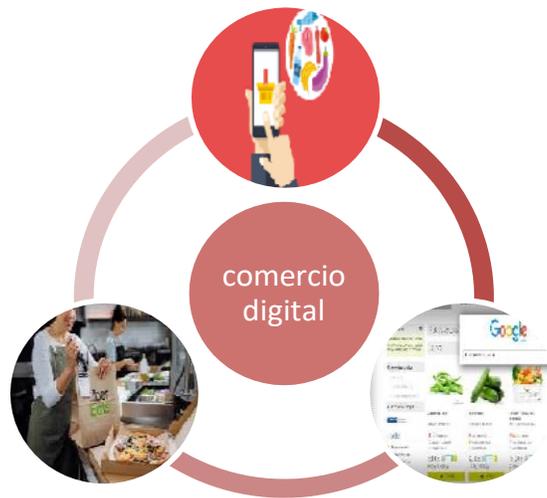


Ilustración 10.- Diagrama que muestra la comercialización de frutas y verduras utilizando el marketing. Fuente propia.

1.5 Gestión Tecnológica.

Concepto de la Gestión Tecnológica.

Proceso de adopción y ejecución de decisión de las políticas, estrategias, planes y acciones relacionadas con la creación, difusión y uso de la tecnología, según la definición de CINDA.

Se entiende que la gestión es el sinónimo de planear, organizar, dirigir y controlar; con ello la gestión permite administrar de manera uniforme recursos financieros, recursos humanos, recursos materiales etc. Y que en conjunto con la tecnológica aplicada en los procesos y estrategias se permite la ejecución de tareas realizadas por investigadores, ingenieros, científicos y tecnólogos, con el fin de realizar planeaciones y desarrollo de soluciones tecnológicas que sirvan a los objetivos tecnológicos y estratégicos de una organización.

Actividad de la Gestión Tecnológica.



*Ilustración 11.- Proceso de seguimiento de actividades de la gestión tecnológica.
Fuente propia.*

2.- Antecedentes del Benchmarking.

2.1 Definición del Benchmarking.

El benchmarking es una herramienta utilizada en la gestión y que está referida a los conceptos de servicios, productos, calidad mejoras.

Es un proceso que se utiliza para para comparar la práctica de su propia organización en contraste con otras organizaciones caracterizadas por su superioridad dentro del mercado.

Tabla 2.- Definición del Benchmarking. Fuente propia.

DEFINICIÓN DE BENCHMARKING		
DEFINICIÓN 1	DEFINICIÓN 2	DEFINICIÓN PROPIA
“Se considera un proceso sistemático y continuo para evaluar los procesos, servicios y productos de trabajo de las organizaciones que se conocen como representantes de las Mejores prácticas”. (Cristal., 2006).	“Como aprendizaje, es aprender de otros es el aprovechamiento de algo nuevo, es una herramienta que puede guiar a la gente hacia el proceso de mejorar, analizando el exterior en busca de ideas e Inspiración”. (Michel Spindolini).	Es la evaluación de aquellas tareas o actividades realizadas dentro de las empresas reconocidas como ejemplares dentro de un denominado sector, con el fin de generar comparaciones que brinden mejoras continuas a la propia Empresa.

2.2 Objetivo del Benchmarking.

El benchmarking es aquella continua investigación utilizada como herramienta estratégica que permite a los líderes realizar “comparaciones” de sus procesos y prácticas entre una empresa a otra, de tal manera que se logre identificar lo mejor de lo mejor.

Una de las necesidades de las organizaciones, es mantener un nivel de competitividad que brinde a las empresas un posicionamiento alto en el mercado, por lo que el objetivo del benchmarking es sostener aquellos objetivos de desempeño y calidad que desea alcanzar la organización para la obtención de la mejora continua, basándose en la orientación externa.

El benchmarking ayuda a alcanzar el desempeño necesario para que las empresas u organizaciones cumplan con las constantes expectativas de los clientes. (Humanos, 2012).

2.3 Beneficios del Benchmarking.

Al utilizar el benchmarking nos permite visualizar los resultados de competitividad, obteniendo beneficios clave:



Ilustración 12.- Benchmarking, analiza y compara para la realización de sus propias estrategias. Fuente Iceberg cultures of inclusión.

- I. Contribuye al mejoramiento de algunos aspectos en particular de la empresa.
- II. Permite que el servicio, producto y proceso sea visualizado con mayor percepción de calidad.
- III. Herramienta estratégica para la recopilación de información.
- IV. Permite el fijar objetivos sin caer en el conformismo.
- V. Desarrolla la habilidad de crear nuevas ideas.
- VI. Inclusión de personal.
- VII. Ventajas competitivas. (SGM, 2016).

2.4 Tipos de Benchmarking.

2.4.1 Benchmarking Interno.

Se fundamenta en comparar los procesos y actividades que son similares dentro de la misma empresa o departamento, el benchmarking interno tiene el fin de mejorar precisamente el rendimiento de la empresa

2.4.2 Benchmarking competitivo.

Investigan y analiza la competencia directa, entre dos o más empresas que ofrezcan el mismo producto. (Aero web, 2021).

2.4.3 Benchmarking Funcional.

Se fundamenta de la investigación y el análisis de empresas exitosas que cuentan con acreditación por contar con lo más avanzado en productos, servicios y procesos. (Aero web, 2021).

2.5 Niveles del Benchmarking.

El benchmarking se divide en dos niveles, el informal y el planeado, los cuales se describirán en seguida. (Aero web, 2021).

2.5.1 Benchmarking Informal.

Cuando se habla de un nivel informal, puede ser considerado a nivel localidad en términos de tiempo y recursos, este nivel de benchmarking pasa por tres distintos pasos básicos, conocimiento, investigación y acción, los cuales serán especificados de la siguiente manera.

I. Conocimiento: quiere decir que se ha descubierto alguna compañía que resulte una competencia debido a lo que ha logrado hacer.

Para utilizar de la mejor manera este nivel, puede ser que se realicen encuestas a los clientes, donde las preguntas vayan direccionadas a la calidad de lo que ofrece la compañía, así como también a la satisfacción que se tiene de parte de los clientes.

II. Investigación: en este paso el benchmarking informal indaga a profundidad la situación de la o las empresas que resulten competencia, haciendo uso de distintas fuentes de información, para de esta manera poder obtener la evaluación de los procesos y servicios que puedan presentar dichas empresas.

Acción: es el cierre del benchmarking de manera definitiva, el cierre incluye la utilidad de cualquier aspecto de las compañías que se aplicó la investigación.

El benchmarking informal puede realizarse de manera breve, sin requerir de mucho tiempo o recursos y puede ser parte de las actividades dentro los procesos y los servicios de la empresa, además que se debe ser capaz de procesar y medir la acción antes de ser tomada.

Si hablamos de los procesos y servicios donde se puede aplicar el benchmarking, encontraremos temas en particular:

A continuación, se presenta un diagrama, que representa las situaciones en las que se aplica el benchmarking.



Ilustración 13.- Especificación de aquellas áreas donde se puede establecer el uso del Benchmarking. Fuente propia.

2.5.2 Benchmarking Planeado.

El benchmarking planeado es importante para los negocios, ya que sirve para mejorar y proporcionar beneficios en aspectos como es la penetración del mercado, satisfacción y lealtad al cliente.

El proceso del benchmarking consiste en cinco fases, la planeación, análisis, integración acción y madurez, estas fases se pueden modificar para lograr obtener un ambiente particular.

Fase 1.- Planificación, en esta fase el objetivo principalmente es la elaboración del benchmarking.

Fase 2.- Análisis, en esta fase se puede identificar la fuerza de la competencia para después comenzar con la evolución de su desempeño.

Fase 3.- Integración, en esta fase se tiene como objetivo es el saber utilizar la información recaudada, con el fin de poder delimitar aquellas metas que puedan ser superadas o incorporar a su sistema.

Fase 4.- Acción, en esta fase se debe poner en marcha toda aquella estrategia y planes que establezca el benchmarking.

Fase 5.-Madurez, el objetivo de esta función es conocer si se ha logrado el objetivo de liderazgo y si el estimar si el proceso de benchmarking logro ser un elemento esencial.

Las fases antes mencionadas que comprenden al benchmarking planeado van a acompañadas de diez pasos:

- I. Identificar los procesos a comparar.
- II. Identificar el mejor competidor.
- III. Determinar los métodos de recopilación de información.
- IV. Determinar la diferencia actual entre el proceso y del mejor competidor o empresa líder.
- V. Determinar la tendencia de los procesos en el futuro.
- VI. Comunicar los hallazgos y obtener la aprobación del nuevo proceso.
- VII. Establecer metas funcionales.
- VIII. Desarrollar planes de acción.
- IX. Implementar planes, monitores del progreso y reporte de resultados.
- X. Comparar el benchmarking. (Rivera., 2009).

3.- Procesos de benchmarking por Robert C. Camp.

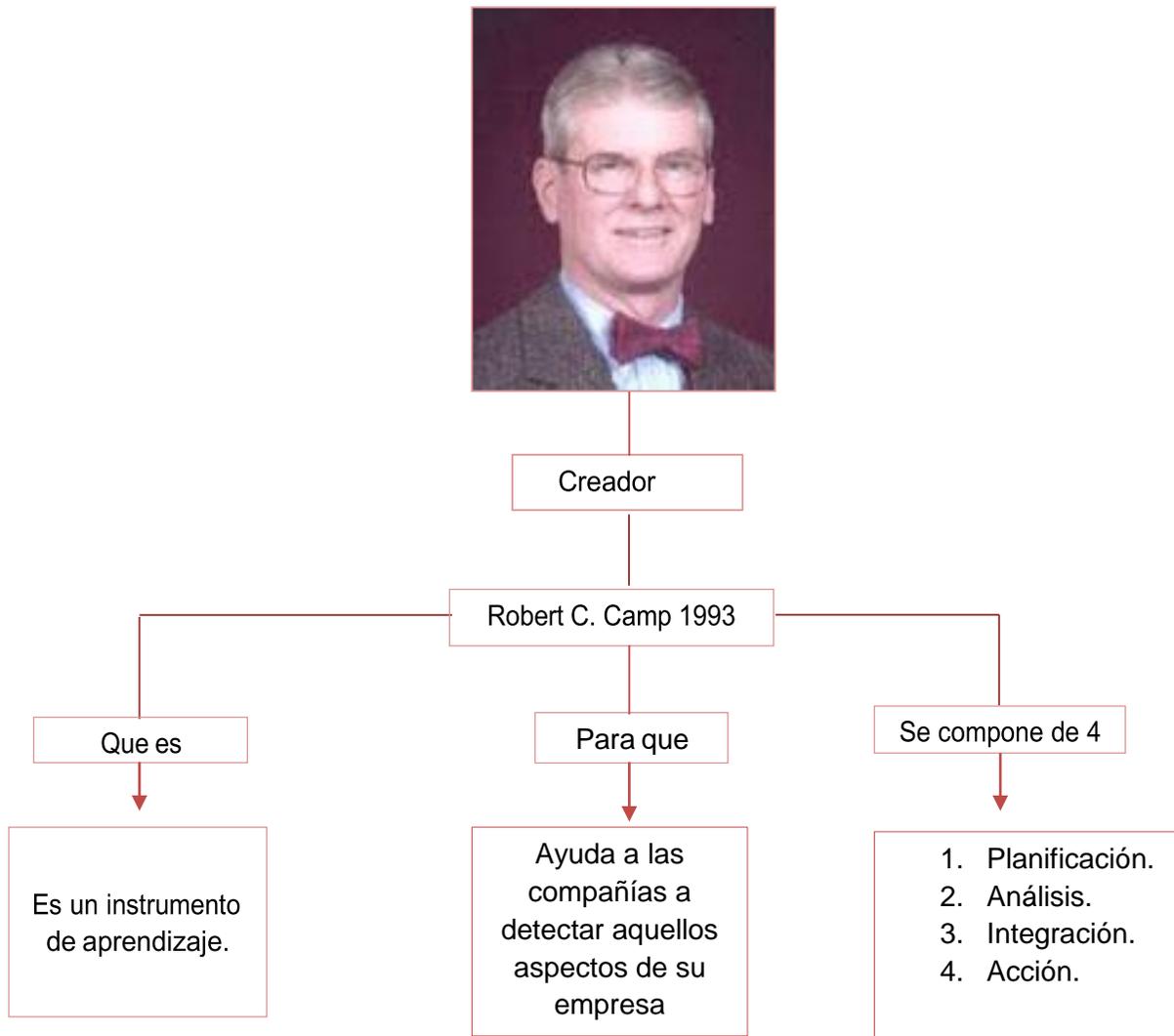


Ilustración 14.- mapa conceptual Robert C. Camp. Fuente propia.

Camp se especializó en el Benchmarking de la empresa Xerox, la cual tenía un programa de calidad llamada leadership through quality, que consistía en la capacitación de todos los empleados en tres procesos, calidad, toma de decisiones y benchmarking, Robert C. Camp considera que la utilización del Benchmarking dentro de las organizaciones permite reducir los costos de servicios y producción, los cuales fueron comprobados bajo el seguimiento de las cuatro fases.

3.1 Fase de planificación.

Es la parte en que se define lo (que, quien y como) se va investigar de la compañía, la fase permite comprender como adaptar a la compañía aquellas prácticas que permiten obtener las mejoras.

Como primer paso se debe establecer que procesos de producción o servicio se someterá al estudio del benchmarking, en caso de someterse a un estudio crítico, se pueden encontrar aquellas áreas que necesita una mejora, posteriormente al elaborar una base de datos donde se plasma aquella información obtenida sobre factores que pueden ser utilizados para la comparación de los propios resultados como para los demás sectores.

El segundo paso puede basarse en identificar aquellas empresas que se puedan convertir en nuestros socios o nuestro alusivo de estudio, además que en este paso se establece el tipo de benchmarking que se implementará ya sea interno, competitivo, funcional o genérico, lo que nos permitirá determinar cuál será el tipo de empresa, a continuación, se muestran los requisitos que debe cumplir el socio:

- I. Contener información útil para nosotros.
- II. Que se a información al alcance.
- III. La forma de obtener información sea admisible.
- IV. La empresa debe tener una estructura organizativa similar a la propia.

Por último, el tercer paso define la manera en cómo se va a recopilar la información, para ello existen cuatro formas de adquirir información:

- I. Información interna, realiza un estudio del producto de la competencia y sus fuentes.
- II. Información de dominio público, acceder a una base de datos de la empresa nos permitirá obtener información de las asociaciones profesionales y mercantiles.
- III. Investigaciones propias, se aplica una encuesta que se construya con preguntas referentes a los intereses de la compañía.
- IV. Visita directa, el establecer comunicación cara a cara con las compañías de competencia, aunque no siempre la accesibilidad de las empresas es aceptable.

3.2 Fase de análisis.

Esta fase prácticamente se basa en la adaptación de la organización aquellas en prácticas que se pueden mejorar.

Como primer paso se identifican aquellas actividades que la competencia realiza y si saber si están a favor de la compañía, dando como resultados negativos, positivos o en similitud, de ser negativo menciona que las actividades o practicas realizadas por la competencia son mejores, y de ser positivos nos indica que las actividades realizadas en la compañía son funcionales y por último los resultados pueden arrojar ser muy parecidos o similares tanto las actividades de la empresa como las actividades de la competencia. (Rodríguez., 2017).

En el segundo paso se mencionan que se debe idear el nivel de desempeño futuro, puede utilizar una tabla de “z” o tabla de dispersión norma estandarizada, en la que se verán resultados que diferencian el desempeño futuro esperado y lo mejor de la industria. (Rodríguez., 2017).

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN NORMAL N(0,1)

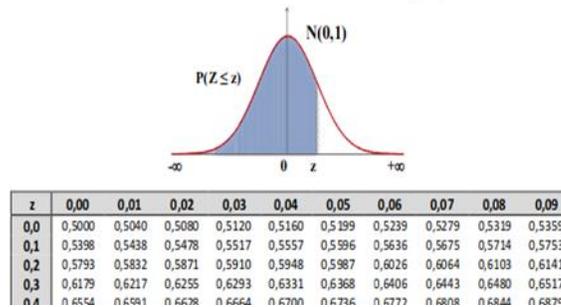


Ilustración 15.- Tabla "z" utilizada para mostrar resultados de valores y la gráfica muestra los resultados de distribución, "interpretación lineal en la tabla de distribución normal. Fuente EMatecs.

3.3 Fase de integración.

La fase de integración es en la cual se establecen ciertas estrategias de comunicación con la empresa socia, para poder emplear aquellas técnicas y prácticas seleccionadas, en definitiva.

Este proceso se realiza a través de un informe donde se estructura y formaliza la toma de las decisiones, esto con el fin de anunciarle a la empresa socia de las decisiones a las que se ha llegado.

3.4 Fase de acción.

Lo mejor sería que el benchmarking fuese considerado como herramienta de planificación y que a su vez no se eliminara sus resultados, en cambio, en esta fase el objetivo es principalmente cambiar aquellos principios operacionales en acción, para ello se realizan dos siguientes pasos:

En el primer paso se realizan los planes de acción, en los que se especifican el modo y como trascenderán los hechos.

En el segundo paso, se analiza las acciones y el progreso considerando tener un patrón del trabajo y un superior que revise los resultados, por lo tanto, la continuidad que se tenga dentro de la investigación es considerada muy importante, ya que de esta manera se pueden detectar posibles fallas y la posibilidad de rectificarlas dando seguimiento a los diez pasos del benchmarking. (Rodríguez., 2017).

4.- Conceptos básicos para la producción de hortalizas con sistemas multinivel.

4.1 Antecedentes del cultivo multinivel.

En el año 1909 fue la primera vez que se comentó sobre el uso de la agricultura vertical, el arquitecto Reem Koolhaas publicó en un libro *Delirius Nueva York*, la imagen de un edificio llamado *Globe Tower*, donde argumentó la teoría de que “sobre un rascacielos utópico, permitiría la producción ilimitada de alimentos en las ciudades”.

Un poco tiempo después en 1915 el geólogo Gilbert Elis Bailey, publicó en su libro *Vertical Farming*, los conceptos y metodologías de cómo lograr crear un edificio alto donde su interior sirva para el cultivo de alimentos.

El ecologista Dickson Despommier de origen estadounidense crea el concepto de la granja vertical 1999 el cual considera que, conforme al avance de la tecnología, las granjas verticales “un excelente medio de protección ambiental”.

Por consiguiente, el arquitecto Ken Yeang, logró crear un diseño urbano vertical, en cual planteaba que “los techos de los edificios se empleen tanto para mejorar la climatización de la estructura como para el consumo de los que habitan o conviven en la misma” a su vez publicó un libro *Reinventing the Skyscraper: A Vertical Theory of Urban Design* en el año 2002.

Actualmente, los cultivos sin suelo o los cultivos en contenedores han establecido impacto dentro de la horticultura, esto se debe a las distintas problemáticas que presenta el planeta.

Cultivar plantas fuera del suelo requiere de conocimientos importantes en las propiedades del cultivo, básicamente estos tipos del desarrollo y los factores que limitan a los cultivos.

Las granjas verticales tienen una concentración en distintos países extranjeros, principalmente Reino Unido, China, Japón, Estados Unidos, estos países han permitido que su industria agroalimentaria tenga un giro innovador que permita el satisfacer las necesidades alimentarias y preservación de los recursos naturales, además que les permite tener beneficios de trabajo, costo, tiempo. (Taca, 2020).

1.2 Sustrato.

Un sustrato es todo aquel material que reemplaza la solides del suelo, estos pueden ser de tipo químico o natural, que al ser introducido en un recipiente ya sea de forma pura o en mezcla, este desempeña un papel interesante en el crecimiento y nutrición de la planta.

El uso de sustratos se ha puesto en práctica por horticultores y agricultores hoy por hoy, debido a que representan un componente importante para la producción de plántulas o microgreens en sistemas de cultivo vertical.

Para el desarrollo y progreso de la plántula, el sustrato que se emplea es un factor fundamental y transcendental debido a que permite proporcionar las condiciones apropiadas para el progreso de la plántula , contribuyendo en la calidad de la planta; aunque en la actualidad existen diversos materiales que pueden ser empleados para la elaboración de sustratos, aquel que se elija dependerá de los factores como lo es la época de siembra, tempo , costos, entre

otros, en cambio, los criterios más importantes para la elección de un sustrato depende de la durabilidad y capacidad de ser reciclado posteriormente.

Existen ciertos materiales que son utilizados con frecuencia como sustrato, tal es el caso de la turba de musgo, este tipo de material cuenta con características físico, químicas y biológicas excelentes para el crecimiento de plántulas, sin en cambio el costo y su disponibilidad puede ser no apto para todos los horticultores, lo que conlleva a la utilización de materiales que se produzcan localmente.

A continuación se presenta la descripción de las propiedades de los sustratos.

1. Propiedades Físicas.

Porosidad, densidad, estructura, granulometría.

2. Propiedades Químicas.

Químicas, fisicoquímicas y Bioquímicas.

3. Propiedades Biológicas.

Velocidad de descomposición, efectos de los productos de descomposición, actividad reguladora de crecimiento.

Las propiedades que se determinan en los sustratos, para considerarse un buen sustrato son

I. Retención de humedad: determina la posibilidad de que el agua y los nutrientes estén llegando de forma correcta a la planta, por lo que depende mucho de la porosidad y granulometría

- II. Capilaridad: consiste en la capacidad y disponibilidad del sustrato para poder absorber y distribuir la cantidad necesaria solución nutritiva.
- III. Capacidad de aeración en la raíz: se refiere al volumen de oxígeno que reciben las raíces de las plantas.
- IV. Estabilidad física: se refiere a la consistencia del sustrato, entre mayor firmeza tenga la estabilidad de la planta será mejor, sin en cambio cuando la firmeza del sustrato se desborona la firmeza de la planta es débil.
- V. Liviano: se considera que el sustrato debe ser ligero o liviano, esto es para el buen manejo y manipulación de este.
- VI. Buen drenaje: los contenedores en que se deposita el sustrato deben contar con la disponibilidad de drenaje, por ello se manejan dos tipos drenaje por inclinación o drenaje por orificio.
- VII. Químicamente inerte: esto significa que no debe presentar variación al momento de suministrar las soluciones nutritivas.
- VIII. Biológicamente inerte: debe estar libre de cualquier actividad biológica, es decir no debe haber presencia de ningún tipo de microorganismos. (Sembraría, 2021).
- Por lo siguiente las normas de Europeas de caracterización de sustratos (AENOR-UNE) han aplicado mayor caracterización en los materiales para los sustratos, así como se ha realizado una legislación que permita una comercialización segura que garantice los patrones de calidad de los sustratos de cultivo. (¿Meseguer, que sustrato elegir?, 2007).

Los cultivos sin suelo engloban aquellos sistemas de cultivo que se derivan del agua como los sistemas, Aero ponía e Hidroponía. (¿Meseguer, que sustrato elegir?, 2007).

1.1.1 Hidropónico.

La hidroponía es una forma de producción hortícola, que permite cultivar en cualquier espacio sin suelo, sin dejar atrás las necesidades de la planta, agua, luz, temperatura, por lo que este método usa la técnica recirculante donde las raíces reciben los nutrimentos, transmitidos por una solución nutritiva, aplicados para su óptimo crecimiento y madurez.



Ilustración 16.- Demostración grafica de los métodos hidropónicos utilizados con mayor frecuencia, donde muestran la técnica de cultivo. Fuente propia.

La hidroponía es un método utilizado para la investigación y enseñanza en el campo de la nutrición mineral de las plantas y sustentabilidad alimentaria, es practicado principalmente por horticultores, los cuales por medio de distintos métodos hidropónicos han logrado la producción de cultivos en sistemas multinivel con iluminación artificial, mediante un habiente cerrado y con un sistema de control, que delimita la actividad de iluminación, así como también la actividad de irrigación.

Actualmente existen empresas extranjeras con un nivel de desarrollo tecnológico funcional que se dedican a la producción de plantas en distintas escalas, dependiendo del nivel de tecnología empleada, las plantas comestibles es la principal materia con mayor alto porcentaje de producción, entre las que destacan los vegetales, hojas verdes y micro frutos.

Los horticultores adoptan distintas técnicas hidropónicas que permiten establecer el diseño de la producción que utilizaran para el cultivo.

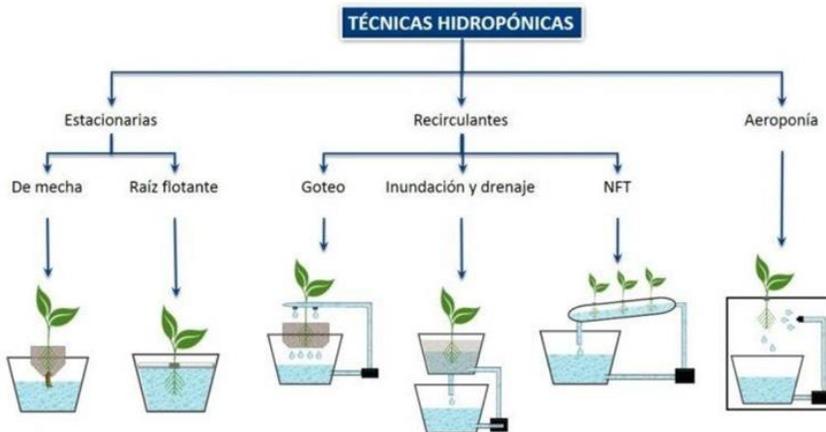


Ilustración 17.- Diagrama representativo de las técnicas que se utilizan y clasifican al cultivo en sistemas multinivel, "hidroponía al cubo". Fuente Press.com.

Los métodos hidropónicos son parcialmente distintos debido a su aplicación y funcionamiento, existen seis tipos de sistemas entre los cuales se mencionan los siguientes: Hidropónico de mecha.

- I. Hidropónico de NFT (técnica de película nutritiva)
- II. Hidropónico de raíz flotante.
- III. Aero ponía.
- IV. Hidropónico flujo y reflujó.
- V. Hidropónico por goteo.

Los factores más importantes de dentro de la hidroponía son las soluciones nutritivas, el pH, conductividad eléctrica.

Estos factores proporcionan al horticultor la información justa y necesaria para estudiar y establecer aquellos caracteres que se emplean en el cultivo con iluminación artificial, ya que las soluciones nutritivas ayudan al desempeño de crecimiento mediante la aplicación de los nutrientes en cantidades necesarias para cada cultivo, el pH ayuda en la nivelación de los nutrientes administrados por los sustratos y soluciones nutritivas bajo un control de intervalos óptimos para cada cultivo, cuando el pH se encuentra por debajo de 5.0 puede lograr deficiencias al momento de suministrar los nutrientes a la planta, por otro lado, la conductividad eléctrica (CE) hace un trabajo en la regulación de las sales, dentro de la hidroponía las decisiones varían dependiendo del cultivo, pero en la mayoría de los casos la CE está dentro de un parámetro de 1 a 2 dS/m.

El método de hidroponía permite cultivar distintas hortalizas, algunos vegetales que se cultivan por esta técnica son alcachofa, jitomates, berenjenas, betabel, brócoli, calabaza, cebolla chicharos, coliflor, jitomate, pepino rábanos, tomatillo, lechuga romana, lechuga orejona, lechuga de hoja china y cualquier variedad de chile.

También se puede cultivar frutos y frutos rojos principalmente la fresa, arándanos, frambuesas, zarzamoras, granada, melón, papaya y sandía, la hidroponía permite cultivar cualquier variedad de plantas medicinales y aromáticas, como lo son la albaca cilantro, hierbabuena, lavanda, manzanilla, orégano, perejil, romero, tomillo y valeriana.

Todas las especies que se cultivan en la técnica de la hidroponía son alimentos altamente nutritivos, los cuales pueden ser incluidos en las dietas diarias de los consumidores, obteniendo altos beneficios en su salud.

Dentro de todos estos beneficios nutrimentales, también se menciona que la técnica de cultivo hidropónico puede obtener cosechas con altos niveles de calidad, mejor sabor, menor tiempo y mayor producción. (promueve, 2014).

1.1.2 Aero ponía.

La Aero ponía es una técnica aérea de cultivo en un sistema semi cerrado o cerrado y que se mantiene en humedad, este método consiste en la implementación de un mecanismo que sostiene los recipientes de cultivo (macetas) suspendidas en el aire, mientras que las raíces quedan expuestas para recibir los nutrientes que son aplicados mediante un sistema de riego por aspiración, goteo o nebulización



Ilustración 18. -Cultivo de papa y riego de las raíces en un método aeropónico. Fuente Agriculturers.com.

Dentro de la Aero ponía la producción con mayor frecuencia son de los grupos de hortalizas de hoja, fresa y plantas aromáticas, los productos cultivados son lechuga, espinacas, col rizada, berros, valeriana, tomillo, cilantro, romero y por supuesto las fresas.

Se considera la técnica con mayor uso debido a su bajo nivel de dificultad para la instalación, es un método con el que se puede aprovechar de mejor manera los espacios ya que es adaptable a cualquier sitio, invernaderos y agricultura urbana.

5.- Sistemas Cerrados de Producción de Plantas (CPPS).

5.1 Fábricas de Plantas (Vertical Farm)

La vertical farm es una práctica direccionada a la producción de plantas que se cultivan en un método de estructura vertical (capa en capa), en conjunto de la aplicación de tecnología de ambiente controlado, el objetivo de vertical farm es maximizar la producción de alimentos en espacio poco convencionales y en tamaño reducido por m².



Ilustración 19.- Fabrica de plantas multinivel “una solución para alimentar una creciente población. Fuente Molinero Revista.

Actualmente gracias a los avances científicos, tecnológicos y a la implementación del manejo de agroecológicos, se puede producir alimentos sin el uso de químicos que resulten dañinos para los cultivos, las fábricas de plantas tienen características específicas que hacen particular a este método de cultivo.

Las características de función para la producción son las siguientes:

- I. Su estructura está diseñada en varios niveles o capas.
- II. La producción de alimentos es más sencillos gracias a su estructura vertical.
- III. Agilizan los ciclos del cultivo gracias a su automatización en los procesos de siembra, mantenimiento, riego, fertilización y control de la temperatura (Mariño, 2021).

Uno de los objetivos con mayor énfasis de la fábrica de plantas es el producir a gran escala y en contraste del espacio de cultivo, para ellos los aspectos más sobresalientes a considerar en la fabricación de plantas son:

- I. Costos de inversión.
- II. Iluminación adecuada.
- III. Sostenibilidad del tiempo.
- IV. Tipo de cultivo.
- V. Sustrato o medio de crecimiento.
- VI. Diseño de la estructura.

Debido a lo mencionado anteriormente, las fábricas de plantas deben contar con un listado de elementos enfocados a al equipamiento.

- I. Paneles solares.
- II. Turbinas de viento.
- III. Paneles de cristal.
- IV. Riego.
- V. Estructura de modulo.

Aunque pareciera que los procesos, elementos y cultivo de la fábrica de plantas son similar a la granja vertical, existe una diferencia muy estrecha, en la fábrica de plantas existe un factor importante el cual es el uso de energía natural, el cultivo de este método puede recibir la luz solar, además, que el edificio donde es adaptado el cultivo es prácticamente hecho de vidrio, las fábricas de plantas pueden ser sustentables hablando de sus sistemas energéticos, ya que busca la forma de aprovechar los recursos naturales como el aire y el sol sin abusar de ellos, no obstante estas fábricas pueden acondicionarse en un sistema cerrado como los son las granjas verticales. (Mariño, 2021).



Ilustración 20.- Fabrica de plantas " ambiente natural." Fuente descubre tu mundo.

Los métodos para sembrar obedecen a un sistema de siembra automatizada, lo que quiere decir que el uso de mecanismos eléctricos, que funcionan de forma coordinada, para transportar al cultivo a zonas con mayor aprovechamiento de luz y nutriente, empresas que se dedican a la producción hortícola, utilizan bandas transportadoras para agilizar el trabajo y minimizar los recursos y tiempo.

Este nuevo modelo de agricultura presenta una alternativa de alimentación para la población, en él se puede cultivar un abanico de cultivo de hortalizas, por ejemplo, acelgas, berro, cebollín, espinaca, lechuga, repollo, espárragos, berenjena, calabacín, pepino, tomate, pimentón.



Ilustración 21.- Plántula de lechuga cultivada en un método hidropónico. Fuente GroHo.

El método aplicado a la fábrica de plantas es el hidropónico, es la más utilizada en los cultivos verticales, de esta forma las raíces de las plantas cultivadas se mantienen en un adecuado nivel de humedad y absorción de nutrientes, nitrógeno, fosforo, potasio, magnesio.

Las fábricas de plantas son pioneras en la práctica de la agricultura vertical, abriendo paso a las mejoras establecidas por empresas particulares que desean impulsar los procesos de cultivo artificial, buscando beneficios sustentables para el medio ambiente y sobre todo para buscando ser sostenibles en el campo alimentario.

5.2 Granjas Verticales.

Las granjas verticales son aquellos edificios, adaptados para como funcionar grandes productores de cultivo en sistemas verticales, para ello es importante el uso de un método hidropónico, tiene como objeto reducir y optimizar el espacio.

Como ya se menciona las granjas verticales son aquella estructura de diseño vertical capaces de producir alimentos provenientes del uso de la tecnología y sofisticación agrícola, esta técnica de cultivo se encuentra en un sistema cerrado, las dimensiones de las granjas, varían dependiendo del alcance de demanda de producción, se considera que al ser un edificio automatizado, la superficie debe contar con 3,000 m² de espacio para el cultivo. (Sembraría, 2021)

Por ejemplo, momento las empresas dedicadas a este tipo de producción han superado el número de metros para la instalación de sus granjas verticales, como es el caso de AeroFarms la cual construyo más de 6,500 metros cuadrados para una capacidad de 900 toneladas de producción, por lo que se llega a demostrar que las granjas verticales están influenciadas por la cantidad de plantas cultivadas, la estructura vertical y el rendimiento que se espera.

Uno de los factores que hacen posible el crecimiento del cultivo en las granjas verticales es la luz, clorofila y espectro de absorción.



*Ilustración 22.- Granja vertical en sistema cerrado, "historia del futuro agrícola".
Fuente Agronegocios e industria de alimentos.*

La tecnología de luz LED es una de las más recientes al entrar en la actividad del cultivo horticultura, son utilizadas principalmente por que muestran mayor eficiencia en

Comparación de otras lámparas, suelen tener mayor ahorro en energía eléctrica, la duración de vida útil de la lámpara LED es mayor.

Los beneficios que otorga a la planta son:

- I. Otorga el justo y necesario calor.
- II. Adicionalmente dispone de propiedades repelentes para insectos.
- III. Estimula el proceso de fotosíntesis.

Como se puede saber además de la luz LED, los cultivos en sistemas cerrados reciben tratamientos espectrales para distintas funciones fisiológicas, en este caso los colores y recetas proporcionadas a las plántulas se basan a las necesidades que requiere la plántula:

Tabla 3.- Acciones y efectos de longitud de onda. Fuente propia.

<i>Tratamiento de luz</i>	λ (nm)	Acción y efecto
<i>Violeta, azul y verde</i>	400-500 nm	Acción fotosintética y crecimiento de tejidos
<i>Verde, amarillo y anaranjado</i>	550-620nm	Acción fotosintética y crecimiento vegetativo
<i>roja</i>	620-700nm	Acción fotosintética, germinación, floración y fructificación



Ilustración 23- Tratamiento de luz roja y azul sobre la planta de tomate. Fuente planta- flor pedía.

El pigmento verde que se puede apreciar por nuestros ojos en casi todas las plantas se debe a la clorofila, debido a que tiene un efecto de absorción de luz característico, es decir absorbe todas las longitudes de onda de espectro pero no aquella que le brinda el color verde.

Es importante señalar que el control de la temperatura y humedad dentro de las granjas es mediante el sistema automatizado, la función de este sistema es mediante pequeños monitores que ajustan el aire y el CO₂, los sensores dentro de la estructura son los que guardan la información del entorno.



*Ilustración 24.- Termostato digital indica el control de la temperatura y humedad.
Fuente manualplus*

Otras tecnologías modulares utilizadas en las granjas verticales son pantallas con un sistema de control que mediante un software se capaz de ofrecer información general para establecer una evolución de la actividad denigro del entorno de cultivo y además sea una herramienta novedosa de fácil manipulación.

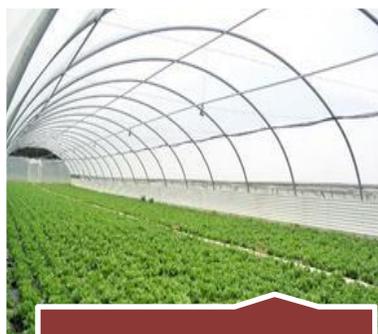
5.3 Invernaderos.

Un invernadero es la estructura metálica con una cubierta plastificada y traslucida que permite el ingreso de la luz solar y evita la penetración de la lluvia, por lo tanto, se produce un clima posible para el crecimiento y desarrollo de las plantas en cualquier época del año (enviroment, 2006)

Localización y características del invernadero.

- I. Debe ser un terreno plano, el cual evite los encharcamientos.
- II. La orientación o posición del invernadero son un factor importante para su instalación, debido a que dependiendo de la orientación evitan que los vientos impacten de forma brutal, además la posición también indica cual es el ángulo perfecto para evitar la sobra, generada por las mismas hileras de cultivo.
- III. Las condiciones de temperatura son dependientes de los factores naturales.

Tipos de invernaderos



Túnel.



Capilla.



Dientes de sierra.



Techumbre curva



Barra

Ilustración 25.-Distintos tipos y modelos de los invernaderos. Fuente propia.

5.4 Cámaras de Crecimiento.

Las cámaras de crecimiento de plantas, en ellas es posible el estudio y experimentación que ayuda a los investigadores fitopatólogos a controlar factores de climatización como la temperatura, luz y humedad, y a su vez analizar aquellas enfermedades generadas en las plantas, estas cámaras permiten a los genetistas a desarrollar cultivos con mayor impacto alimenticio, buscando información a detalle para la germinación de semilla.

Pueden ser compactas o visitables, en ellas se puede almacenar volúmenes grandes de muestras.



*Ilustración 26.- Bandejas con cultivo de microgreen dentro de una cámara de refrigeración.
Fuente aralab.*

5.5 Salas de cultivo de tejido.

Una sala de tejido es un laboratorio genetista que brindan procesos determinados para la obtención de tejido, células y órganos vegetales, a través de la técnica in vitro, con el fin de producir cultivos de plantas.

Los laboratorios genetistas deben tener una organización de áreas para su instalación, materiales y reactivos, de esta forma es necesario para el desarrollo de las actividades de cultivo exitosas.



*Ilustración 27.- Genetistas realizando evolución de crecimiento a las pruebas de cultivo.
Fuente Kimiteo Group.*

5.6 Fitotrones.

Son cámaras de crecimiento celular y germinación de plantas para el fin de la investigación biológica, el control de factores como lo es temperatura, luz y humedad son de alta efectividad y fiabilidad, y cuentan con un amplio ámbito dentro de la investigación tal cual el cultivo de plantas, tejidos y observación de insectos.



Ilustración 28.- Análisis del cultivo dentro de un fitotron. Fuente Neurtek.

5.7 Túneles altos.

Los túneles altos permiten la temporada de producción de cultivos hortícolas, además de proteger al cultivo, durante el desarrollo o ciclo de producción, los protegen de las condiciones climáticas ya sean altas o bajas, estos cultivos son protegidos debido a que se altera o modifica su microclima, por lo tanto, si se requiere de su mejorar se debe mantener en resguardo. (UTECH, 2020).



Ilustración 29.- Instalación de túnel alto en el campo de cultivo. Fuente 123RF

Las características de los túneles altos son:

- I. Estructura o marco de metal.
- II. Cobertura de plástico.
- III. No cuentan con ventilación ni temperaturas controladas.
- IV. Uso de calentón portátil.

A diferencia de los invernaderos, los túneles altos, permiten la siembra de plantas directamente en el suelo, no cuentan con temperatura controlada ni sistemas de ventilación automática, en ellos el acceso a al cuidado de la planta es directa, la ventilación que utilizan es enrollando manual o mecánicamente los lados de la cobertura para de esta mera ingrese

el aire y solo en temporadas donde se requiere del control de la temperatura, es utilizado un calefactor de propano.

6.-Aplicación de los Sistemas Cerrados de la Producción de Plantas.

6.1 Países donde se aplica.

La mayor parte de las empresas que se dedican a la investigación y aplicación de tecnología para el cultivo y desarrollo de plantas comestibles, son de origen extranjero.

Dichas empresas se distribuyen por el mundo, en países como Holanda, Reino Unido, Japón, China, Estados Unidos, Emiratos Árabes, Túnez, África, España.

En la tabla siguiente mostrare algunas empresas alrededor del mundo que tienen un nivel alto de producción y eficiencia en el cultivo artificial.

Tabla 4.- Empresas principales en la producción de hortalizas. Fuente Propia.

Empresas con mayor producción en sistemas comerciales

<i>Empresa</i>	Producción mayor a \$ 5M	Cultivo	Variedad	
<i>Pure Harvest Smart Farm</i>	\$ 21 millones	Verduras y frutas	Tomates cherry, tomate dulce, tomate de la vid.	https://www.freightfarms.com/container-farm-crops
<i>Freight Farms</i>	\$ 11 Millones	Hoja verde, lechuga, flores y	Proteínas a base de	http://nextprotein.co/

		cultivos experimentales	larvas de mosca	
<i>Next Protein</i>	\$ 11 Millones	Fertilizantes	Proteínas a base de larvas de mosca	http://nextprotein.co/
<i>Elevant Farm</i>	\$ 10 Millones	Verduras de hojas verde	Berros, acelgas, espinacas	https://elevate.farm/
<i>Agrify</i>	\$ 45 Millones	Planta botánica	Cannabis y cáñamo	https://www.agrify.com/cannabis-hemp/

Las empresas que se encuentran por debajo de una producción menor a \$ 5 millones, son aquellas que están en pleno desarrollo y ampliación de rutas comerciales, sin embargo, estas empresas cuentan con sistema de automatización y control de los cultivos con los que se trabaja, algunas de las empresas son LettUs grow, Rise garden, AgroUrban, entre otras.

6.2 Espacios donde se aplica este tipo de sistema.

Por lo regular los sistemas de iluminación artificial aplicados al cultivo de plantas comestibles, dependen del sistema cerrado que se considere óptimo y funcional para el cultivo, en el caso de la empresas anteriormente mencionadas, como la que es LettUs Grow, es una granja vertical que usa principalmente una contenedor de 40 ft, con la implementación de un método aeropónico y un sistema de control mediante un software Ostara, con una capacidad de 24 m², y que por lo regular es considerada una granja urbana debido a que la ubicación en de los contenedores se encuentran en las calles de la ciudad.

Por otra parte, empresas como Evogro, farmsehelp, babylon, son empresas que han diseñado estantería para el cultivo de planta basada en la aplicación de tecnología y sistemas hidropónicos, estos armarios son adaptados en edificio, como hospitales, restaurantes, hogares, debido a su fácil instalación y poco espacio requerido.



*Ilustración 30.-Forma de trabajar dentro de los invernaderos en el pis de México y Holanda.
Fuente propia.*

Los invernaderos y túneles altos son una forma muy común dentro de las regiones rurales con actividad agropecuaria y agrícola, con ellos el cuidado de los cultivos son manipulados de forma manual gracias a que sus instalaciones lo permiten, sin embargo, horticultores holandeses implementan sus invernaderos para la investigación, desarrollo y producción de plantas haciendo uso de tecnologías como el dron que sobre vuela los cultivo con el fin de realizar un monitoreo.



Ilustración 31.- Armarios inteligentes adaptados para el cultivo de plantas. Fuente propia.

6.3 Sistemas Empleados.

Como ya antes se menciona, el sistema cerrado que se desea aplicar o utilizar para el cultivo depende y se deja en consideración de las zonas, la cantidad de producciones tipo de cultivo y el método cultivo ya sea hidropónico o sustrato.

Sin embargo, la mayor parte de las empresas cuentan con un sistema cerrado, como los son los contenedores que cuentan con una automatización en temperatura, riego e iluminación, además de la aplicación de nutrientes mediante el uso de la hidroponía, otras empresas utilizan cámaras de refrigeración adaptadas a un sistema de control que les permite tener control de la calidad del tiempo o clima dentro de ella, el riego y los tratamientos de luz que requiere la planta.

Existen otros métodos que se mencionan en el tema cinco “Sistemas Cerrados de Producción de Plantas (CPPS).

Muchos de los sistemas ahí mencionados nos son de uso común constante por los horticultores ya que la mayoría de ello se dedican a buscar rutas comerciales de vegetales y

hoja verde, por lo tanto, las producciones requieren del uso de un sistema cerrado a gran escala.

6.4 ¿Qué tipo de plantas cultivan?

Las hortalizas de hoja verde, vegetales, flores, hierbas aromáticas, frutas y raíces, son los principales productos que se cultivan y cosechan dentro de los sistemas con aplicación de luz artificial y control automatizado.

La siguiente tabla es un ejemplo simple de algunos cultivos cosechados en sistemas cerrados y aplicando un método hidropónico.

Tabla 5.-Especies de cultivos de hortalizas en un sistema multinivel. Fuente propia.

Tipo de cultivo	Método utilizado	Sistema aplicado	Tiempo de cultivo y cosecha	de y Capacidad
Lechuga.	Hidropónico.	1.-Contenedor. 2.-Armario inteligente. 3.-Invernadero. 4.-Camara de refrigeración.	3-5 Semanas.	700-1450 Lechugas.
Perejil. Tomillo. Albaca.	Hidropónico.	1.- Granja vertical. 2.-Armario inteligente.	3-5 Semanas.	90-55 libras.

		3.-Camara de refrigeración.		
Tomate.	Hidropónico.	1.-Invernadero. 2.-Fábrica de plantas.	Indefinido.	480 m ² .

Metodología.

Fase 1

1.1 Planificación.

Dentro del proyecto el estado de arte y el benchmarking aplicado a los sistemas de cultivo multinivel, para la producción de plantas de consumo humano, se realiza una investigación científica y tecnológica para poder delimitar la problemática existente.

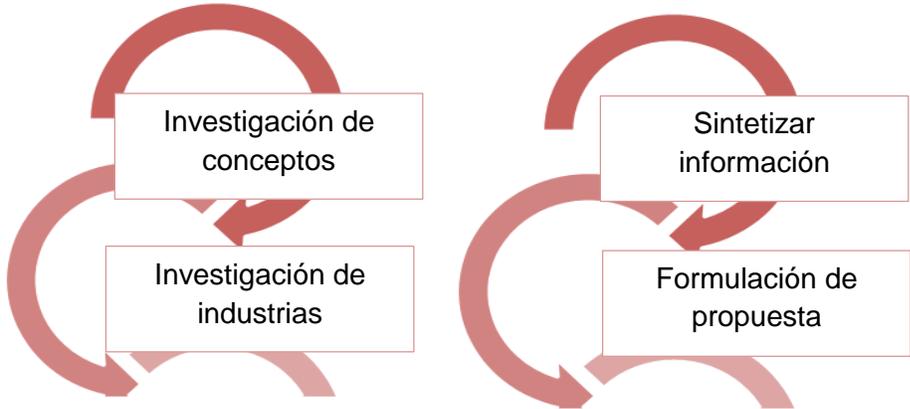


Ilustración 32.- Desglose de los pasos a seguir dentro de la investigación. Fuente propia.

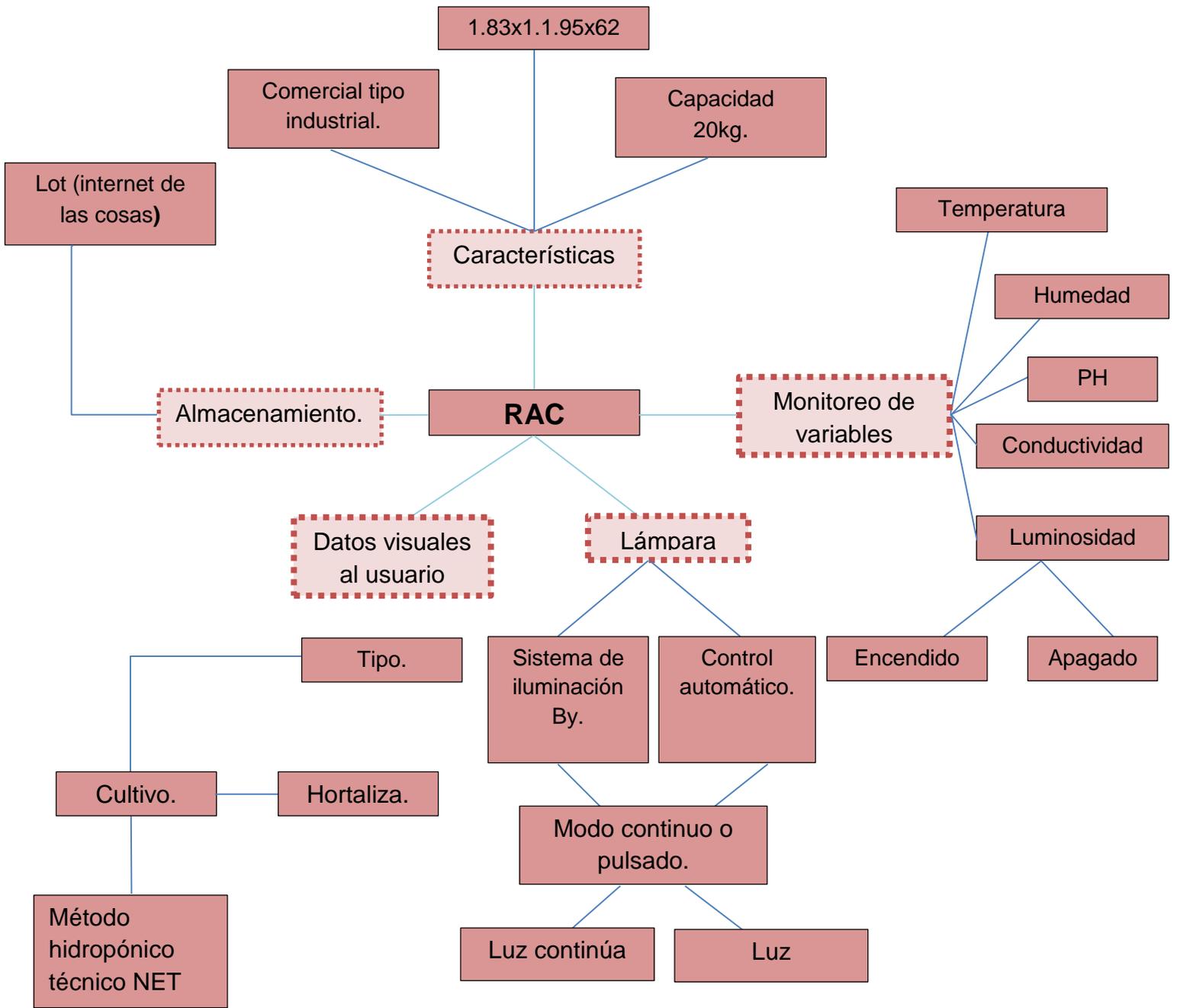


Ilustración 33.-Descripción de Smart rack y sistema de control. Fuente propia

Fase 2

2.1 Investigación de información de industrias globales.

Alrededor del mundo, existen países que han logrado concientizar sobre la forma de hacer posible una cultura de hábitos, costumbres y prácticas, con una mentalidad preferente al sustento de un planeta mejor.

Dentro de la investigación sobre aquellas empresas que se dedican a la fabricación y cultivo en sistemas multinivel para la producción de plantas aptas para el consumo humano, pude encontrar países que ya cuentan con este tipo de actividades hortícolas y que desean impulsar una técnica distinta al cultivo de vegetales y frutas; la mayor parte de estos países son de origen extranjero y con un índice mayor de población.

Las empresas encontradas fueron las siguientes:

Empresas fabricantes de racks industriales para el cultivo de hortalizas.

- I. España: “Virex” empresa destacada por el diseño y producción de sistemas de cultivo vertical.
- II. China: “Tenanji Musam Tecnology Co.Ltd. Advance Hydroponic Enginnering Solution” compañía dedicada a la importación y exportación de productos de agroalimentación, NFT e hidropónicos.
- III. Canadá: “Montel” empresa direccionada al diseño, fabricación e instalación de estantería para cultivo vertical.

Empresas con actividad de horticultura en sistemas multinivel para producción de

- I. Japón: Spread,” techno Farm Keihanna” compañía dedicada a la producción de plantas de hoja verde en gran escala en sistemas multinivel para el cultivo artificial.
- II. Holanda: “ARTECHNO”, empresa aplicada a la ingeniería y desarrollo en sistemas de cultivo hidropónico eficaces, rentable fácil de manipular, tiene como misión fabricar diseños innovadores que se adapten a las necesidades y circunstancias de los clientes.

III. Reino unido: “Evogro”, dirigida, al desarrollo, diseño y fabricación de tecnología en sistemas de cultivo de interior, su objetivo o misión es que todo individuo tenga la posibilidad de poder cultivar sus propias plantas, teniendo en consideración que los sistemas de cultivo artificial pueden llegar a ser sostenibles y rentables.

IV. Estados unidos: “Farmashelf”, sociedad dedicada a la implementación de tecnología a estantería utilizada en sistemas de cultivo vertical mediante el método hidropónico, tiene como misión que las personas tengan una mejor accesibilidad y puedan lograr obtener sus propios alimentos.

V. Emiratos Árabes Unidos: “Madar Farms” compañía que se dirige a la producción de plantas de consumo humano, mediante la interacción y aplicación de tecnologías a los sistemas cerrados (contenedores) aplicados para el cultivo artificial.

A continuación, se realizan diagramas representativos de las empresas fabricantes de estantería (rac) acondicionada como sistemas de iluminación multinivel para el cultivo de hortalizas, así como una tabla comparativa sobre aquellas características encontradas de las empresas que se orienta al cultivo en sistema de iluminación artificial.

Fase 3

3.1 Características de los Sistemas Multinivel encontrados, incluyendo todo tipo de material, tecnología.

(VIREX, MUSAN, MONTEL)

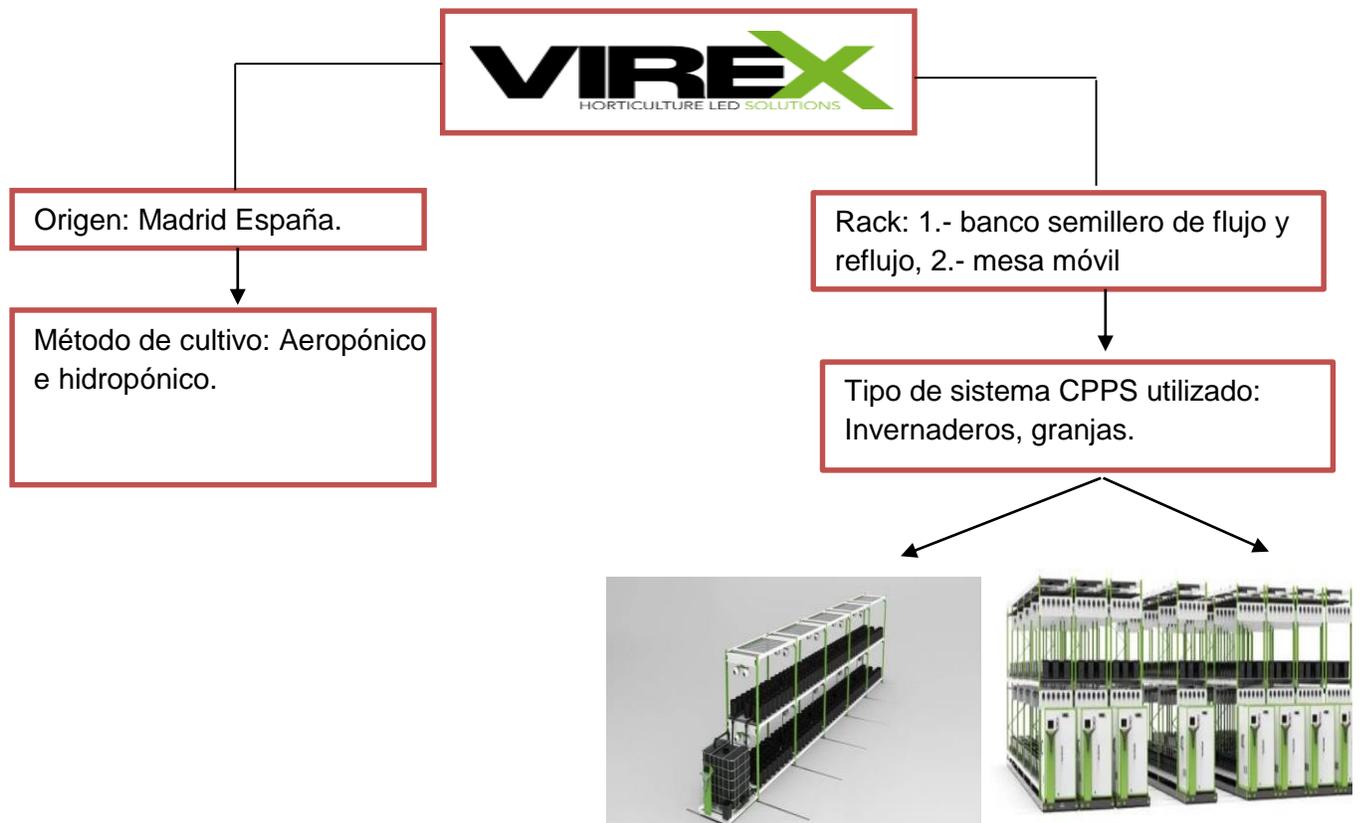


Ilustración 34.- Descripción de racks producidos por Virex. Fuente propia.



Origen: Tajín, China.

Cuanta con un sistema de iluminación LED, sistema de cultivo poraeroponía, sistema full- equipo modular, sus medidas son De 14.4x2.70x12.9, acero

Estructura completamente de aluminio color blanco, sistema de movimiento y desplazamiento mediante una manivela 65
Multinivel ajustable cobertizo de plástico, medidas de 2.4m -20m, capacidad de cultivo hasta 200m²,

Mesa de inundación hidropónica flujo y reflujo con estructura de material galvanizado, cobertura de plástico, sistema de movimiento y desplazamiento mediante una manivela, medidas de 2.4x206 m

Rack: 1.-Dripex 2.-Aeroponex



Ilustración 35.-Descripción de racks producidas por Musam. Fuente propia.

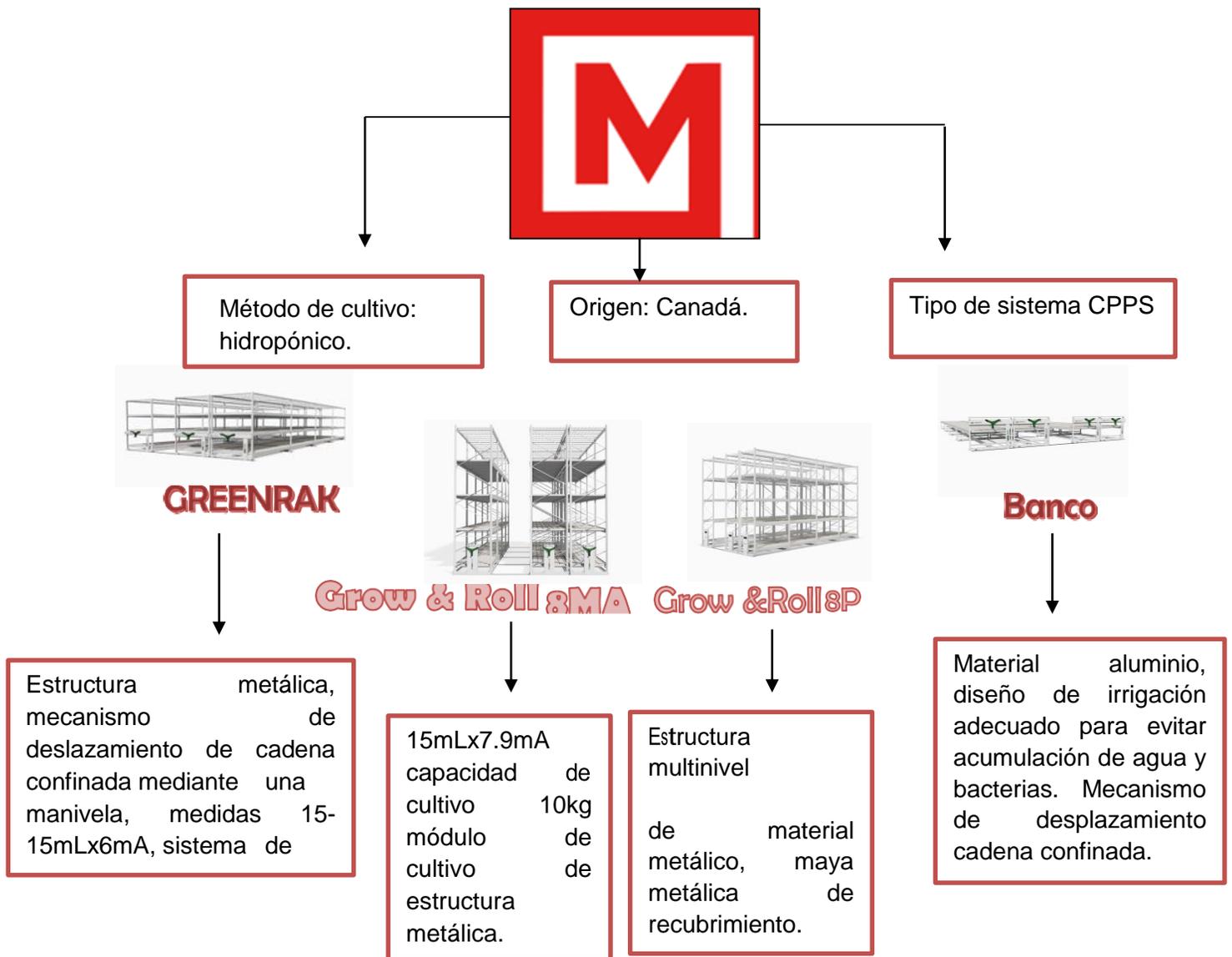


Ilustración 36.- Características de los racks producidos en Montel. Fuente propia.

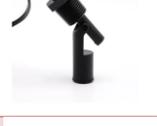
3.2 Costos de adquisición.

Una granja vertical depende de componentes, que le ayudan a su funcionamiento adecuado y a la completa composición de la granja.

La siguiente tabla demuestra los componentes y los costos de adquisición de un sistema multinivel para cultivo en vertical.

Elementos de un sistema multinivel.

Tabla 6.- Costos de adquisición de los elementos utilizados para ensamblar un sistema de iluminación artificial. Fuente Moisés Hinojosa 2021.

Cant.	Descripción	Precio	Total	componente
2	Kit de desarrollador Jetson Nano paquete C	\$5,158.99 No disponible	\$10317.98	
4	Sensor de PH	\$599.00	\$2396	
4	Sensor de conductividad	\$757.40 643.89	\$3029.6	
5	DTH22 Sensor de humedad y temperatura ambiente	\$100.00	\$500.00	
4	DS18B20 Sensor de temperatura agua	\$84.99 94.00	\$424.95	
4	Interruptor Sensor Nivel Agua Horizontal Arduino Raspberry	\$100.00 109.00	\$400.00	
3	Pzem-004t medidor de energía	\$401.71 352.30	\$1205.13	

3	Arduino Mega + Cable USB	\$244.00 259.99	\$732.00	
2	8CH Módulo de relevadores 8 canales	\$116.74	\$233.48	
6	Electroválvula Válvula Agua ½ Solenoid 12v,	\$132.00 123.99	\$792.00	
6	Ventilador 6 PuLG 12v 120mm X 25 Fuente Poda Extractor Aire	\$149.00 159.00	\$894.00	
1	Filamento Pla 1.75 Mm Negro Para Impresora 3d	\$690.00	\$690.00	
10	Conexión Codo 90º Rosca 3/4 Espiga 1/2	\$30.00 45.00	\$300.00	
1	Conexiones Inserción Para Manguera De 1/2 Pulgada	\$422.00 323.00	\$422.00	
1	Manguera Agrícola 1/2 Pulgada Normal Rollo Con 25 Metros	\$134.00 137.00	\$134.00	
2	Solución Nutritiva Universal Hidroponica Para Preparar 1000l	\$249.00	\$498.00	
1	Rack Estante Acero Industrial Uso Rudo Ajustable Msi	\$4987.00	\$4987.00	
1	Artillery Sidewinder X1 Impresora 3D, 2020 V4 Versión Ultra Silenciosa, Sensor de Fuga de Botón de Reinicio de Vidrio de Celosía y Recuperación de	\$13999.013944.87	\$13999.00	

	Fallos de Alimentación Impresión 3D, 300 x 300 x 400 mm			
1	Fuente Conmutada 5v/12a, 12v/5a, 24v/2a	\$1349.00	\$1349.00	
9	Full Espectro Cultivo Indoor Veg-bloom Lampara Para Plantas	\$1834.20 1973.75	\$16507.8	
2	Tarjeta De Red Inalámbrica Wifi Usb Tp-link Tl-wn823n 300mbps Para Pc, Laptop, Mac Y Linux	\$248.56 231.71	\$497.12	
TOTAL:		\$60,309.06		

Tabla 7.- Características individuales de los sistemas multinivel.

Características individuales de los sistemas multinivel. Empresa productora de hortalizas.						
Empresa	CPPS	Iluminación	Método de cultivo	Variedad	Capacidad	Tecnología
Origen	Rack					
Spread Japón	Granja Vertical Modulo multinivel acero inoxidable (L20m) (A7 m)	LED, ondas de luz personalizadas.	Hidropónico	Lechuga	30.000 lechugas por día en 11.550km ²	Techno farm Keihanna Robótica lot I+D
ARTECHNO Holanda	Granja vertical celda climática AVE+comp acta de acero inoxidable	LED Recetas de luz	Hidropónico	Microgreens Hierbas lechugas bayas	10 capas de crecimiento 340m ² - 960m ²	Software management Crop cloud Happiness monitor
Mandar Farms Abu Dabhi	Granja vertical contenedor (12.9L) (2.4 An) (2.9Al)	LED recetas RGB	Hidropónico NFT	Tomates	Hileras 24m ² 1 tonelada por día	Ag Tech
Evagro Reino Unido	Armario inteligente 2mX61cmX 51cm	LED active spectrum rojo, azul blanco	Hidropónico	Lechuga Tomillo albaca amaranto	Pequeñ aescala	Software management wifi
Farmasehelf Estados Unidos	Armario inteligente 40"x20"x74"	Barra de luces LED blanca	Hidropónico	Cebollín Lechuga	Pequeñ aescala	wifi
Urban Crop Solution Bélgica	Granja vertical Contendor mecanizado con efecto carrusel	LED	Sustrato	Lechuga romana Rábano de tallo rojo Microgreens	Banco s86m ²	Carrusel automatizado



Ilustración 37.- Prototipo de proyecto " Smart Rack". Fuente Moisés Hinojosa.

Los costos de adquisición dentro de la actividad agropecuaria generalmente suelen ser de alto costo, tantas materias primas, herramientas y elementos necesarios para el trabajo agrónomo.

Si se realiza un análisis de costos y viabilidad, la producción lleva un del 20% de los costes invertidos, lo que hace que en muchas ocasiones la rentabilidad de los productos cosechados no sea lo más adecuada.

El uso de alternativas como lo son las energías renovables, proyectos integradores de tecnología y sustentabilidad, permiten al campesino considerar una visión nueva de trabajar en la agricultura vertical.

3.3 Producción Estimada.

Los sistemas multinivel para el cultivo de plantas comestibles tienen una capacidad de cultivo en proporciones altas dependiendo de lo que se desee cultivar.

Si se habla de la producción y desarrollo de un trasplante de lechuga orejona, cultivada en un rack de 1.83x1.95x65, pueden cultivarse doce plántulas de lechuga por cavidad (en cada

nivel rack se instala tres cajas de unicel que sirve como aislamiento) separadas unas con otras por cada seis centímetros, utilizando vasos térmicos como semillero o contenedor de cultivo, en el que se introduce la cantidad suficiente de sustrato inorgánico(pet moss) y recibiendo un control de las variables humedad, temperatura y riego por dispersión mediante un atomizador.

FASE 4

Diagnóstico, evaluación y estudio de la situación actual.

1. Análisis Costo- Beneficio.

El análisis de costo beneficio permite cuantificar los costos y los beneficios de una actividad, estimando el impacto financiero acumulado. En este caso el análisis de costo beneficio, se orienta en la producción de hortalizas en un sistema multinivel.

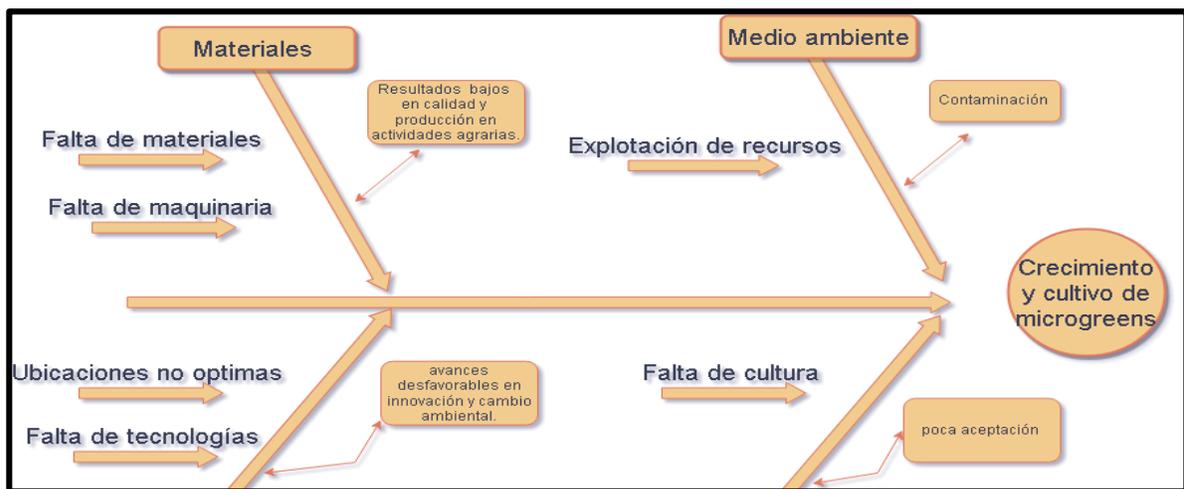


Ilustración 38.- Diagrama Causa- Efecto o Ishikawa (espina de pescado) elaboración propia.

Permitiendo estimar si las inversiones realizadas en la actividad hortícola son rentables o resulta ser no rentable.

Tabla 8.- Costos de inversión para el cultivo de lechugas en un sistema multinivel. Fuente propia

Costo		Beneficio
Sistema multinivel para cultivo completo	\$60,309.06	Mayor producción de cultivo
Kit de variedad de semilla para lechuga /100semillas por sobre	\$250,560	\$24,000 lechugas por año cada lechuga es ofrecida al mercado con un precio de \$ 35 por tanto $35 \times 2,000 = \$70,000$ cada 15 días
Sustrato	\$880	Mayor sustentabilidad de los recursos, al solo suministrar la menor cantidad de agua y electricidad y al reusar los recipientes utilizados para el cultivo.
Charola hidropónica 200 cavidades	\$540	
Agua	\$1,320	5% de consumo de agua y por el uso de luces ahorradoras de energía, control automatizado para el encendido y apagado. Por lo que el pago total del agua se mantiene en \$1320 anuales +el consumo Bimestral de luz\$1000.
Electricidad	\$60,000	Nuevos clientes De consumo o venta. 50,000.
Empaque	\$60,480	
marketing	\$1200	
Total, de inversión	\$122,320.00	

Tabla 9.- Análisis costo/beneficio en el cultivo de lechuga en un sistema de cultivo multinivel. Fuente propia.

Inversión	costo	total
1 Sistema multinivel para cultivo completo.	\$60,309.06	\$60,309.06
7 Kit de variedad de semilla para lechuga 3 sobres /100 semillas por sobre.	\$ 206	\$1,442
1 Sustrato peat moss	\$880	\$880
10 Charola hidropónica 200 cavidades.	\$540	\$540
Agua.	\$160	\$160
Electricidad.	\$5,000	\$5,000
Empaque.	\$5,040	\$5,040
Marketing (cualquier publicidad).	\$1200	\$1200
	Total, de inversión.	\$74,471.06

3.- Cadena de Valor.

La cadena de valor es una herramienta utilizada para analizar las estrategias que determinan aquellas ventajas competitivas, con ello las empresas logran examinar y estimar aquellas actividades realizadas, con el fin de definir la forma de trabajo y los costos, logrando erradicar la diferenciación. (Peiró, 2017).



Ilustración 39.- Cadena de valor propuesta por Michel Porter. Fuente Wikipedia.

En los siguientes párrafos se muestra de manera teórica aquellas actividades de la cadena de valor dentro de una empresa productora de hortalizas en sistemas cerrados para el crecimiento y desarrollo de plantas. Spread,” techno Farm Keihanna”.

1) Actividades Primarias:

I. Logística de entrada o interna: sostiene una logística de abastecimiento en una escala grande en demanda, considerando que existen pocas empresas dedicadas al cultivo de plantas en sistemas multinivel o sistemas cerrados.

II. El uso de tecnologías avanzadas y herramientas automatizadas dentro de la producción, hacen que los cultivos sean de mejor calidad, por lo que hace garantía del su consumo.

III. Logística de salida o externa: su funcionalidad es convincente, debido a que la capacidad de producción es abastecedora y los ciclos o tiempos de producción no tienen límite, ya que, al crecer dentro de un ambiente controlado, hace que se pueda producir en cualquier época del año.

IV. El marketing utilizado son las páginas web oficiales o sitios en línea, donde se puede conocer información detallada de la empresa y sus productos, funcionan como principales fuentes para su crecimiento.

Los servicios al cliente para su atención son considerados de buena reputación debido a su pronta resolución de problemas.

2) Actividades de apoyo:

I. Recursos humanos, tiene una tarea esencial para la elección de sus empleados, tanto para las donde se llevan los procesos de cultivo y producción, como para los empleados encargados de las áreas donde se establecen los diseños, ventas etc...Por lo que es algo muy peculiar de transmitir en sus páginas web.

II. Refiriéndonos al uso de tecnologías, la empresa cuenta con la mejor calidad en tecnologías aplicadas, para los avances y monitoreo de los cultivos realizados en la empresa, la tecnología más eficiente y con importancia dentro de la industria de las granjas verticales, tales como IoT, I+D y robótica.

III. El buen manejo de la logística interna, permite a la empresa poder realizar una buena organización en las compras y almacenaje de la materia prima.

3.-Competitividad.

1. Estrategia competitiva.

a) Estrategia de diferenciación aporte de innovación a la agricultura en vertical, mediante el uso y aplicación de tecnologías sofisticadas en el cultivo vertical, así como modelos de asociación que impacten de forma positiva.

b) Estrategia de costes: logra mantener una posición en el mercado, gracias el manejo de los bajos costos y canales de distribución.

c) Liderazgo de producto: utiliza las herramientas y maquinaria creadas por la propia empresa, funcionales y aptas para la industria, lo que le permite realizar pocas inversiones en adquisición de herramientas ajenas, y un posicionamiento en liderazgo de producción e innovación de sus bienes, generando rentabilidad a la empresa.

4.- Ventaja competitiva.

a) Ventajas de la estrategia competitiva de costes:

1.- Los productos deben tener la competencia de empresas que producen el mismo tipo de producto, en el caso la empresa cuenta con múltiples competidores alrededor del mundo. (Arias., 2016).

2.- Los cultivos en granjas verticales, son productos iguales en el tipo de cosecha y método de cultivar, la innovación en métodos, tecnologías y costos, son significativamente desigual a la competencia. (Arias., 2016).

b) Ventajas de la estrategia competitividad en diferenciación:

- 1.- La satisfacción del cliente al cumplir con las necesidades o requerimientos.
- 2.-La autenticidad de los productos o métodos son difíciles de poder replicar de forma rápida. (Arias., 2016).
- 3.- Competencia y la cadena de valor.

Una cadena de valores es una serie de recursos, conocimiento u organizaciones que se conectan para participar en una entrega de productos terminados, a los clientes finales.

Dentro de la producción de plantas comestibles, la cadena de valores comienza con una relación entre productores, transportistas, comercio y consumidor.

A continuación se presentará una cadena de valor, para visualizar un ejemplo sobre los elementos y actividades requeridos en la producción de vegetales aplicando un sistema cerrado.

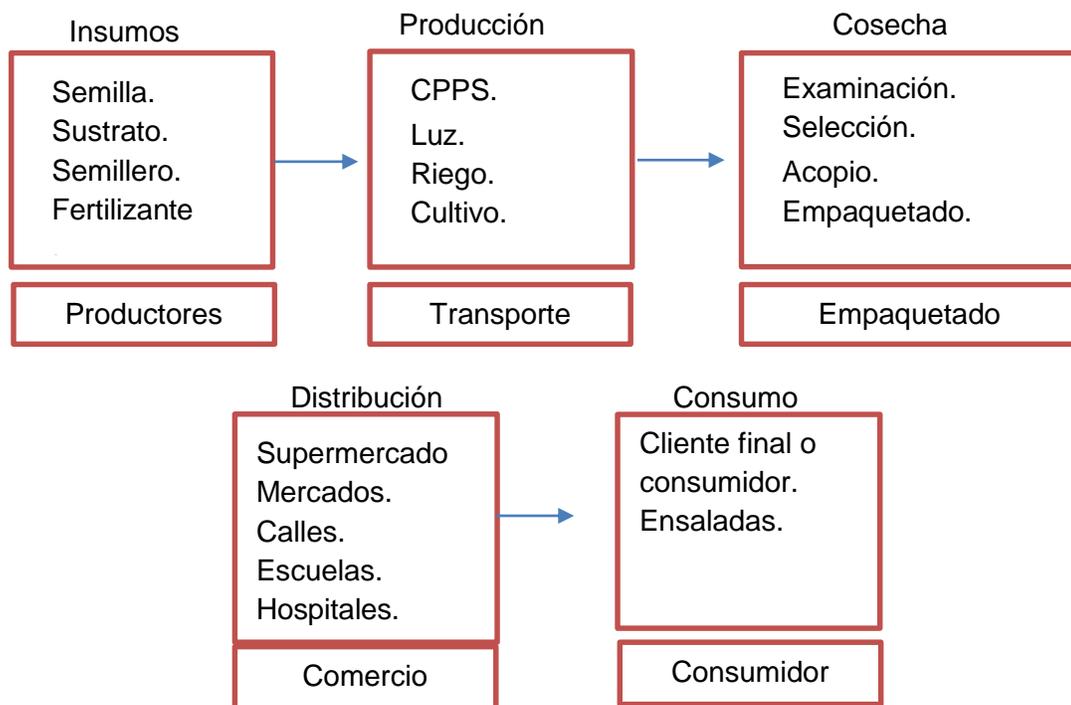


Ilustración 40- cadena de valor para la producción de vegetales en sistemas cerrados. Fuente propia.

El primer recuadro define a los proveedores que se encargan de suministrar insumos requeridos para el cultivo, desarrollo y cosecha de los vegetales.

El segundo recuadro, corresponde al transporte, el cual se refiere a los intermediarios y repartidores del producto, ellos son quienes abren el canal de distribución entre el productor y el comprador.

El tercer recuadro, es asignado como el empaquetado, ya que una vez que la cosecha fue examinada e inspeccionada por estándares de calidad.

El cuarto recuadro, se define como la comercialización, el producto es distribuido a los distintos compradores o clientes, que por lo general buscan productos de alta calidad, precios accesibles y fáciles de vender.

El quinto recuadro, es el consumo, en él se dirige toda la mercancía antes producida, para ello se pretende llegar a todos los hogares y ofrecer alimentos altamente nutritivos.

6.- Resumen Crítico

El tema elegido es principalmente una investigación de textos y artículos sobre la ciencia y la tecnología aplicada en el cultivo y producción de alimentos vegetales, por tanto la intención principal es recaudar y proporcionar la información necesaria para obtener una comparativa sobre los métodos y tecnologías incluyendo las novedades dentro de los sistemas multinivel para el cultivo y producción de plantas para el consumo humano.

En los siguientes párrafos se redacta un análisis en síntesis del artículo que fundamenta el tema elegido con anterioridad.

El autor habla sobre la creación y función de la primera granja vertical, explica la diferencia entre trabajar antes y después en un sistema multinivel o granja vertical, trabaja en la

implementación de las otras granjas verticales mediante los métodos de sustrato e hidropónicos.

El autor, menciona que no es un trabajo fácil el lograr realizar un proyecto como lo son las granjas verticales, aún menos si se pretende trabajar por sí solo.

Mencionan una empresa productora de plantas Skay Green y considera la primera granja vertical en poder producir altos niveles de productos, en grades canaletas rotativas de aproximadamente 9 metros de altura, donde se cultiva hortalizas de hoja verde.

También explica que otra fuente de productividad es la aplicación de la luz artificial en los colores azules y rojas, ya que ambos colores proporcionan las condiciones óptimas para el desarrollo de una planta, relata que el país de Bélgica puede producir una cantidad de 220 plantas con un porcentaje mínimo de agua, anué cree que existen aún debilidades dentro de la técnica de cultivar de forma artificial.

En tanto concluye con la cuestión de si la agricultura vertical puede llegar a ser o no competencia o amenaza para la agricultura nativa, así también se cuestiona si las fronteras de construcción de hogares para la población , no será limitada, se pregunta qué sucederá con las selvas y los bosques, cree que a pesar de que es un proyecto costoso para poder llegar a la facilidad de los productores de alimentos de forma nativa , cree que si las políticas gubernamentales intervienen en estos sistemas, si podría llegar a ser una amenaza poniendo en riesgo a los campos de cultivo dejándolos, fuera para su funcionalidad dentro de la agricultura.

El artículo analizado anteriormente da a conocer nuevos modos de cultivar y además habla sobre las ventajas de producir en unos sistemas multinivel.

En lo personal el tema elegido es una extensión al conocimiento sobre la forma agrícola de cultivar los alimentos de forma novedosa, considerando que la creación de las granjas

verticales muestra una forma evolutiva y significativa dentro de la producción de vegetales, frutas, flores, hierbas. Las alternativas que ofrecen las granjas verticales podría ser una buena fuente de alimentación sostenible y fiable, debido a su gran capacidad de producción, por lo que se puede lograr cumplir con la demanda de alimentación a las poblaciones crecientes, por otra parte, me interesa el tema por que brinda un enfoque o dirección a la preservación de los ecosistemas y cuidado del medio ambiente, ya que este tipo de proyectos resulta ser inofensivo a nuestro planeta y favorecedor en la calidad de los nutrientes en los alimentos.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO.

DESARROLLO

10. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

I. Investigación de los conceptos, herramientas y funciones de los sistemas multinivel: La actividad permite identificar desde una investigación aquellos conceptos, herramientas y funciones fundamentales con los que los sistemas de iluminación multinivel son basados para el cultivo de alto rendimiento de plantas de consumo humano, es decir, conociendo los procesos y factores (tiempo, cantidad, resultados, pruebas) que se utilizan para el desarrollo y crecimiento de la planta dentro de un sistema interno de iluminación.

II. Investigaciones de las industrias globales que utilicen sistemas de iluminación multinivel, mediante el benchmarking: En esta actividad el benchmarking permitirá evaluar y analizar aquellos procesos, métodos, productos, servicios y funciones que otras empresas alrededor del mundo cuenten con tecnologías.

Como los sistemas de iluminación multinivel, permitiendo tener una investigación con la recopilación de información válida para luego, comparar estos aspectos y resultados con nuestra empresa tomando como referencia la experiencia y la determinación de indicadores claves para el proceso de plantas de consumo humano para después aplicar y transferir estas prácticas en las actividades realizadas en el sistema multinivel de nuestra empresa.

III. Identificación de las características de los sistemas multinivel (costos, producción) mediante benchmarking: Identificar la gestión requerida para el mejor proceso de cultivo de plantas de consumo humano que se debe aplicar dentro del sistema de iluminación multinivel.

IV. Síntesis de la información investigada: Redactar la información seleccionada y verificada para la investigación en general del proyecto el estado del arte y benchmarking, aplicado al cultivo de plantas en sistemas multinivel para producción de plantas de consumo humano.

V. Formulaciones de propuesta de acuerdo con los hallazgos: crear propuestas de mejoramiento y aplicación de proceso de cultivo mediante la utilización del benchmarking.

VI. Presentación de la propuesta: Exposición y explicación de los resultados obtenidos de las propuestas elaboradas y seleccionadas por la mejor descripción del requerimiento.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Investigación de conceptos.					
Investigación de la Industrias nacional e internacional.					
Identificación de características en los sistemas multinivel.					
Sintetizarían de la información.					
Formulación de la propuesta.					
Presentación de la propuesta.					

CAPITULO 5

RESULTADOS.

11. RESULTADOS

La finalidad de este proyecto de residencias profesionales fue llevar a cabo una investigación tecnológica, la cual le brinda información necesaria a los investigadores dentro del Laboratorio de Iluminación Artificial, acerca de las características de rack para el cultivo en sistemas multinivel, métodos aplicados al cultivo, instrumentos y tecnología aplicada en los sistemas multinivel para el cultivo de plantas comestibles a nivel global, utilizando como base el análisis de la fundamentación escrita dentro del estado del arte, vinculando a su vez con una herramienta de estrategia empresarial, el benchmarking que por lo general se toma en consideración para comparar aquellas prácticas, métodos, herramientas o funciones y servicios que puedan presentar otras empresas que utilicen sistemas multinivel para el cultivo de plantas de consumo humano, en comparación con aquellos métodos y herramientas que se utilizan en LIA.

Por lo que permite definir, mediante la toma de decisiones , cuales son las características que debe cumplir o requerir el sistemas de iluminación multinivel, tomando en consideración los indicadores fundamentales y con mayor nivel de potencial, para generar una eficiencia considerable dentro del cultivo de iluminación artificial; es decir, estos indicadores pueden ser una base importante para establecer que semilla se utilizará, que sistemas de iluminación será el más adecuado para ese tipo de semilla, que método será más recomendado, fácil y económico para su cultivo, que tipo de racks será el más conveniente utilizar.

La investigación sobre el proyecto arroja un costo de producción, debido a los materiales utilizados para el cultivo, desinfección y cuidado de la planta, por lo tanto, se debe generar una gestión de acuerdo con los costos de la materia prima, mano de obra o costos indirectos a la producción, además contar con una estrategia económica que permita tener accesibilidad al seguimiento de los procesos y los instrumentos que se aplican para la elaboración de cultivo en sistemas multinivel.

Por consiguientes los resultados del monitoreo permiten estimar las condiciones de eficiencia de las empresas extranjeras que buscan implementar las mejores tecnologías y avances científicos en la genética de las plantas, para brindar mayor aporte de valor nutricional al cultivo, así también concientizar a la sociedad sobre la importancia del uso de los sistemas multinivel para cultivo.

Tabla 10.- Tabla de resultados. Fuente propia.

TABLA DE RESULTADOS		
Situación inicial	Objetivos alcanzados	Actividades realizadas
1.-Información insuficiente de la situación global sobre la actividad del cultivo vertical.	1.-Recopilación de información relevante acerca de las empresas líderes en el cultivo hidropónico (cantidades y capacidades de producción.)	1.-Elaboración de diagrama de características del rack (smartRack Moisés Hinojosa) y sistema de control automatizado (Ing. Lomelí)
2.-Falta de implementación de un sistema multinivel.	2.-Investigación sobre las tecnologías de automatización aplicada y existente.	2.-Investigación, selección y elaboración de diagrama de características de rack, producidos por distintas

		compañías a nivel global para la comparación de SmartRack.
3.- 0 producción de cultivo en el sistema multinivel.	3.- Información recopilada de las características del rack de cultivo.	3.- Elaboración de las tablas de costo/beneficio. 4.-Tabla de adquisición de componentes. 5.-Tabla descriptiva de los sistemas multinivel globales en el que se cultivan hortalizas

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES

12. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

Después de realizar el proceso de análisis de los resultados y que a su vez se ha cumplido de manera ordenada con todos los aspectos que se vinculan a este proyecto se, continúa a la redacción de la conclusión.

En relación con el objetivo general escrito en este proyecto, se empleó una amplia investigación, la cual recopila información sobre los aspectos de viabilidad y eficiencia en la productividad de plantas cultivadas en sistemas multinivel, la cual servirá como aporte para las futuras investigaciones.

Por tanto, la información redactada en el proyecto podrá servir como apoyo para quien busque realizar comparativas, dentro del análisis competitivo y productivo de los sistemas de cultivo multinivel. Para concluir con el tema, cabe mencionar que las alternativas que ofrecen las nuevas formas de cultivo de hortalizas permiten al ser humano ser capaz de producir sus propios alimentos, utilizando medios que resulten en un futuro cercano ser amigables con los recursos naturales, evitando la contaminación y amplificando los horizontes aun mundo mejor y lleno de sustentabilidad.

13.1 Propuesta

Con base a la información investigada y a la experiencia de convivencia y relación con el Laboratorio de Iluminación Artificial y sus investigadores, se implementa una propuesta para el mejoramiento de identificación de características y servicios brindados por las empresas orientadas a la producción de plantas y fabricación de rack multinivel.

Esta propuesta nace a través de la problemática resultante dentro del Laboratorio de Iluminación Artificial, por la poca integración de información adquirida para el monitoreo de las tecnologías, métodos y técnicas de cultivo hidropónico.

La propuesta se basa en la realización de una tabla descriptiva en la que se plasma información obtenida a través de la utilización de la herramienta estratégica de comparación el Benchmarking.

Esta propuesta traduce los elementos esenciales para mantener una competitividad empresarial entre organizaciones contribuyentes a la producción productos y servicios referidos en la agricultura vertical.

La propuesta se integra por los siguientes aspectos.

- I. Rentabilidad.
- II. Innovación.
- III. Sustentabilidad.

El realizar una comparación altos rasgos permite al laboratorio, concientizar sobre aquellos aspectos que estén resultados favorables dentro de la industria y aplicarlos dentro de sus procedimientos.

CAPÍTULO 7

COMPETENCIAS

DESARROLLADAS

13. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

1.-Aplicé los fundamentos de la investigación para la recopilación de la información requerida para la empresa y sus proyectos.

2.-Gestioné los datos recopilados de manera eficiente, plasmándolas en gráficos con la distribución de la información de forma comprensible.

3.-Aplicé métodos de investigación interpretación de datos.

4.-Aplicé herramientas estratégicas Benchmarking, para la obtención de comparativas. 5.- Gestioné los costos de inversión para la implementación de un sistema multinivel, plasmado en una tabla de costo / beneficio.

6.- Diseñé un ejemplo de diagrama de Ishikawa, para la producción de microgreens.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

14. Fuentes de información.

1.-Solís Ramírez, M. C. (2015). Manual para la producción y comercialización de jitomate saladette en condiciones de invernadero.

Oficina de Comunicación y Mercadeo, T. D. C. (2017). Granjas verticales, la nueva forma de cultivar.

Trabajos citados

2.-AeroForms. (s.f.). AeroForms. Obtenido de <https://www.aerofarms.com/contact/> aeroweb. (10 de Abril de 2021). aeroweb.com. Obtenido de Marketing digital.

3.-<https://www.aeuroweb.com/benchmarking/> Agricultorers. (27 de Julio de 2017). agricultorers.com granjas verticales el futuro de la agricultura está en las ciudades.

4.-Obtenido de agricultorers.com: agriculturers.com/granjas-verticales-el-futuro-de-la-agricultura-esta-en-las-ciudades/ Aralab. (5 de mayo de 2013). aralab. Obtenido de aralab: <https://aralab-esp.es/camaras-cultivo-biotecnologia/> Arias., A. S. (10 de Diciembre de 2016).

5.-Economipedia.com ventajas competitivas. Obtenido de Economipedia.com.

6.-ARTECHNO. (2021). ARTECHNO,GROWSYSTEMS. Obtenido de <https://artechno.nl/en/contact>

7.-Biagro. (1 de Enero de 2003). Biagro. Obtenido de Biagro:

8.-<https://www.redalyc.org/pdf/857/85715107.pdf> CCMTY. (16 de Marzo de 2018). ccmtly.com. Obtenido de ccmtly.com: <https://ccmtly.com/cadena-de-valor/>Credit, F. (17 de febrero de 2001).

8.-Puerto Rico Farm credit. Obtenido de Puerto Rico Farm credit: <https://prfarmcredit.com/sistemas-de-cultivos-hidroponicos/> Cristal., A. d. (4 de Agosto de

2006). Scielo . Obtenido de El benchmarking como herramienta de evolución, según Spendolini.:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352006000400015 environment, H. (2 de Agosto de 2006). HydroEnvironment.h-e.mx. Obtenido de HydroEnvironment.h-e.mx:

9.-https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=44 ENVIROMENT, H. (2 de Agosto de 2021). HYDRO ENVIROMENT.h.e.mx. Obtenido de HYDRO ENVIROMENT.h.e.mx:

10.-[https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=443\(aeroponia\)](https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=443(aeroponia)) F., R. (23 de septiembre de 2020). sinlupa. Obtenido de sinlupa: inlupa.com/granja-vertical/ Farming, B. (1 de Febrero de 2021). Bowery Farming. Obtenido de <https://boweryfarming.com/vertical-farming/>

11.-González, E. (11 de septiembre de 2018). eastwind Lechugas «verticales y automatizadas» a gran escala, lo último en agricultura sostenible, desde Japón y EE. UU.. Obtenido de eastwind: <https://eastwind.es/lechugas-verticales-automatizadas-gran-escala-lo-ultimo-agricultura-sostenible-desde-japon-y-eeuu/>

12.-GROOTS. (2020). Groots.com. Obtenido de groots.com: <https://www.groots.eco/mision-groots>

Hidroponia, C. (17 de Junio de 2016). Hydrponia Promueve. Obtenido de Hydrponia Promueve: <http://hidroponia.mx/conoce-los-beneficios-de-utilizar-lixiviado-de-lombriz/>

Hotten, R. (4 de septiembre de 2019). BBC News. Obtenido de Agricultura vertical, el boom del millonario negocio de las frutas y verduras que crecen en las ciudades: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49530857>

13.-Humanos, L. R. (11 de Abril de 2012). www.losrecursoshumanos.com. Obtenido de www.losrecursoshumanos.com: <https://www.losrecursoshumanos.com/objetivos-y->

[fundamentos-del-benchmarking/](#) Iglesias, N. (13 de septiembre de 2006). inta.gob invernaderos. En N. Iglesias, Invernadero (págs. 4-89). Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Obtenido de inta.gob: inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_produccion-de-hortalizas-bajo-cubierta_2006.pdf

14.-INTAGRI. (2017). La hidroponia cultivo sin suelo, Serie Horticultura Protegida. Núm. 29. Artículos Técnicos de INTAGRI. INTAGRI, 5.

15.-Kamata, F. (23 de septiembre de 2019). BBC News. Obtenido de "como japon está revolucionando la agricultura sin tierra ni trabajadores.": <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49784511> La tecnología-Edu.xuta. (s.f.). Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464945204/contido/1_la_tecnologa.html Lago, A. M. (24 de Mayo de 2011). raulexperimentos. Obtenido de raulexperimentos Historia de las tecnologías: <http://raulexperimentos.blogspot.com/2011/05/historia-de-la-tecnologia-egipto.html>

16.-Leblanc, R. (16 de Diciembre de 2020). small busness. Obtenido de smal busness: <https://www.thebalancesmb.com/what-you-should-know-about-vertical-farming-4144786> Mariño, A. A. (7 de Marzo de 2021). Agrotendencia.tv. Obtenido de Agrotendencia.tv: <https://agrotendencia.tv/agropedia/granja-vertical-fabrica-de-plantas/> Masaguer, A. (Agosto de 2007). ¿Qué sustrato elegir? Horticultura revista de industria distribucion y socioeconomía., 40,42 y 42. Obtenido de Horticultura revista de industria distribucion y socioeconomía. Masaguer, A. (2007).

17.-¿Que sustrato elegir? Industria , Distribucion y socioeconomia, 3-3. Montel, G. (2021). montel.com. Obtenido de montel.com: <https://montel.com/vertical-farming/en/products/greenrak-mobile-vertical-grow-rack-natural>, a. (30 de Octubre de 2011). al natural . Obtenido de al natural diseño, fabricación y construcción de invernaderos: <https://www.alnatural.com.mx/construccion-de-invernaderos-en-México> Ortega-Martínez, L.

19.-D., Sánchez-Olarte, J., Díaz-Ruiz, R., & Ocampo-Mendoza. (03 de Septiembre-Diciembre de 2010). Ra Ximhai. Obtenido de Ra Ximhai: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005>. Paula Nicole Roldán, T. (21 de Agosto de 2017). conomipedia. Obtenido de conomipedia: economipedia.com

20.-Peiró, R. (05 de julio de 2017). conomipedia haciendo fácil la economía. Obtenido de [economipedia](http://economipedia.com), [cadena de valor.com](http://cadena-de-valor.com):

<https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-valor.html> Pently. (28 de Febrero de 2021).

21.-EcoInvestos, green Technology . Obtenido de <https://ecoinventos.com/granja-vertical-plenty/>

promueve, H. (13 de Diciembre de 2014). hydro environment. Obtenido de <http://hidroponia.mx/sabes-que-se-puede-cultivar-por-hidroponia/>

22.-Raulesperimentos. (24 de Myo de 2011). Obtenido de [raulexperimentos: http://raulexperimentos.blogspot.com/2011/05/historia-de-la-tecnologia-egipto.html](http://raulexperimentos.blogspot.com/2011/05/historia-de-la-tecnologia-egipto.html)

Rivera., J. I. (7 de Agosto de 2009). biblioteca.usac.edu. Obtenido de biblioteca.usac.edu: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2146_IN.pdf Rodriguez, D. (24 de Mayo de 2011).

raulexperimentos. Obtenido de raulexperimentos Hitoria de la tecnologia: <http://raulexperimentos.blogspot.com/2011/05/historia-de-la-tecnologia-la-sociedad.html>

23.-Rodríguez., C. H. (1 de Enero de 2017). La importancia del benchmarking como herramienta para incrementar la calidad en el servicio de las organizaciones. Obtenido de La importancia del benchmarking como herramienta para incrementar la calidad en el servicio de las

organizaciones.:https://pabellonitpamy.sharepoint.com/personal/benito_rc_pabellon_tecnm_mx/_layouts/15/onedrive.aspx?originalPath=aHR0cHM6Ly9wYWJlbGxvbmI0cGEtbXkuc2hhcmVwb2ludC5jb20vOmY6L2cvcGVyc29uYWwvYmVuaXRvX3JjX3BhYmVsbG9uX3RIY25tX2

24.-4L0VwMEpIVXpOQWtKRG1Ibl9CdUxGbHRjRoldán, P. N. (21 de Agosto de 2017). economiedia.com. Obtenido de economiedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/tecnologia.html> Sembralia. (22 de Enero de 2021). Sembralia.com. Obtenido de Sembralia.com: <https://sembralia.com/tipos-de-sustrato/SGM>. (26 de Mayo de 2016).

25.-Marketing a la medida de tus necesidades. Obtenido de Que es el benchmarkin y sus beneficios, marketing a la medida de tus necesidades.: <https://www.marketingsgm.es/que-es-el-benchmarking-y-sus-beneficios/Spread>. (2021).

26.-Spread.com. Obtenido de Spread.com: <https://technofarm.com/en/keihanna/Taca>, J. (25 de Mayo de 2020). Broten. Obtenido de granja vertical su historia hasta la actualidad: <https://broten.org/granja-vertical-y-su-historia-hasta-la-actualidad/05/2020/> <http://definiendolatecnologia.blogspot.com/2015/08/clasificacion-de-la-tecnologia.html> urbancrop. (2021).

27.-urbancropsolutions.com. Obtenido de urbancropsolutions.com: <https://urbancropsolutions.com/the-modulex-features-and-pricelist/> UTEC. (10 de Diciembre de 2020). UTEC, Universidad De Ingenierías y Tecnologías. Obtenido de Blog UTEC: <https://www.utec.edu.pe/blog-de-carreras/utec/cual-es-la-importancia-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-la-humanidad>

CAPÍTULO 9

ANEXOS

CARTA DE ACEPTACIÓN.

 **EDUCACIÓN**
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

 **TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA)

Pabellón de Arteaga, Aguascalientes,
31/agosto/2021
LIA 13/2021
Asunto: Carta de Aceptación

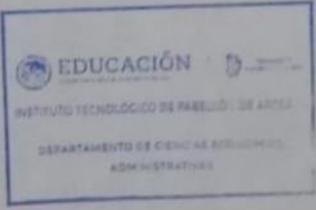
JOSÉ ERNESTO OLVERA GONZÁLEZ
DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
PRESENTE

Por este conducto, me permito informarle que **C. DIANA GUADALUPE ALBA DE LA CRUZ** con número de control **A171050618** alumno de la carrera de: **ING. GESTIÓN EMPRESARIAL MIXTA**, fue aceptado (a) para realizar sus Residencias Profesionales en el **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA DENTRO DEL LABORATORIO DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL** donde cubrirá un total de 500 horas, a partir del día **12 DE JULIO DE 2021**.

Sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente


NIVIA IRACEMI ESCALANTE GARCÍA
CO-RESPONSABLE DE LIA



Características individuales de los sistemas multinivel.
 Empresa productora de hortalizas.

<i>Empresa</i>	<i>CPPS</i>	<i>Iluminación</i>	<i>Método de cultivo</i>	<i>Variiedad</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Tecnología</i>
<i>Origen</i>	<i>Rack</i>					
Spread Japón	Granja Vertical Modulo multinivel acero inoxidable (L20m) (A7 m)	LED, ondas de luz personalizadas.	Hidropónico	Lechuga	30.000 lechugas por día en 11.550km ²	Techno farm Keihanna Robótica lot I+D
ARTECHNO Holanda	Granja vertical celda climática AVE+comp acta de acero inoxidable	LED Recetas de luz	Hidropónico	Microgreens Hierbas lechugas bayas	10 capas de crecimiento 340m ² - 960m ²	Software management Crop cloud Happiness monitor
Mandar Farms Abu Dabhi	Granja vertical contenedor (12.9L) (2.4 An) (2.9Al)	LED recetas RGB	Hidropónico NFT	Tomates	Hileras 24m ² 1 tonelada por día	Ag Tech
Evagro Reino Unido	Armario inteligente 2mX61cmX 51cm	LED active spectrum rojo, azul blanco	Hidropónico	Lechuga Tomillo albaca amaranto	Pequeñ aescala	Software management wifi
Farmasehelf Estados Unidos	Armario inteligente 40"x20"x74"	Barra de luces LED blanca	Hidropónico	Cebollín Lechuga	Pequeñ aescala	wifi
Urban Crop Solution Bélgica	Granja vertical Contendor mecanizado con efecto carrusel	LED	Sustrato	Lechuga romana Rábano de tallo rojo Microgreens	Banco s86m ²	Carrusel automatizado

