



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

## PROYECTO DE TITULACIÓN

“PLAN DE VENTA DE MICROGREENS EN PABELLÓN DE ARTEGA”

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN LOGÍSTICA**

**PRESENTA:**

EDGAR ALANIZ CRUZ

**ASESOR:**

MMYL. BENITO RODRÍGUEZ CABRERA



Mayo



**2022** Ricardo  
Flores  
Año de  
Magón

PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga

TecNM Campus Pabellón de Arteaga

El Comité de Tesis del(a) estudiante Edgar Alaniz Cruz, recomienda que su trabajo titulado “PLAN DE VENTA DE MICROGREENS EN PABELLÓN DE ARTEAGA”, sea aceptado para su defensa como requisito parcial para obtener el grado de Ingeniero en Logística.

El Comité de Tesis

---

MMYL. Benito Rodríguez Cabrera  
Director de Tesis

---

Dra. Nivia Iracemi Escalante García  
Revisor

---

M. en C. Israel Alvares Ramírez  
Revisor

Vo. Bo.

---

Dr. José Ernesto Olvera González  
Residencias profesionales

Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, mayo 2022

# ÍNDICE GENERAL

---

<b>Agradecimientos</b>	<b>XI</b>
<b>Resumen</b>	<b>XIII</b>
<b>1. Generalidades del proyecto.</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción . . . . .	1
1.2. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente. . . . .	2
1.2.1. Principales actividades de la empresa u organización: . . . . .	3
1.2.2. Infraestructura LIA . . . . .	4
1.2.3. Descripción del puesto o área del residente: Trabajando dentro del Laboratorio Iluminacion Artificial . . . . .	4
1.2.4. Misión . . . . .	5
1.2.5. Visión . . . . .	5
1.3. Problemas a resolver priorizandolos . . . . .	5
1.4. Justificación . . . . .	6
1.5. Objetivos general . . . . .	7

---

1.6. Objetivos Específicos . . . . .	7
<b>2. Marco teórico</b>	<b>8</b>
2.1. Beneficios de los microgreens . . . . .	8
2.2. La importancia de las microhortalizas . . . . .	9
2.3. Tipos de microhortalizas . . . . .	9
2.3.1. Brócoli . . . . .	9
2.3.2. Lechuga . . . . .	10
2.3.3. Rábano . . . . .	11
2.3.4. Amaranto . . . . .	12
2.3.5. Acelga . . . . .	12
2.3.6. Cilantro . . . . .	13
2.4. Concepto de desarrollo sostenible . . . . .	14
2.5. Microhortalizas y desarrollo sostenible . . . . .	14
2.6. Dimensiones de la sustentabilidad . . . . .	15
2.7. Sistemas de plantas de producción cerrados . . . . .	17
2.8. Sistema de radiación artificial . . . . .	17
2.9. Bacterias de producción de microgreens . . . . .	18
2.10. Normas para microgreens . . . . .	19
2.11. Empaques y almacenamiento de microgreens . . . . .	19
<b>3. Desarrollo</b>	<b>21</b>

---

3.1. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas. . . . .	21
3.2. Estudio de mercado . . . . .	21
3.3. Rutas . . . . .	22
3.4. Sistema de distribución . . . . .	22
3.5. Metodología . . . . .	23
3.6. Cultivo de Microgreens dentro de la cámara de crecimiento del Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA). . . . .	23
3.7. Instalación del Sistema de Iluminación Artificial Multiespectral tipo LED. . . . .	24
3.8. Semillas y siembra . . . . .	26
3.9. Sanitización y plantación de semilla para Microgreens. . . . .	26
3.10. Germinación de la semilla . . . . .	28
3.11. Aplicación de luz de las lámparas tipo LED. . . . .	28
3.12. Esterilización de materiales a utilizar . . . . .	31
3.13. Corte de plantas para las pruebas. . . . .	33
3.14. Pruebas de empaque. . . . .	36
3.15. Experimentación adicional . . . . .	36
3.15.1. Aplicación de luz UV tipo A los microgreens . . . . .	36
<b>4. Resultados</b>	<b>38</b>
4.1. Resultados de Crecimiento microgreens . . . . .	38
4.1.1. Crecimiento 3 días después de germinar . . . . .	39

---

4.1.2. Primera Semana despues de la Germinación . . . . .	39
4.1.3. Semana 3 despues de la Germinación . . . . .	40
4.2. Resultados de aplicación de luz UV tipo A a los microgreens . . . . .	41
4.2.1. Resultados . . . . .	41
4.2.2. Registro fotográfico del recuento microbiológico. . . . .	42
<b>5. Conclusiones</b>	<b>43</b>
5.1. Conclusiones del proyecto . . . . .	43
<b>6. Competencias desarrolladas</b>	<b>44</b>
6.1. Competencias desarrolladas y/o aplicadas . . . . .	44
<b>A. Anexos</b>	<b>46</b>
A.1. Anexos . . . . .	46

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

1.1. Vista satelital del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes (22° 4' N y 102° 16' 10' O) ( Fuente Google Earth.) . . .	2
1.2. Diseño de LIA. . . . .	3
1.3. Laboratorio de Iluminacion Artificial . . . . .	5
2.1. Germinados de brócoli. . . . .	10
2.2. Germinados de lechuga. . . . .	11
2.3. Germinados de rábano. . . . .	11
2.4. Germinados de amaranto. . . . .	12
2.5. Germinados de acelga. . . . .	13
2.6. Germinados de cilantro. . . . .	13
2.7. Microgreens . . . . .	20
2.8. Envase de polietileno . . . . .	20
3.1. Rutas de distribución (a) Ruta 1 (b)Ruta 2 (c)Ruta 3 . . . . .	23
3.2. Preparación de solución para la desinfección . . . . .	24
3.3. Sanitización del área de cultivo. . . . .	24

---

3.4. Herramienta para tratamientos de radiación artificial, (a) Lámpara LED, (b) Sensor quantum y (c) Controlador automatizado en FPGA	25
3.5. Encendido de lámparas y medición de cantidad de luz LED. . . . .	26
3.6. Procedimiento para la colocación de sustratos para siembra de microgreens. . . . .	27
3.7. Organización de la semilla en charola. . . . .	28
3.8. Tapado de semillas con geomembrana . . . . .	28
3.9. Germinación de la semilla . . . . .	29
3.10. Acomodo de charolas a las lámparas multiespectrales tipo LED. . . . .	29
3.11. Crecimiento y riego de las plantas. . . . .	30
3.12. Crecimiento de las plantas a los 8 días. . . . .	30
3.13. Esterilización de material a utilizar para la siembra de bacterias . . . . .	31
3.14. Enfriamiento con agua a temperatura ambiente . . . . .	32
3.15. Material a utilizar para la siembra de bacterias. . . . .	32
3.16. Corte de plantas para la pruebas de siembra de bacterias. . . . .	33
3.17. Pruebas en caja petri. . . . .	33
3.18. Material a usar para la aplicación de agua estéril a cada una de las pruebas de la siembra de bacterias). a. Agua destilada y la mecha. B. Puntas azules para micro pipeta. C. . . . .	34
3.19. Aplicación de 500 micro litros de agua estéril a los tubos de ensayo. . . . .	34
3.20. Siembra de las bacterias. . . . .	35
3.21. Pruebas de las bacterias. . . . .	35



---

3.22. Muestras de empaque para la vida del producto con luz ultravioleta y sin luz ultravioleta. . . . .	36
3.23. Aplicación de Luz UV tipo A. . . . .	37
4.1. Muestra a temperatura ambiente . . . . .	38
4.2. Muestras en refrigeración a 4 grados. . . . .	39
4.3. Crecimiento de los microgreens a los 3 días de haber germinado. . . .	39
4.4. Crecimiento de los microgreens a la primera semana de haber germinado.	40
4.5. Crecimiento de los microgreens a la semana 3 de haber germinado. . .	41
4.6. Recuento microbiológico. . . . .	42
4.7. Recuento microbiológico. . . . .	42
4.8. Registro microbiológico. . . . .	42
A.1. Carta de autorización . . . . .	47

# ÍNDICE DE TABLAS

---

# AGRADECIMIENTOS

---

Al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

Al Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA) que está ubicado dentro del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, por su apoyo y colaboración de facilitarnos y hacer uso de unas de las cámaras refrigeríficas para el cultivo y crecimiento de los Microgreens.

A Recursos Materiales dentro del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga por facilitarnos material a utilizar para el equipamiento de la cámara de crecimiento.

Al M.en C. Israel Alvarez Ramírez, por su apoyo en el asesoramiento de la instalación de circuitos electrónicos, y manipulación de los materiales a utilizar sensor quantum, fuentes reguladas e instalación de lámparas LED.

Al MMYL. Benito Rodríguez Cabrera, por su asesoramiento y apoyo de retroalimentación de la instalación y manipulación del software texstudio y revisiones del documento elaborado.

A la Dra. Nivia Iracemi Escalante García por su apoyo y en retroalimentación y asesoría del documento elaborado en todo el periodo de residencias.

A el Profesor en Educación Media en especialidad de español Juan Alaniz Ríos por su apoyo económico en el todo el periodo de residencias.

A la licenciada en Tecnologías de la información Jessica Alejandra Alaniz Cruz por la facilitación de equipo de cómputo para poder realizar dicha documentación de

residencias y hacer uso del software texstudio.

# RESUMEN

---

Edgar Alaniz Cruz.

Candidato para obtener el grado de Ingeniero en Logística.

.  
.

Título del estudio: “PLAN DE VENTA DE MICROGREENS EN PABELLÓN DE ARTEAGA”.

Número de páginas: 48.

**OBJETIVOS Y MÉTODO DE ESTUDIO:** Estudiar la aceptación de microgreens en el mercado establecido por medio del desarrollo de un plan estratégico de producción y de marketing, para la elaboración de un proceso de distribución logístico.

**CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES:** El resultado de crecimiento de los microgreens nos damos cuenta sobre el desarrollo que no fue uniformemente para todas las plantas, tomando en cuenta que puede ser por el tipo de semilla o la receta de luz se aplicó a los microgreens, los resultados obtenidos fueron satisfactorios en cuanto a el crecimiento y la evaluación de las bacterias, pero faltaría realizar otro tipo de estrategia para el crecimiento de los mismos y comparar con los que ya contamos, sobre el crecimiento de bacterias, obtuvimos buenos resultado sobre la aplicación de luz UV a las plantas, con eso concluimos que la luz UV es un factor importante

para poder combatir el crecimiento de bacterias y tener microgreens de calidad y poder para una satisfacción de nuestros clientes, una de las investigaciones faltantes es que no sabemos el tipo de bacteria con las cuales nos estamos enfrentando, sería bueno repetir el experimento y analizar bacterias con la ayuda de un laboratorio de bacteriología para poder hacer aplicaciones de recetas con luz, UV desde desarrollo de la planta hasta su corte para poder cosechar microgreens sanos y de buena calidad.

Firma del asesor: \_\_\_\_\_  
MMYL. Benito Rodríguez Cabrera

## CAPÍTULO 1

# GENERALIDADES DEL PROYECTO.

---

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Los microgreens son un tema importante de la alimentación en México por su parte no ha sido la excepción en entrar a esta era y con ello la salud se ha convertido en un tema particularmente preocupante, así como necesario de abordar, entre otras cuestiones también por la falta de interés de la industria de alimentos por cuidar los ingredientes y/o procesos con los que se elaboran. En respuesta a dicha situación, los productos orgánicos están cobrando cada vez más fuerza en el mercado, y en específico un producto que se está desarrollando con gran velocidad, llamado “micro cultivo” (mejor conocidos en inglés como microgreen). En México existen algunas empresas dedicadas al cultivo orgánico y comercialización de microgreens. A pesar de que Puebla cuenta con varias opciones de tiendas especializadas que ofrecen productos orgánicos, los microgreens son nuevos en el mercado, por lo que la presente investigación propondrá un plan de venta de microgreens como herramienta para la toma de decisión de comercializarlos Pabellón de Arteaga

## 1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL RESIDENTE.

El lugar donde se realizaron las residencias profesionales fue en el Instituto Tecnológico de 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.



Figura 1.1: Vista satelital del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes ( $22^{\circ} 4' N$  y  $102^{\circ} 16' 10' O$ ) ( Fuente Google Earth.)

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.) (como se muestra en la Figura 1.1)



### 1.2.1 PRINCIPALES ACTIVIDADES DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN:

Las herramientas tecnológicas encontradas en LIA permiten que el laboratorio tenga impacto a nivel internacional. Se cuentan con cuatro proyectos de investigación y desarrollo tecnológico enfocados a la línea de investigación de Biosistemas Mecatrónicos y Ambientes Artificiales.



Figura 1.2: Diseño de LIA.

En la Figura 1.2 se observa LIA donde se desarrollan sistemas de producción e implementación multinivel en espacios cerrados con luz artificial LED, que permiten potenciar el contenido nutricional de cultivos como microgreens, lechuga, lenteja, espinaca, albahaca, alfalfa, entre otras; a través de recetas de luz (diferentes combinaciones de color). 2) Desarrollo de Sistemas de desinfección de alimentos con radiación ultravioleta LED tipo A, B y C aplicados a productos agroindustriales y en fresco. 3) Implementar estrategias tecnológicas con luz artificial tipo LED para preservar, extender y/o acelerar el tiempo de vida en almacén de frutas y verduras, además de analizar el efecto sobre la biosíntesis de compuestos (licopeno, capsaicina, entre otros.) durante su estancia en anaquel. 4) Investigación, integración y aplicación de la agricultura de precisión con el uso de tecnología aérea no tripulada (VANTs) para el monitoreo y detección de plagas en diferentes cultivos con el objetivo de evitar pérdidas en la producción.

### 1.2.2 INFRAESTRUCTURA LIA

LIA cuenta con la siguiente infraestructura y es importante mencionar que LIA es el único Laboratorio en el país que se ha estado especializando en el uso de la luz artificial para el desarrollo de proyectos e investigaciones de gran impacto en el sector agroindustrial. En LIA se cuenta con 3 cámaras de crecimiento (descripción Temperatura 12 grados C a 30 grados C. Iluminación de área de trabajo. Humedad: Ambiente +5 a 90 por ciento). Programación día/noche de temperatura. Racks y accesorios para producción de cultivos comerciales, sistema de caracterización de la luz (reflexión, absorción y transmisión) que incluye dos espectrofotómetros Ocean, esfera de medición de esparcimiento de luz e integradora (0.5 a 1 m) con accesorios para la manipulación de objetos en el interior. Un espectro radiómetro ILT950, fluorómetro WALZ, SPAD 502, sensores de radiación fotosintéticamente activa, sensores climatológicos (humedad, temperatura, CO2 y radiación), Controladores Lógicos Programables, Sistema de radiación artificial tipo LED RGBW (rojo, azul, verde y blanco) de 0 a 1000  $\mu\text{mol}$  de intensidad, con canal programable independiente para el color. Frecuencia de pulsado de 1 a 500 kHz. Con software y control independiente. Sistemas de radiación artificial equipados con UV-LED e Infrarrojo.

### 1.2.3 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO O ÁREA DEL RESIDENTE:

#### TRABAJANDO DENTRO DEL LABORATORIO ILUMINACION ARTIFICIAL

El alumno Edgar Alaniz Cruz estuvo trabajando dentro el Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA) en el crecimiento de microgreens con luz pulsada donde la temperatura es controlada donde se desarrollo de un empaque para los microgreens

### 1.2.4 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.

### 1.2.5 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. (como se muestra en la Figura 1.3)



Figura 1.3: Laboratorio de Iluminacion Artificial

## 1.3 PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZANDOLOS

En Aguascalientes existen algunos establecimientos dedicados al crecimiento y comercialización de microgreens. A pesar de que en Pabellón de Arteaga cuenta con varias opciones de tiendas especializadas que ofrecen productos orgánicos, los microgreens son nuevos en el mercado, por lo que la presente investigación propondrá

un plan integral de crecimiento y germinación de microgreens, creación de nuevos sistemas de empaques y almacenamiento así como la búsqueda de nuevas rutas de comercialización dentro del municipio de Pabellón de Arteaga.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

Debido a la pandemia de COVID-19 se han cambiado los hábitos de compra de alimentos de las personas, los microgreens ofrecen una alternativa sostenible para la buena alimentación de los consumidores. Junto con su alto valor nutritivo, los microgreens también se consideran alimentos funcionales, o superalimentos. Contienen compuestos bioactivos que posibilitan reducir el riesgo de enfermedades como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial e incluso disminuir el peligro de padecer obesidad. Ayudan a mejorar el funcionamiento y a fortalecer la flora intestinal, ya que su concentración de enzimas puede mejorar los procesos digestivos. Fortalecen el sistema inmunológico producto de que la clorofila es absorbida directamente a través de nuestro sistema linfático, mejorando las defensas y la capacidad regeneradora de las células. Son excelentes fuentes de vitaminas A, C, E y K, esenciales para el buen funcionamiento del organismo. La ingesta diaria de estas vitaminas en su proporción adecuada, entre otros beneficios, refuerza nuestras defensas, promueve la salud ósea la coagulación de la sangre y la producción de colágeno. También ayudan a la absorción del hierro de los alimentos, funcionan como antioxidante promoviendo la prevención y reparación del daño celular provocado por la acción de los radicales libres, además de mejorar la capacidad de nuestro cuerpo para producir células rojas de la sangre. Contienen polifenoles, que son micronutrientes que se encuentran en muchos alimentos (vegetales, frutas, té, chocolate y el vino, entre otros) y contienen propiedades antioxidantes. En este marco, los polifenoles ayudan a prevenir y reparar el daño celular causado por los radicales libres, así como a disminuir los riesgos de padecer enfermedades crónicas como el cáncer, afecciones coronarias y Alzheimer. Otra ventaja es que se pueden

cultivar durante todo el año, ya sea en interiores o exteriores, sin requerir mucho tiempo, equipo o experiencia.

## 1.5 OBJETIVOS GENERAL

Estudiar la aceptación de microgreens en el mercado establecido por medio del desarrollo de un plan estratégico de producción y de marketing, para la elaboración de un proceso de distribución logístico.

## 1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mejorar el crecimiento y desarrollo de microgreens.
- Analizar y desarrollar empaques para microgreens.
- Buscar mercados potenciales y aplicación de rutas de transporte.

## CAPÍTULO 2

# MARCO TEÓRICO

---

### 2.1 BENEFICIOS DE LOS MICROGREENS

Los microgreens son una fuente rica de componentes funcionales como antioxidantes, vitaminas y minerales que sus respectivas hojas o semillas maduras. Además de los valores nutricionales normales, tienen propiedades promotoras de la salud o prevención de enfermedades, por lo tanto son muy apreciadas y consideradas como alimentos funcionales. Los microgreens agregan texturas únicas y sabores inusuales a las comidas. Los microgreens obtienen su color de pigmentos naturales que se encuentran en las plantas. Los fitonutrientes más comunes que se encuentran en los microgreens son caroteno y otros carotenoides y vitaminas K, C y E. Estas plantas diminutas se pueden utilizar para alegrar una amplia variedad de platos principales con sus gamas de vivos, enteros o picados. Los microgreens de hierbas aromáticas cortados grueso ayudan a resaltar sus sabores y aromas únicos. Los microgreens no deben calentarse ya que se deterioran rápidamente cuando se cocinan, aunque se pueden agregar como guarnición en la parte superior a salsas o platos calientes. Se pueden usar generosamente en platos fríos como ensaladas, batidos y sándwiches. [2]

## 2.2 LA IMPORTANCIA DE LAS MICROHORTALIZAS

Las hortalizas son un conjunto de plantas generalmente cultivadas en huertos que son utilizadas para el consumo éstas se pueden ingerir de forma cruda o cocida. (Ladrn de Guevara, Quiroz Santiago, Acosta Pulido,2017). En el grupo de hortalizas se encuentran las verduras y leguminosas (Romero Rodríguez y Tafur Ruge, 2018). Estos alimentos son considerados muy nutritivos y saludables, gracias a su alto contenido de vitaminas, fibra, minerales y agua; además de contener sustancias bioactivas que reducen el riesgo a enfermedades crónicas. (Böesser, 2019) Las hortalizas se recomiendan consumir crudas o parcialmente cocidas ya que la cocción reduce su valor vitamínico (Romero et al.,2018). Con respecto a los microgreens son pequeños vegetales de hortalizas que se componen de un tallo, dos cotiledones y para algunos casos un par de hojas verdaderas. Estas pequeñas plantas comestibles se recolectan entre los 7 y 14 días después de la siembra y su altura varía entre 3 y 9 cm, desde la base del tallo hasta las hojas (Romero et al.,2018). Los beneficios de consumir microhortalizas radica en que varios estudios demuestran que contienen una gran cantidad de fitonutrientes como ácido ascórbico,  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -tocoferol y filoquinona y minerales como Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeso, Zinc, Selenio, Molibdeno. Se recomienda consumirlas crudas para que no pierdan sus propiedades (Romero et al.,2018).

## 2.3 TIPOS DE MICROHORTALIZAS

### 2.3.1 BRÓCOLI

Los nutrientes que contiene la planta en cada uno de estos estados van variando. En el caso concreto del brócoli, nos interesa consumir la planta en todas sus formas, puesto que el brócoli adulto contiene micronutrientes que no están en el brote, pero

el brote es especialmente poderoso en lo que respecta a su contenido en sulforafano: ¡entre 20 y 100 veces más que la planta adulta! Es decir, 100 gramos de brotes de brócoli (ver Figura 2.1) aportan el mismo sulforafano que 1 kilo de brócoli, aproximadamente.



Figura 2.1: Germinados de brócoli.

### 2.3.2 LECHUGA

La lechuga bola (iceberg) es un alimento que aporta muy pocas calorías por su alto contenido en agua, su escasa cantidad de hidratos de carbono y menor aún de proteínas y grasas. En cuanto a su contenido en vitaminas, destaca la presencia de folatos, provitamina A o beta-caroteno, y vitaminas C y E. La vitamina E interviene en la estabilidad de las células sanguíneas y en la fertilidad. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal. El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos. (como se muestra en la Figura 2.2)





Figura 2.2: Germinados de lechuga.

### 2.3.3 RÁBANO

El microgreen de rábano se caracteriza por tener hojas verdes y tallo color blanco rosado, (ver Figura 2.3) con un sabor más concentrado al rábano adulto. Nutricionalmente al consumirlo obtenemos vitaminas A, B, C, E y K, Calcio, Hierro, Magnesio, Fósforo, Potasio, Zinc Aminoácidos, Oligoelementos, Caroteno, Clorofila y Antioxidantes. Por su distinguido sabor fuerte y picante puede utilizarse en ensaladas, sándwiches, sopas, en platillos mexicanos, entre otros.



Figura 2.3: Germinados de rábano.

### 2.3.4 AMARANTO

Los microgreens de amaranto proveen de nutrientes importantes, (ver Figura 2.4) De los cuales contienen más que brotes. Las tiernas y jugosas hojas jóvenes de amaranto rojo tienen un sutil sabor a nuez. Constituirán una adición fresca y sabrosa a los sándwiches, ensaladas, salsas y otros platos.



Figura 2.4: Germinados de amaranto.

### 2.3.5 ACELGA

La acelga es un alimento de alto valor nutritivo y bajo aporte calórico. (ver Figura 2.5) Constituye un excelente aporte de fibra soluble, que favorece el tránsito intestinal y previene el estreñimiento, escribe la Fundación Española de la Nutrición (FEN) sobre estas hojas de vivo color verde que, en ocasiones, se confunden con las espinacas. No, las acelgas son, en general, de mayor tamaño que las espinacas y su sabor es más dulce. “Son muy ricas en vitaminas y minerales. Aportan cantidades muy significativas de yodo y magnesio y algo inferiores de potasio y de calcio”



Figura 2.5: Germinados de acelga.

### 2.3.6 CILANTRO

Hojas y tallos de color verde medio. Una hierba muy popular con sabor brillante y cítrico. Una forma elegante de agregar sabor a cilantro a los platos, en comparación con el uso de las hojas picadas estándar de tamaño completo. la semilla de cilantro dividida permite un brote mejor y más uniforme con mayor rendimiento y densidad de plantas. El mejor tipo de semillas para germinar para brotes, micro verdes y cualquier jardín. (como se muestra en la Figura 2.6)



Figura 2.6: Germinados de cilantro.

## 2.4 CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE

El desarrollo sostenible, requiere tomar en consideración el uso de recursos naturales y al mismo tiempo considerando el impacto social que, incluyen puntos específicos. Ejemplo de estos puntos son la salud, la seguridad de condiciones laborales que permitan a la población un ingreso suficiente para satisfacer sus necesidades, etc; Es decir una actividad rentable y estable. Para el logro del desarrollo sostenible, se requiere de grandes esfuerzos por parte de los gobiernos, las familias y las empresas. Es por ello que, son temas de la agenda política internacional para el cumplimiento de compromisos y evaluar los progresos que se han tenido en este tema. Existe un alto grado de complejidad en la medición de los costos ambientales que genera la actividad humana, lo cual limita la visualización precisa de la degradación del medio ambiente tiene. Lo que obstaculiza la medición del efecto negativo que representa y a qué sectores de la población impactará directamente.

## 2.5 MICROHORTALIZAS Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Las microhortalizas o también conocidas como “microgreens” o “confeti vegetal” se definen como vegetales tiernos inmaduros producidos a partir de semillas de hortalizas, hierbas o granos, incluyendo especies silvestres. Representan un tipo exótico de hortalizas comestibles, que aparecen en los mercados de delicatessen, restaurantes y han ganado en los últimos años popularidad como una nueva tendencia culinaria. Ofrecen una textura suave, colores atractivos y agregan atributos sensoriales a los alimentos . Son cultivos especiales que se cosechan con las primeras hojas verdaderas justo por encima de las raíces y se consumen frescos como ensaladas verdes. El desarrollo sostenible es un modelo de desarrollo que podemos mantener y apoyar. Es la visión compartida, holística y a largo plazo que los países han acordado como el mejor camino para mejorar la vida de las personas en todo el mundo. El desarrollo sostenible promueve la prosperidad y las oportunidades económicas,

un mayor bienestar social y la protección del medio ambiente. Queremos crecer juntos, transformándonos en una sociedad más justa y equitativa. Queremos también prosperar en el presente, pero sin comprometer los recursos del futuro.

## 2.6 DIMENSIONES DE LA SUSTENTABILIDAD

Las dimensiones de la sustentabilidad pueden resumirse a grandes rasgos en las cuatro que fueron nombradas anteriormente (sociales, económicos, ambientales y políticos sobre tres de estas los seres humanos somos los protagonistas, así que es nuestra responsabilidad garantizar que sean sustentables.

La dimensión social: esta es la dimensión que podría decirse que está más apegada a los seres humanos como tal, la interacción que surge de y entre ellos, con las personas que son similares en su entorno o incluso con aquellos que son superiores “por rangos” en la sociedad. La dimensión social, fomenta la adopción de los valores, para que todos sean educados en el ámbito cultural, con esto se busca lograr el reconcilio del accionar humano con el ecosistema que los rodea, así como el mejoramiento de la relación social para las próximas generaciones. Los aspectos negativo que surjan de este conjunto se ven reflejados en la concientización o en el proceso de aprendizaje. Asimismo el desenvolvimiento de la misma depende de la cultura, porque cada una tiene su manera de tratar de forma distinta al medio ambiente. Aprovechar o utilizar lo recurso que el ambiente le brinda dependerá de los valores que se inculquen en las generaciones; según el fortalecimiento de los valores, éstos tendrán que ver en minimizar los efectos de la pobreza.

La dimensión económica demanda la toma de decisiones, pero cuidándose de que esta se vea en la distribución justa y equitativa de los recursos económicos determinados por los espacios geográficos en específico. Esto tiene un objetivo principal que es poder asegurar a la generación del presente, pero se tiene en cuenta la generación que viene también, no concentrándose en el ahora. La dimensión económica, tiene

como objetivo fomentar a que las personas o empresas quiera invertir en formas de desarrollo que no sean dañinas para el medio ambiente, y que estas tengan beneficios sociales equitativos. Por el accionar económico debe proveerse de un capital, que cumpla con la necesidad de inversión y estos la mayoría del tiempo no nos ayudan a preservar el ecosistema.

La dimensión ambiental esta es conocida bajo varios nombres, como lo son dimensión natural, o dimensión ecológica y esta tiene sus objetivos claros, que son la preservación de la biología, así como los aspectos que se encuentren ligados profundamente a esta. En la dimensión ecológica, el hombre responde con la distribución y el uso de forma equitativo de los recursos que el ambiente nos ofrece, ésta dimensión se concentra en reducir también el impacto de la acción humana contra el medio ambiente. Los recursos que son utilizados desde el ecosistema y una vez que fueran distribuidos, tienen como objetivo garantizar el desarrollo y subsistencia de la sociedad, pero esto deben responder al mismo tiempo al crecimiento demográfico.

La dimensión política es la última pero para algunos la más importante esta siempre se ve incluida en el desarrollo sustentable, porque las políticas que se tomen, en caso de ser efectivas serán las que determinen el progreso de una nación. La dimensión política tiene relaciones directas con las dimensiones económicas y sociales; con esto se busca fomentar los procesos de gobernabilidad y democratización en función de preservar el medio ambiente con un desarrollo sustentable. Los protagonistas de la dimensión política es el estado, porque este se encarga, mediante sus instituciones a elegir las acciones que garanticen el desarrollo para los ciudadanos, que dentro de sus territorios pueden ser beneficiados. La existencia de esto también está ligada a los marcos jurídicos, que tienen que ser funcionales en relación a la institución encargada del desarrollo sustentable, con esto no se olvida la reducción de brecha entre reclamos por parte de ciudadanos. La dimensión política de la sustentabilidad, va estrictamente ligada y se complementa con la económica y social, por la toma de decisiones económica

## 2.7 SISTEMAS DE PLANTAS DE PRODUCCIÓN CERRADOS

Los sistemas cerrados son aquellos que tienen un comportamiento autónomo y no tienen una interacción con otros agentes físicos situados fuera de él. No existe una relación de causalidad ni una correlación con nada que está por fuera, y por lo tanto pueden sobrevivir en base a sus propios mecanismos de funcionamiento. Suele denominarse como sistema cerrado a aquellos sistemas que tienen un comportamiento determinístico y programado y que tienen un intercambio de energía y materia muy pequeño con el ambiente: tan pequeño que de ningún modo interviene con el normal desarrollo del sistema. Una característica que le es propia a los sistemas cerrados es que, la propia definición de la ausencia de interacción con el exterior impone que todas las ecuaciones que describen el movimiento en el interior de un sistema de este tipo solo pueden depender de variables y factores contenidos en el sistema. La elección del origen del tiempo es arbitraria y por lo tanto las ecuaciones de evolución temporal son invariantes respecto a traslaciones temporales: esto implica que la energía se conserva, lo cual también se ajusta a la definición de estos sistemas. Si un sistema es cerrado, entonces, cualquier pequeño cambio de energía interna del sistema se debe al balance de la transferencia de calor y al trabajo realizado.

## 2.8 SISTEMA DE RADIACIÓN ARTIFICIAL

Los microgreens contienen cantidades más altas de fitonutrientes y minerales, y cantidades más bajas de nitratos que en la etapa de desarrollo completo. No obstante, se desconocen los efectos de algún espectro de luz sobre el contenido de carotenoides en diferentes especies vegetales, como por ejemplo, microgreens de lechuga, influenciados por iluminación artificial. Los microgreens son una nueva tendencia para el consumo de verduras, que se cosechan con hojas de cotiledón bien

expandidas y la presencia o ausencia del primer par de hojas verdaderas.

Aunque dependen de la especie, la cosecha se lleva a cabo aproximadamente a los 7-10 días de germinación y a nivel del suelo, de modo que la porción comestible incluye los hipocótilos. Diferentes estudios han demostrado que los microgreens pueden contener mayores cantidades de fitonutrientes (ácido ascórbico, caroteno, floquinona, tocoferoles), minerales y menores cifras de nitratos en comparación con otros vegetales maduros.

## 2.9 BACTERIAS DE PRODUCCIÓN DE MICROGREENS

Las bacterias son microorganismos unicelulares, generalmente con un tamaño de 1-2  $\mu\text{m}$ , que no pueden verse a simple vista (Figura 1). Las bacterias asociadas a las plantas pueden ser benéficas o dañinas. Todas las superficies vegetales tienen microbios sobre ellas (epífitos), y algunos microbios viven dentro de las plantas (endófitos). Algunos son residentes y otros transitorios. Las bacterias se encuentran entre los microorganismos que colonizan a las plantas en forma sucesiva a medida que éstas maduran. Las células bacterianas individuales no se pueden observar sin un microscopio, sin embargo, poblaciones grandes de bacterias se vuelven visibles en forma de agregados en medio líquido, como biofilms en plantas, suspensiones viscosas taponando los vasos de las plantas, o como colonias en placas de Petri en el laboratorio. Generalmente se requieren poblaciones de  $10^6$  UFC (Unidades Formadoras de Colonia/mililitro) o mayores para que las bacterias funcionen como agentes de control biológico, con fines beneficiosos, o como patógenos, causando enfermedades infecciosas. Las bacterias pueden infectar a las plantas de varias maneras. En general se considera que la infección es pasiva, es decir accidental, aunque se ha informado de unos pocos casos de quimioatrativos. Las bacterias pueden entrar a la planta a través de aberturas naturales tales como estomas, hidatodos o lenticelas y también por heridas en hojas, tallos o raíces, o ser introducidas por ciertos insectos fitófagos. Las condiciones de nutrición de las plantas



pueden favorecer la multiplicación en diferentes partes de la planta, por ej. Flores o raíces. El inóculo llevado por la lluvia que es arrastrada por el viento puede ser muy efectivo. En inoculaciones artificiales, las bacterias suelen introducirse en las plantas por heridas, aerosoles aplicados con presión para imitar las lluvias llevadas por el viento, infiltración por vacío, o por inmersión de las semillas en el inóculo. [4]

## 2.10 NORMAS PARA MICROGREENS

Las Normas Oficiales Mexicanas son: NOM-001-SAG/FITO-2013, Por la que se establecen los criterios, procedimientos y especificaciones para la elaboración de guías para la descripción varietal y reglas para determinar la calidad de las semillas para siembra. NOM-002-SAG/FITO-2015. Por la que se establecen las características y especificaciones que deben reunir las etiquetas de certificación de la calidad de las semillas para siembra. NOM003SAG/FITO2015. Por la que establecen las especificaciones a cumplir por las personas morales para poder ser aprobadas como organismos de certificación de semillas.

## 2.11 EMPAQUES Y ALMACENAMIENTO DE MICROGREENS

Los microgreens comúnmente se cosechan utilizando tijeras limpias o podadoras pequeñas. Los microvegetales frescos cosechados deben comercializarse y consumirse lo más rápidamente posible y los microvegetales de cosecha propia solo deben cosecharse inmediatamente antes del consumo. La altura de corte es importante para garantizar que las partículas de los medios de cultivo no contaminen el producto. Los microgreens se cosechan cuando se desarrolla el primer conjunto de hojas de cotiledón y hojas verdaderas, usualmente a unos 5 cm de altura (Figura 2.7) pero depende del tipo de cultivo (Mir et al.,2017).



Figura 2.7: Microgreens

El tiempo desde la germinación hasta alcanzar la etapa cosechable varía generalmente entre 1 y 3 semanas, dependiendo del cultivo (Allende et al., 2004; Xiao et al., 2014a). El tiempo aproximado requerido para que diferentes especies alcancen una etapa de cosecha y las temperaturas de almacenamiento más adecuadas las microvegetales son plántulas delicadas que deben manipularse con cuidado cuando se cosechan se almacenan en recipientes rígidos de plástico para protegerlos y prolongar la vida útil del producto envasado.

De acuerdo con Kou et al. (2014) y Xiao et al. (2014b). Los microvegetales generalmente se comercializan en envases de polietileno (Figura 2.8) y se enfrían a las temperaturas recomendadas antes de suministrarlos al mercado o a los consumidores. Dado que los microgreens se cosechan en la etapa de cotiledón, su estructura tisular, inmadura, tiene una vida útil muy corta a temperatura ambiente y se usan diversas técnicas para mejorar la vida útil del producto. Las dos técnicas importantes utilizadas para aumentar la vida útil poscosecha son la temperatura y las condiciones atmosféricas de almacenamiento. Los microgreens se pueden almacenar en el refrigerador (4°C) de unos días a dos semanas dependiendo de la especie.



Figura 2.8: Envase de polietileno

## CAPÍTULO 3

# DESARROLLO

---

### 3.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

### 3.2 ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado es la investigación utilizada en Pabellón de Arteaga para garantizar la toma de decisiones y entender mejor el panorama comercial al que se enfrentan al momento. El estudio es especialmente útil para analizar aspectos como hábitos de compra en Pabellón de Arteaga, para asegurar el buen desempeño del negocio.

El área de análisis del estudio de mercado se basa en dos aspectos, el primero corresponde al área en cuanto al abastecimiento de materia prima, mercados dirigidos dentro de Pabellón de Ateaga que se caracterizan por su volumen de abastecimiento y el precio. El segundo aspecto para la determinación del área del estudio de mercado es con respecto a la población que le interesa el tema de los microgreens al respecto se tiene que los germinados poseen cualidades dietéticas, terapéuticas muy favorables para las personas que buscan una mejor calidad de vida nutricional y alimentaria.

### 3.3 RUTAS

Para la creación de rutas de venta de microgreens en Pabellón de Arteaga según el reporte The Future of Retail 2019 de Walker Sands, la motivación de compra online en los usuarios aumenta un 39 por ciento si hay posibilidades de entrega para el mismo día dentro de Pabellón de Arteaga. Ante este tipo de hábitos habrá cada vez más popularidad, la planificación logística de las rutas de distribución se realizará en base a los clientes que se vayan uniendo a nuestra cartera de los mismos. Así, cumplir con los tiempos deseados en el transporte de los productos juega un papel determinante. La planificación de las rutas de distribución sugiere un diagnóstico previo de elementos como el inventario de los recursos actuales el estado del sistema de distribución y las rutas existentes, los tiempos de recorrido, los costos que implica la experiencia del cliente lo que sirve como base para diseñar una nueva red logística de entrega. [1]

Se realizó la búsqueda y ubicación de los restaurantes que existen dentro de Pabellón de Arteaga tomando en cuenta los 21 restaurantes que se distribuirán se crearon 3 rutas para nuestros clientes utilizando el navegador de MyMaps. Ya que cuenta con un apartado donde puedes seleccionar los restaurantes que estén ubicados en Pabellón de Arteaga y poder generar una ruta. (como se muestra en la Figura 3.1)

### 3.4 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

El sistema de distribución para la venta de microgreens consiste en la toma de decisiones que realiza la empresa sobre los canales, sistemas y tipos de distribución que se utilizará para llegar al mayor número de clientes posibles. [3]

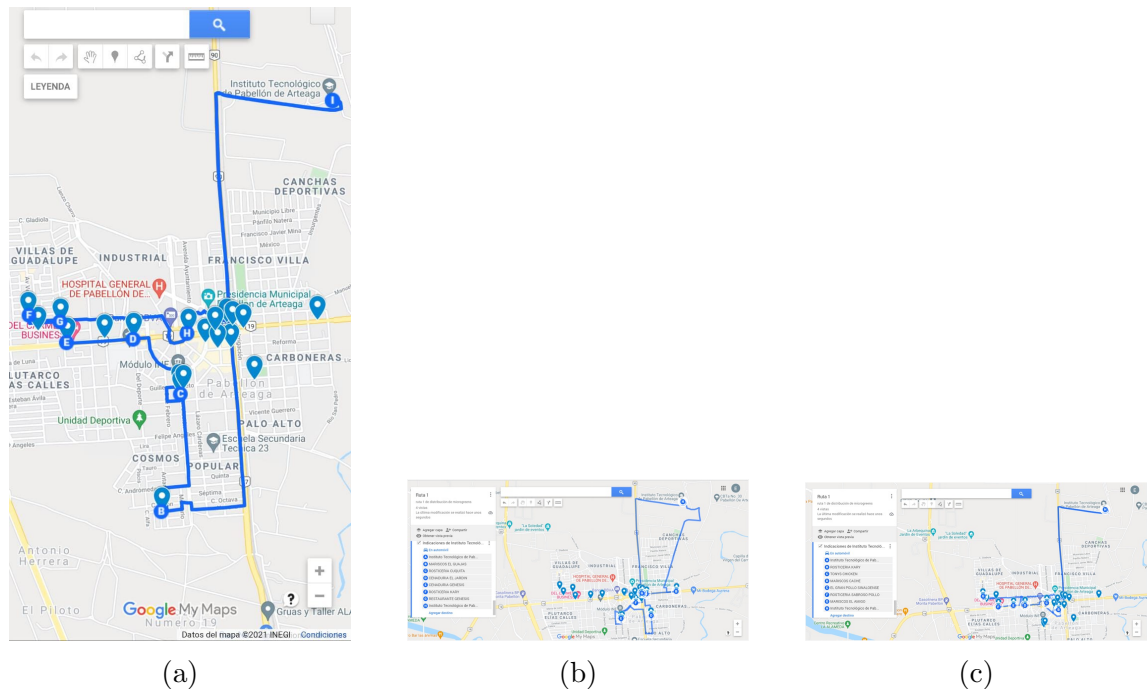


Figura 3.1: Rutas de distribución (a) Ruta 1 (b) Ruta 2 (c) Ruta 3

## 3.5 METODOLOGÍA

### 3.6 CULTIVO DE MICROGREENS DENTRO DE LA CÁMARA DE CRECIMIENTO DEL LABORATORIO DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL (LIA).

Limpieza y desinfección de la cámara de crecimiento antes de realizar cualquier tipo de cultivo de microgreens, se debe limpiar y desinfectar cada una de las áreas de trabajo, para llevar a cabo este proceso se elaboró una mezcla de alcohol (96°) y cloro. Para generar un litro de preparación se coloca el 20 por ciento de alcohol con un 80 por ciento de cloro (ver Figura 3.2)

Cada superficie una de las superficies fue rociada con un atomizador, para después ser limpiada con una franela de microfibra, cómo se muestra en la Figura 3.3



Figura 3.2: Preparación de solución para la desinfección

El procedimiento para la limpieza dentro de la cámara de crecimientos fue iniciando de la parte superior a la inferior. Para completar el proceso, el espacio debe dejarse reposar durante 48 horas para la eliminación de bacterias.



Figura 3.3: Sanitización del área de cultivo.

### 3.7 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL MULTIESPECTRAL TIPO LED.

El sistema de iluminación artificial multiespectral tipo LED fue instalado en el rack de aluminio de grado industrial (características del rack) que se encuentra dentro del cuarto de crecimiento, cuenta con tres niveles, en el primer nivel fue montado el tratamiento.

La irradiación es emitida por LEDs ultrabrillantes, las lámparas utilizadas tienen longitudes de onda en Blanco, Infrarrojo y Ultravioleta (Figura 3.4a). Un sensor quantum (Figura 3.4b) para determinar la intensidad o la cantidad de la luz (PPFD, densidad de flujo de fotones fotosintéticos) radiación fotosintéticamente activa (PAR) que recibe la planta, el número de fotones activos que caen sobre una superficie dada cada segundo. Un controlador automatizado basado en FPGA (Field Programmable Gate Array) es un dispositivo programable que contiene bloques de lógica cuya interconexión y funcionalidad puede ser configurada en el momento, como se muestra en la (Figura 3.4 c) permite programar diferentes funciones como la frecuencia de los pulsos, el ciclo de trabajo, la intensidad emitida, la longitud de onda y el tiempo de encendido y apagado, siendo otra característica del sistema de iluminación. La energía consumida indicada en la lámpara es de 25 watts.

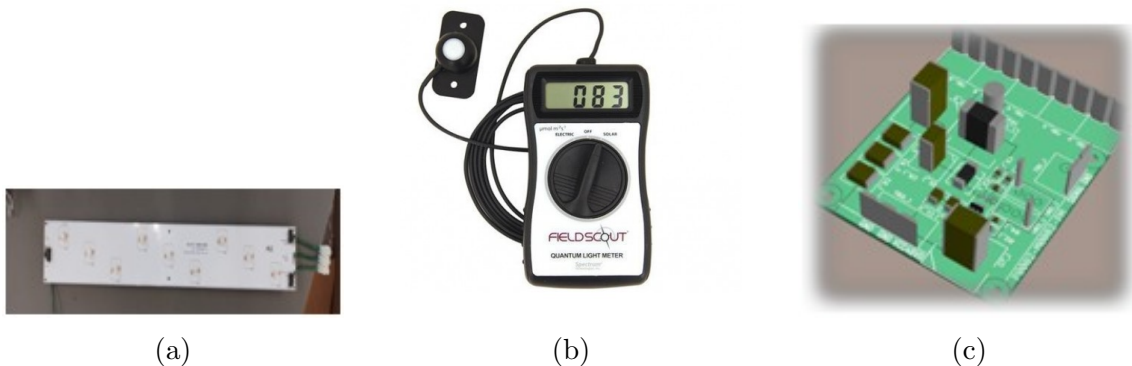


Figura 3.4: Herramienta para tratamientos de radiación artificial, (a) Lámpara LED, (b) Sensor quantum y (c) Controlador automatizado en FPGA

La intensidad emitida por las lámparas multiespectrales tipo LED fue establecida a  $175 \pm 15 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  buscando siempre la uniformidad de las lámparas con una calidad en blanca y un fotoperiodo de 16/8 h luz-oscuridad. La distancia entre la base y las lámparas es de 18 cm (Figura 3.5)



Figura 3.5: Encendido de lámparas y medición de cantidad de luz LED.

### 3.8 SEMILLAS Y SIEMBRA

Las semillas de hortalizas y hierbas aromáticas utilizadas para la producción de microgreens no deben tratarse con ningún producto químico de protección vegetal. Las semillas se siembran en filas o se esparcen.

### 3.9 SANITIZACIÓN Y PLANTACIÓN DE SEMILLA PARA MICROGREENS.

El sustrato a utilizar es natural y orgánico para suelo de marca Premier proveniente del musgo Sphagnum y es excelente para el enraizamiento de plantas, Ayuda a ahorrar agua regularizando la circulación de la humedad y el aire alrededor de las raíces de las planta la esterilización del sustrato (Figura 3.6 a) se llevó a cabo con la ayuda de una autoclave (ver Figura 3.6 b) a 15 PSI (libras por pulgada cuadrada por sus siglas en inglés) es una unidad de presión del sistema imperial. Durante un tiempo de 15 min. La autoclave es un instrumento habitual en los laboratorios de cultivo. En esencia, una autoclave es un recipiente en el que se consigue exponer el material a esterilizar a temperaturas superiores a la de ebullición del agua, gracias a aumentar la presión. El proceso de esterilización suele efectuarse con calor húmedo que es el medio más confiable y conocido para la destrucción de todas las formas de vida macrobia. Posteriormente, se trató de eliminar el exceso de



agua y humedad, después fue pesado para colocar 600 g (Figura 3.6 c y 3.6 d) en cada una de las charolas que fue previamente desinfectada.



(a) Sustrato



(b) Auto clave



(c) Pesaje del sustrato



(d) Organización de sustrato

Figura 3.6: Procedimiento para la colocación de sustratos para siembra de microgreens.

La Figura 3.7 muestra el acomodo de las semillas en las charolas. Son charolas flexibles elaboradas con plástico (PS) de 0.9 mm de grosor con Medidas 28.5 cm de ancho x 55 cm de largo x 6 cm de alto A continuación, fueron colocadas las semillas en las charolas (cantidad 6 charolas), el tipo de semilla fue lechuga, (ver Figura 3.7 a), brócoli (Figura 3.7 b) y rábano (Figura 3.7 c)

A continuación se taparon las charolas con un tramo de geomembrana durante 24 horas, lo cual ayuda la activación de la germinación de las semillas y germina más rápido por estar tapada y expuesta a la oscuridad (ver Figura 3.8)



(a) semilla de lechuga

(b) semilla brocoli

(c) semilla rabano

Figura 3.7: Organización de la semilla en charola.



Figura 3.8: Tapado de semillas con geomembrana

### 3.10 GERMINACIÓN DE LA SEMILLA

La Figura 3.9 muestra la germinación de las semillas donde es el proceso mediante el cual un embrión se desarrolla hasta convertirse en una planta. Es un desarrollo gradual que se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe al estar tapada durante 24 horas con la geomembrana. Lechuga (ver Figura 3.9 a), brócoli (Figura 3.9 b) y rábano (Figura 3.9 c)

### 3.11 APLICACIÓN DE LUZ DE LAS LÁMPARAS TIPO LED.

Una vez germinada la semilla se acomodan las charolas a las lámparas multiespectrales tipo LED establecida a  $175 \pm 15 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  buscando siempre



(a) Germinación lechuga.

(b) Germinación brócoli.

(c) Germinación rábano.

Figura 3.9: Germinación de la semilla

la uniformidad de las lámparas con una calidad en blanca y un fotoperiodo de 16/8 h luz-oscuridad. Como se muestra en la Figura 3.10



Figura 3.10: Acomodo de charolas a las lámparas multiespectrales tipo LED.

A continuación se muestra el crecimiento que tuvieron las plantas y su riego (ver Figura 3.11) se observa el crecimiento a los 3 días (Figura 3.11 a). donde a cada charola se aplicó una cantidad de 175 mililitros de agua potable (Figura 3.11 b). Utilizando un atomizador para regarlas con cuidado para evitar dañar la planta tomando en cuenta que es muy pequeña (ver Figura 3.11 c)

A continuación se muestra el crecimiento de las plantas a los 8 días de haber germinado como se muestra en la (Figura 3.12) se observa el crecimiento de brócoli en (Figura 3.12 a) el crecimiento de los rábanos (Figura 3.12 b) y el crecimiento de la lechuga (Figura 3.12 c)



(a) Crecimiento en 3 días.



(b) 175 mililitros de agua.



(c) Riego con atomizador.

Figura 3.11: Crecimiento y riego de las plantas.



(a) Crecimiento brócoli.



(b) Crecimiento rábano.



(c) Crecimiento lechuga.

Figura 3.12: Crecimiento de las plantas a los 8 días.

### 3.12 ESTERILIZACIÓN DE MATERIALES A UTILIZAR

Esterilización de Matraz de laboratorio con un cantidad de 200 mililitros de agua potable para que quede esterilizada y los tubos de ensayo de laboratorio, como se muestra en la (Figura 3.13) incluyendo 20 tubos de ensayo vidrio para esterilizarlo (Figura 3.13 a). Se le aplico la cantidad de 1 litro de agua purificada a la autoclave. (Figura 3.13 b).

Se utilizo la autoclave para la Esterilización de los materiales esperando a que llegara a un tope de 120 grados a 15 PSI (libras por pulgada cuadrada por sus siglas en inglés) es una unidad de presión del sistema imperial. Manteniendo esa presión durante 15 minutos para que mate todas las bacterias. (Figura 3.13 c.)



(a) Matraz de laboratorio



(b) Aplicación de 200 mil



(c) Autoclave

Figura 3.13: Esterilización de material a utilizar para la siembra de bacterias

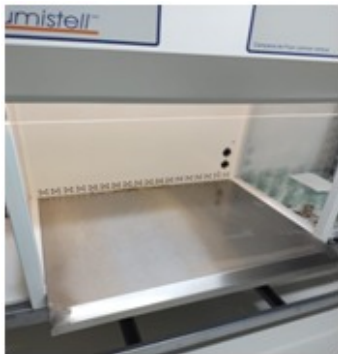
Después de haber sacado de la autoclave la Matraz de laboratorio con los 200 mililitros de agua, se regula a que este a una temperatura ambiente dejándole caer agua de la llave a temperatura ambiente (Figura 3.14)

Se utilizo una campana de flujo laminar vertical donde se realizo la maniobra para la siembra de las bacterias. Se desinfecto la campana de flujo laminar vertical con alcohol del 96. (Ver Figura 13.15 a.) Se preparo una mecha utilizando alcohol del 96 y un pedazo de garra (Figura 13.15 b) se utilizo la mecha Para tener una flama de fuego que nos ayuda que no vivan bacterias en un perímetro de 30cm a la redonda (Figura 13.15 c)





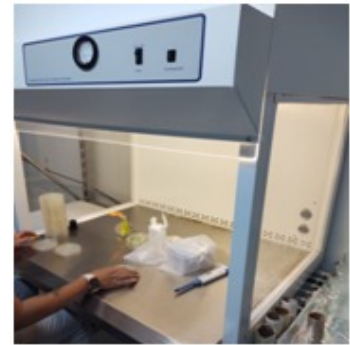
Figura 3.14: Enfriamiento con agua a temperatura ambiente



(a) Campana de flujo laminar.



(b) Mecha.



(c) Flama de la mecha.

Figura 3.15: Material a utilizar para la siembra de bacterias.

### 3.13 CORTE DE PLANTAS PARA LAS PRUEBAS.

A continuación se realizó el corte de las plantas para realizar las pruebas de las bacterias como se muestra en la Figura 13.16 el corte de la lechuga (ver Figura 13.16 a) corte de la planta brócoli (ver Figura 13.16 b.) y el corte de la planta rábano (Figura 13.16 c.)



(a) Corte de lechuga.

(b) Corte brócoli.

(c) Corte rábano.

Figura 3.16: Corte de plantas para la pruebas de siembra de bacterias.

Obteniendo tres muestras de cada charola depositándolas en una caja petri cada una como se muestra en la (Figura 13.17.)



Figura 3.17: Pruebas en caja petri.

A continuación se muestra el material a usar para la aplicación de agua destilada a cada una de las pruebas para extraer las bacterias y así poder sembrarlas

en las cajas petri con medio de LP. Para poner las muestras y hacer crecer las bacterias como se observa en la Figura 3.18.

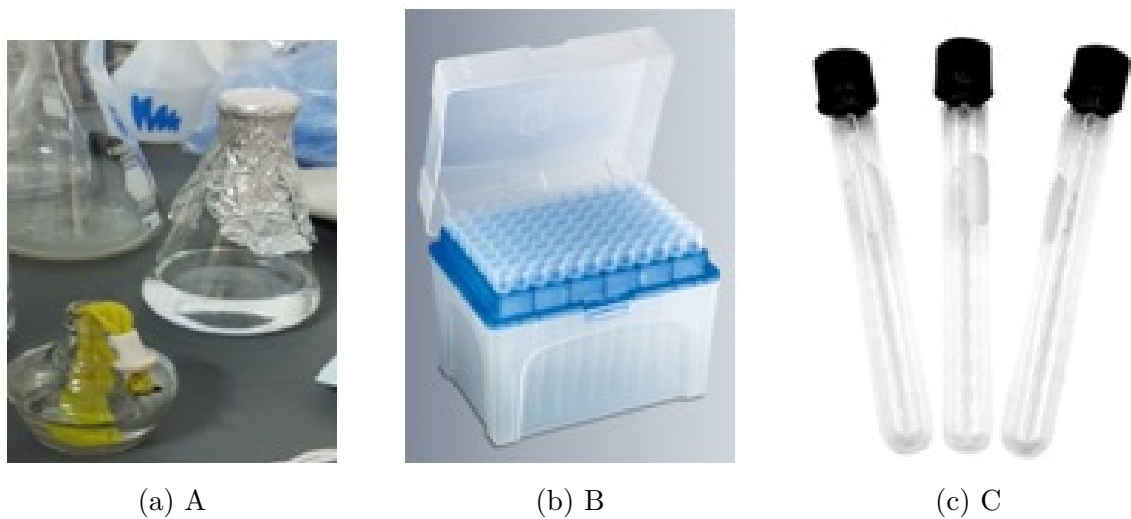


Figura 3.18: Material a usar para la aplicación de agua estéril a cada una de las pruebas de la siembra de bacterias). a. Agua destilada y la mecha. B. Puntas azules para micro pipeta. C.

A continuación se observa en la Figura 13.19 como se inserto cada una de las ramitas de pruebas en los tubos de vidrio para poder extraer las bacterias (ver Figura a.) aplicándole una cantidad de 500 micro litros de agua esterilizada con la micro pipeta (ver Figura b.)



Figura 3.19: Aplicación de 500 micro litros de agua estéril a los tubos de ensayo.

Después de haber aplicado el agua esterilizada en cada una de las pruebas como se puede ver en la Figura 3.20 después de 15 minutos se extrajo el agua con



la micro pipeta (Figura 3.20 a) para poder sembrar las bacterias en una caja petri con medio de LP. (Figura 3.20 b) Utilizando la base de uno de los tubos de vidrio para esparcirla por toda la caja petri (Figura 3.20 c)



(a) Extracción de agua.



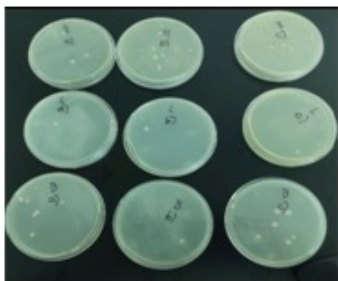
(b) Siembra de bacterias.



(c) Esparcir las bacterias.

Figura 3.20: Siembra de las bacterias.

Unas ves teniendo las tres pruebas de cada una de las charolas de brócoli, lechuga y rabano que en total fueron 9, (Figura 3.21) se expusieron al calor durante 10 minutos a una temperatura  $35 \text{ grados} \pm 5 \text{ grados}$ . (Figura 3.21 a) esto se hace para que las bacterias que se hayan sembrado crezcan con más facilidad. Después de 24 horas de calor, se metieron a refrigeración a una temperatura de 4 grados. (Figura 3.21 b.) a las 24 horas de haber estado en refrigeración nos damos cuenta del crecimiento de bacterias para poder realizar el conteo de bacterias.



(a) Bacterias en caja petri.



(b) Incubadora de laboratorio.

Figura 3.21: Pruebas de las bacterias.

### 3.14 PRUEBAS DE EMPAQUE.

A continuación se realizó la prueba de empaque para el ciclo de vida del producto tomándose 4 muestras de cada charola para 2 de las muestras de cada charola aplicarles luz ultra violeta (UV), y a 2 no aplicarles luz ultravioleta. Utilizando la campana de flujo vertical para la aplicación de la luz ultravioleta tipo C. durante 10 minutos. Muestras con luz ultra violeta (Figura 3.22 a.) Así mismo tomar una muestra con luz UV y otra sin UV dejándolas a temperatura ambiente de 25 grados (Figura 3.22 b) y las muestras restantes una con luz UV y otra sin UV se metieron a refrigeración con una temperatura de 4 grados. Como se muestra en la (Figura 3.22 c).



(a) Muestra con luz UV.



(b) Con UV a temperatura ambiente.



(c) Prueba UV a 4 grados.

Figura 3.22: Muestras de empaque para la vida del producto con luz ultravioleta y sin luz ultravioleta.

### 3.15 EXPERIMENTACIÓN ADICIONAL

#### 3.15.1 APLICACIÓN DE LUZ UV TIPO A A LOS MICROGREENS

Aplicación de luz UV tipo A antes del corte de las plantas (3.23) por un lapso de 5 minutos para La sanitización de alimentos con luz ultravioleta proporciona

muchas ventajas para la industria alimentaria. A continuación decimos cuáles son sus principales beneficios: Con el uso de la luz ultravioleta no es necesario usar productos químicos tóxicos o corrosivos, que pueden poner en riesgo la salud de tus empleados o del medio ambiente. Los rayos UV inactivan una amplia gama de microorganismos, incluidos los patógenos resistentes al cloro como *Cryptosporidium* y *Giardia*. Además, se ha demostrado su eficacia contra organismos patógenos que producen el cólera, la poliomielitis, la fiebre tifoidea, la hepatitis y otras enfermedades bacterianas, virales y parasitarias. El proceso de desinfección con luz ultravioleta no genera subproductos de desinfección cancerígenos que puedan afectar negativamente la calidad del agua. Los rayos UV se pueden usar (solos o en combinación con peróxido de hidrógeno) para descomponer contaminantes químicos tóxicos, pesticidas, solventes industriales y productos farmacéuticos a través de un proceso llamado oxidación UV.



Figura 3.23: Aplicación de Luz UV tipo A.

## CAPÍTULO 4

# RESULTADOS

---

### 4.1 RESULTADOS DE CRECIMIENTO MICROGREENS

Las muestras se dejaron por 6 días y los resultados fueron muy notorios en las muestras que se quedaron a una temperatura ambiente, tiende a tener una deshidratación más rápida que las que están en refrigeración y perdieron color verde haciéndose amarillentas como se muestra en la (Figura 4.1)



Figura 4.1: Muestra a temperatura ambiente

Las muestras que se dejaron en refrigeración se llega a una conclusión de que es más viable tener el producto en refrigeración ya que no hubo cambios extremos en descomposición del producto encontrándose fresco y en buenas condiciones, así mismo, le da más vida a el producto evitando que se deshidrate. Como se ve en la Figura 4.2 a. y 4.2 b.)



(a) Prueba en refrigeración.



(b) Prueba en refrigeración.

Figura 4.2: Muestras en refrigeración a 4 grados.

#### 4.1.1 CRECIMIENTO 3 DIAS DESPUES DE GERMINAR

En esta etapa de los microgreens a los 3 días de haber germinado nos damos cuenta el crecimiento que tienen uniformemente la lechuga, el Brocoli y el Rábano como se muestra en la siguiente Figura 4.3.



(a) Lechuga.



(b) Brocoli.



(c) Rabano.

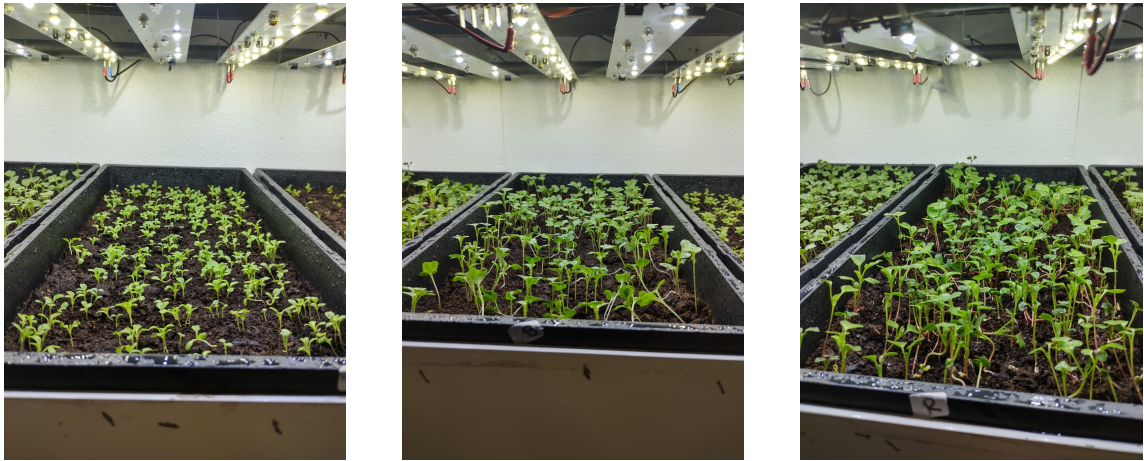
Figura 4.3: Crecimiento de los microgreens a los 3 dias de haber germinado.

#### 4.1.2 PRIMERA SEMANA DESPUES DE LA GERMINACIÓN

En esta etapa, de una semana de haber germinado, se muestran los primeros resultados de crecimiento de la lechuga, brocoli y rabano, obteniendo las primeras



hojas que conocen como cotiledones como se muestra en la siguiente Figura 4.4.



(a) Lechuga semana 1.

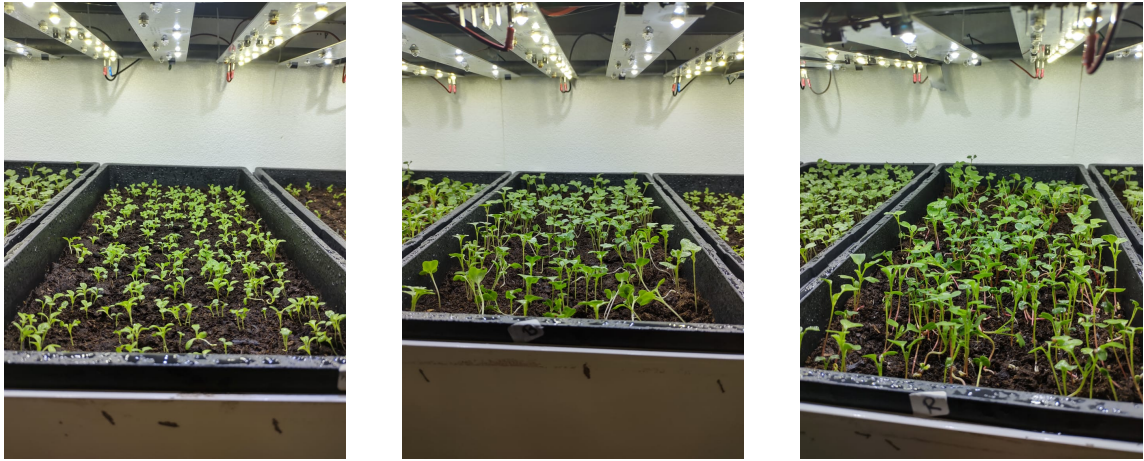
(b) Brocoli semana 1.

(c) Rabano semana 1.

Figura 4.4: Crecimiento de los microgreens a la primera semana de haber germinado.

### 4.1.3 SEMANA 3 DESPUES DE LA GERMINACIÓN

Dentro de los resultados obtenidos en cuanto el crecimiento de las plantas nos damos cuenta que la semilla de lechuga y brócoli se desarrollaron correctamente en el tiempo de 13 días de producción, alcanzando una medida de altura de 5 cm pero las de lechuga crecieron más lento en el momento tomando en cuenta que a la hora corte la medida de la lechuga alcanzó solo de 3 cm de altura hasta el día de cosecha. (Figura 4.5)



(a) Lechuga semana 3.

(b) Brocoli semana 3.

(c) Rabano semana 3.

Figura 4.5: Crecimiento de los microgreens a la semana 3 de haber germinado.

## 4.2 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE LUZ UV TIPO A A LOS MICROGREENS

### 4.2.1 RESULTADOS

Dentro de los resultados obtenidos sobre la aplicación de luz UV tipo A, a los microgreens se realizó con la finalidad de encontrar menos bacterias y nos damos cuenta que disminuyó la población de bacterias considerablemente a comparación del resultado de la (Figura 4.7) este resultado (Figura 4.6) es porque la luz UV ayudo a la sanitización de las plantas.

Dentro de los resultados obtenidos sobre la aplicación de luz UV tipo A, a los microgreens y en cuanto a los que no se realizó la aplicación de luz UV nos damos cuenta que encontramos menos bacterias en general considerablemente a comparación del resultado de la (Figura 4.6) este resultado (Figura 4.7) es porque no se le aplicó luz UV.

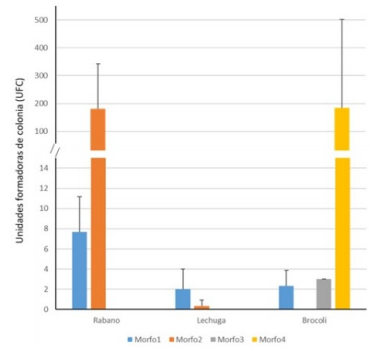


Figura 4.6: Recuento microbiológico.

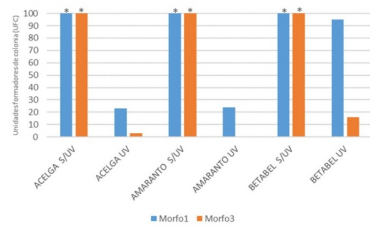


Figura 4.7: Recuento microbiológico.

#### 4.2.2 REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL RECuento MICROBIOLÓGICO.

En la Figura 4.8 podemos observar el Registro fotográfico del recuento microbiológico. Se muestran las diferentes morfologías coloniales observadas en cultivos de microgreens de rábano (A-B), lechuga (C-D) y brócoli (E-H) sin tratamiento UV. Escala 5mm.

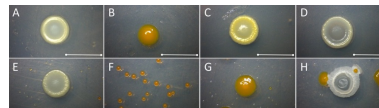


Figura 4.8: Registro microbiológico.



## CAPÍTULO 5

# CONCLUSIONES

---

### 5.1 CONCLUSIONES DEL PROYECTO

En conclusión en el resultado de crecimiento de los microgreens nos damos cuenta sobre el desarrollo que no fue uniformemente para todas las plantas, tomando en cuenta que puede ser por el tipo de semilla o la receta de luz que aplico a los microgreens, los resultados obtenidos fueron satisfactorios en cuanto a el crecimiento y la evaluación de las bacterias pero faltaría hacer otro tipo de estrategia para el crecimiento de los mismos y comparar con los que ya tenemos obtenido, sobre el crecimiento de bacterias, obtuvimos buenos resultado sobre la aplicación de luz UV a las plantas, con eso concluimos que la luz UV es un factor importante para poder combatir el crecimiento de bacterias y tener microgreens de calidad y poder para una satisfacción de nuestros clientes, una de las investigaciones faltantes es que no sabemos el tipo de bacteria con las cuales nos estamos enfrentando, sería bueno repetir el experimento y analizar bacterias con la ayuda de un laboratorio de bacteriología para poder hacer aplicaciones de recetas con luz, UV desde desarrollo de la planta hasta su corte para poder cosechar microgreens sanos y de buena calidad.

## CAPÍTULO 6

# COMPETENCIAS DESARROLLADAS

---

### 6.1 COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

- 1. Apliqué habilidades directivas y de ingeniería en el diseño, gestión, fortalecimiento e innovación de las organizaciones para la toma de decisiones en forma efectiva, con una orientación sistémica y sustentable
- 2. Diseñé e Innové estructuras administrativas y procesos, con base en las necesidades de las organizaciones para competir eficientemente en mercados globales
- 3. Gestiona eficientemente los recursos de la organización con visión compartida, con el fin de suministrar bienes y servicios de calidad.
- 4. Aplica métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas en los procesos organizacionales, para la mejora continua atendiendo estándares de calidad mundial.
- 5. Diseña, y emprende nuevos negocios y proyectos empresariales sustentables en mercados competitivos, para promover el desarrollo.
- 6. Diseña e implementa estrategias de mercadotecnia basadas en información recopilada de fuentes primarias y secundarias, para incrementar la

competitividad de las organizaciones... etc.

## APÉNDICE A

# ANEXOS

---

### A.1 ANEXOS



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO.**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

Pabellón de Arteaga, Ags., 30/agosto/2021  
No. de Oficio: ITPA/CEA/655/2021  
Asunto: Autorización de residencias profesionales

**DORA MARIA GUEVARA ALVARADO**  
**JEFA DEL DEPTO DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**PRESENTE:**

Por medio del presente se le notifica que la C. EDGAR ALANIZ CRUZ con número de control 161050058 de la carrera de Ingeniería en Logística, se le ha autorizado el proyecto de residencias profesional denominado "Plan de Venta de Microgreen en Pabellón de Arteaga " para el periodo agosto-diciembre de 2021

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica.  
"Tierra Siempre Fértil"*



**CYNTHIA ALEJANDRA RODRÍGUEZ ESPARZA**  
**JEFA DE DEPTO DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS**

C.p. Archivo



Carretera a la Estación de Rincón Km 1, C.P. 20670  
Pabellón de Arteaga, Aguascalientes  
Tel. (465) 958-2482 y 958-2730, Ext. 108  
e-mail: cead\_parteaga@tecnm.mx  
tecnm.mx | pabellon.tecnm.mx

México 2021  
Año de la Independencia Bicentenario

Figura A.1: Carta de autorización

# BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] ARANDA, A., J. JIMÉNEZ DE VEGA *et al.*, «Optimización de rutas de transporte», , 2013.
- [2] DI GIOIA, F. y P. SANTAMARIA, «The nutritional properties of microgreens Las propiedades nutricionales de las micro-hortalizas», *1. Micro-ortaggi, agro-biodiversità e sicurezza alimentare*, pág. 41, 2015.
- [3] HENRÍQUEZ-FUENTES, G. R., D. A. CARDONA, J. A. RADA-LLANOS y N. R. ROBLES, «Medición de Tiempos en un Sistema de Distribución bajo un Estudio de Métodos y Tiempos», *Información tecnológica*, **29**(6), págs. 277–286, 2018.
- [4] RAMÍREZ-ROJAS, S., F. D. J. OSUNA-CANIZALEZ, F. GARCÍA-PÉREZ, J. CANUL-KU, A. PALACIOS-TALAVERA, J. HERNÁNDEZ-ROMANO, K. ORNELAS-OCAMPO y P. LANDA-SALGADO, «Identificación molecular de bacterias asociadas a plantas ornamentales producidas in vitro», *Revista mexicana de fitopatología*, **34**(2), págs. 173–183, 2016.

# RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

---

Edgar Alaniz Cruz

Candidato para obtener el grado de  
Ingeniero en Logística

Tesis:

“PLAN DE VENTA DE MICROGREENS EN PABELLÓN DE ARTEAGA”

Edgar Alaniz Cruz. 22 de Mayo de 1996. Pabelloón de Arteaga, mis padres Juan Alaniz Ríos y Martha Cruz Nava. Con historia institucional obteniendo un título en la primaria Lázaro Cardenas que esta ubicada en Emiliano Zapata, Pabellón de Arteaga, continuando sus estudios en la telesecundaria 21 de Emiliano Zapata, Pabellón de Arteaga; continuando sus estudios en el CECYTEA San Francisco de los Romo, Aguascalientes.