



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



INSTITUTO TECNOLÓGICO
de Pabellón de Arteaga

TEC

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA.

TECNM CAMPUS PABELLÓN DE ARTEAGA

Proyecto de titulación

ELABORACIÓN DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
Y VERIFICACIÓN DE MERCADO PARA
MICROGREENS EN PABELLÓN.

Para obtener el título de

LICENCIADO EN INGENIERÍA EN LOGÍSTICA

Presenta

RICARDO VELAZQUEZ RIVERA

Asesor

BENITO RODRÍGUEZ CABRERA



Mayo



Ricardo
2022 Flores
Año de
Magón

PROCESADOR EN LA REVOLUCIÓN MEXICANA

El Comité de Tesis del(a) estudiante RICARDO VELAZQUEZ RIVERA, recomienda que su trabajo titulado “ELABORACIÓN DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y VERIFICACIÓN DE MERCADO PARA MICROGREENS EN PABELLÓN.”, sea aceptado para su defensa como requisito parcial para obtener el grado de Licenciado en Ingeniería en Logística.

El Comité de Tesis

Benito Rodríguez Cabrera

Director de Tesis

Nivia Iracemi Escalante García

Revisor

Israel Alvarez Ramírez

Revisor

Vo. Bo.

Dr. José Ernesto Olvera González

Residencias profesionales

Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, mayo 2022.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	XI
Resumen	XIII
1. Generalidades del proyecto.	1
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 ORGANIZACIÓN	3
1.3. Misión	5
1.4. Visión	5
1.5. Generalidades del proyecto e historia	5
1.6. Problemas a resolver priorizandolos	5
1.7. Justificación	6
1.8. Objetivos	7
1.8.1. General	7

2. Marco teórico	8
2.1. Marco Teórico (fundamentos teóricos)	8
2.1.1. ¿Qué son los microgreens y cómo se usan?	8
2.1.2. Beneficios de los microgreens	9
2.1.3. Producción y utilización de microgreens	9
2.1.4. Medios de cultivo y sitios de producción	9
2.1.5. Condiciones de crecimiento	10
2.1.6. Semillas y siembra	10
2.1.7. Riego	10
2.1.8. Suplementos de nutrientes	11
2.1.9. Cosecha y almacenamiento	11
2.2. Producción de microhortalizas, microvegetales o microgreens con luz artificial (luz led)	12
2.2.1. Concepto de Desarrollo Sostenible	12
2.2.2. Microhortalizas y Desarrollo Sostenible	13
2.2.3. Dimensiones de la sostenibilidad	14
2.2.4. Sistema de Plantas de Producción Cerrados	14
2.2.5. Sistemas de Radiación Artificial	15
2.2.6. Relación entre la luz y el crecimiento de las plantas	17
2.2.7. Bacterias en el cultivo de Microgreens	18
2.2.8. Normas	18

2.2.9. Empaques y almacenamiento de Microgreens	19
2.2.10. Innovación de empaque y embalaje	20
2.2.11. Estudio de mercado	21
2.2.12. Rutas	22
2.2.13. Sistemas de distribución	23
3. Desarrollo	24
3.1. Cultivo de Microgreens dentro de la cámara de crecimiento del Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA).	24
3.1.1. Limpieza y desinfección de la cámara de crecimiento	24
3.1.2. Instalación del Sistema de Iluminación Artificial Multiespectral tipo LED.	26
3.1.3. Sanitización y plantación de semilla para microgreens.	27
3.1.4. Activación de la semilla.	28
3.1.5. Germinación de la semilla	28
3.1.6. Fotoperiodo	29
3.1.7. Corte de microgreens.	30
3.1.8. Almacenaje de microgreen.	31
3.2. Recolección de bacterias en microgreens.	32
3.2.1. Esterilización de materiales	32
3.2.2. Descontaminación del ambiente en campana con flujo de aire laminar.	34

3.2.3. Preparación de la muestra a los tubos.	34
3.2.4. Agitación de los tubos con la muestra.	35
3.2.5. Obtener el agua del tubo para verter en caja Petri con medio de LD.	36
3.2.6. Incubación de bacterias.	36
3.3. Metodología conteo de bacterias	37
3.3.1. Recuentos microbiológicos.	37
3.4. Experimentación adicional	37
3.4.1. Aplicación de luz uv tipo a a los microgreens	37
4. Resultados	39
4.1. Resultados de microgreens	39
4.1.1. Crecimiento en la primera semana	39
4.1.2. Resultados del conteo de bacterias.	40
4.2. Resultados de aplicación de luz uv tipo a a los microgreens	41
5. Conclusiones	43
5.1. Conclusiones del proyecto	43
6. Competencias desarrolladas	44
6.1. Competencias desarrolladas y/o aplicadas	44
A. Anexos	45

A.1. Anexos 45

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. Logo LIA	4
2.1. Desarrollo sustentable	13
2.2. Ventajas de las microhortalizas	14
2.3. Sistema cerrado	15
2.4. Bacterias en Microgreens	18
2.5. Microgreens	19
2.6. Envase de polietileno	20
2.7. Packaging sostenible	21
2.8. Grab-and-go packaging	21
2.9. Packaging para comercio electrónico	21
3.1. Preparación de solución para la desinfección.	25
3.2. Sanitización del área de cultivo.	25

3.3. Elementos esenciales para establecer los tratamientos de radiación artificial. a. Lámparas multiespectral tipo LED. b. Módulo de control o FPGA. c. Medidor de luz	26
3.4. Encendido de lámparas y medición de cantidad de luz LED.	27
3.5. Procedimiento para la colocación de sustratos para siembra de microgreens. a. Sustrato utilizado. c. Pesaje del sustrato. d. Organización de sustrato en charolas de germinación.	27
3.6. Organización de la semilla en charola.	28
3.7. Activación de la semilla.	28
3.8. Germinación de la semilla	29
3.9. Proceso de riego y medición de agua.	29
3.10. Medición de agua.	30
3.11. Materiales para corte y empaque de microgreens.	30
3.12. Corte y llenado de domo.	31
3.13. Herramienta de almacenamiento	31
3.14. Microgreens a temperatura ambiente	32
3.15. Materiales esenciales para el proceso de esterilización. a) Tubos para muestra y agua destilada. b) autoclave. c) agua de garrafón. d) temperatura de esterilización.	33
3.16. Proceso de muestreo. a) metodología diagonal b) corte de la muestra c) caja Petri esteril d) muestras recolectadas.	33

3.17. Material y proceso para la descontaminación de la campana con aire de flujo laminar a) campana con aire de flujo laminar b) alcohol 96° c) franela de microfibra.	34
3.18. Incorporación de la muestra a los tubos a) mechero b) micropipeta 100-1000µl c)500 microlitros de agua destilada d) introducción de la muestra con pinzas esterilizadas.	35
3.19. Agitación de los tubos con la muestra dentro	35
3.20. Proceso de plantación de bacterias. a) puntas azules para micropipeta. b) cajas Petri con medio LD. C) caja Petri con la bacteria plantada.	36
3.21. Incubación de las bacterias. a) incubadora de laboratorio BD-23 b) temperatura dentro de la incubadora al inicio del proceso	37
3.22. Aplicación de luz UV tipo A	38
4.1. Comparación de semillas por etapas.	40
4.2. Recuento microbiológico. Se muestran las UFC de cada morfología observada en los diferentes microgreens empleados.	41
4.3. Recuento microbiológico con aplicación de tratamiento UV. Se muestran las UFC de cada morfología observada en los diferentes microgreens empleados.	41
4.4. Registro fotográfico del recuento microbiológico. Se muestran las diferentes morfologías coloniales observadas en cultivos de microgreens	42

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi universidad, gracias por haberme permitido formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad. Gracias a mis padres, que fueron mis mayores promotores durante este proceso, gracias a Dios, que fue mi principal apoyo y motivador para cada día continuar sin tirar la toalla.

A la Dra. Nivía Iracemi Escalante García. Sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan.

Al MMYL. Benito Rodríguez Cabrera y amigo que con paciencia, constancia me dirigió en este proyecto, impartiendo sus conocimientos y enseñanzas para lograr este objetivo.

Al M. en C. Israel Alvarez Ramírez, por haber estado al pendiente de los que se necesitaba y compartirme de sus conocimientos y experiencias para poder entrar a (LIA)

Al personal del Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA) por permitirme estar este proceso de residencias para así conocer nuevas cosas y poner en práctica las

mismas.

Agradezco a la Dra. Pamela Romo por estar al pendiente de nuestras prácticas de laboratorio e impartirme de sus grandes conocimientos.

Agradezco al director Dr. José Ernesto Olvera González por estar al pendiente de mi proceso de residencias.

A mi esposa Karla del Rocio por estar siempre apoyándome en todo lo que ocupaba y en cualquier momento del día siempre me estaba echando porras.

RESUMEN

Ricardo Velazquez Rivera.

Candidato para obtener el grado de Licenciado en Ingeniería en Logística.

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

TecNM Campus Pabellón de Arteaga.

Título del estudio: ELABORACIÓN DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y VERIFICACIÓN
DE MERCADO PARA MICROGREENS EN PABELLÓN..

Número de páginas: 47.

OBJETIVOS Y MÉTODO DE ESTUDIO: Evaluar 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: Sobre el conteo de bacterias hubo un claro resultado sobre la aplicación de luz UV a las plantas, entonces en este momento concluimos que la luz es un factor importante para poder tener microgreens de calidad y una satisfacción así nuestros clientes

Firma del asesor: _____

Benito Rodríguez Cabrera

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DEL PROYECTO.

1.1 INTRODUCCIÓN

La germinación como técnica de alimentación ha estado presente desde los orígenes del hombre, se consume desde épocas muy remotas por sus cualidades nutritivas y terapéuticas. La germinación es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta.

La producción de microhortalizas, microvegetales o microgreens, como así también la de brotes o germinados de hortalizas, representan alternativas novedosas ya sea a nivel familiar como comercial, que se pueden producir con insumos sencillos, que no requieren instalaciones especiales y que pueden obtenerse en distintos sitios, ya sea con luz natural o iluminación artificial (en el caso de los microgreens) y en oscuridad (en el caso de los brotes).

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 Tecnológico Nacional de México campus Pabellón de Arteaga (ver Figura 1.1) 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.

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.).



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.



Figura 1.2: Diseño de LIA.

1.2.1 PRINCIPALES ACTIVIDADES DE LA 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.

- 1) Diseño, construcción e implementación de sistemas de producción multinivel en espacios cerrados con luz artificial LED que permiten potenciar el contenido nutrimental 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. 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 12C a 30C. Iluminación de área de trabajo. Humedad: Ambiente +5% a 90%). 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, flurómetro 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 μmol 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.



Figura 1.3: Logo LIA

1.3 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.

1.4 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.

1.5 GENERALIDADES DEL PROYECTO E HISTORIA

Los microgreens son plántas comestibles de muchas plantas y verduras, utilizados para proporcionar una gama de colores, texturas y sabores a una amplia variedad de platos. Representan una nueva tendencia culinaria; son particularmente populares entre los chefs gourmet de todo el mundo. Sin embargo, la mayoría de las personas que cocinan su propia comida encuentran que los microgreens son demasiado caros para comprarlos. Sin embargo, el cultivo de microgreens en jardines residenciales puede ser una alternativa asequible.

1.6 PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZANDOLOS

En Aguascalientes existen algunos establecimientos dedicados al crecimiento y comercialización de microgreens. A pesar de que en Pabellon 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.

EL residente Ricardo Velazquez Rivera estuvo trabajando e investigando el crecimiento y germinación de los microgreens por medio de luz artificial pulsada y dentro de un ambiente controlado en las instalaciones del laboratorio de iluminación artificial (LIA) con el fin de investigar y elaborar un empaque factible para la venta y distribución de los microgreens.

1.7 JUSTIFICACIÓN

Debido a la pandemia de COVID-19 se han cambiado los hábitos de compra de alimentos de las personas, los microgreens han ofrecido 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 al contener 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.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 GENERAL

Evaluar la aceptación de microgreens en el mercado establecido y desarrollar un plan estratégico de producción y de márketing, para la elaboración de un proceso de distribución logístico.

1.8.1 ESPECÍFICOS

- Mejorar el crecimiento y desarrollo de microgreens.
- Desarrollar e innovar nuevos empaques para microgreens.
- Buscar nuevos mercados y creación de rutas logísticas.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO (FUNDAMENTOS TEÓRICOS)

2.1.1 ¿QUÉ SON LOS MICROGREENS Y CÓMO SE USAN?

Los Microgreens son flores jóvenes y tiernas, que tienen dos hojas de cotiledón completamente desarrolladas, se consumen frescos como ensaladas. Estos son generalmente una categoría especial de hortalizas por su tamaño y edad entre la amplia variedad disponibles en el mercado. Son más grandes que los brotes, pero son más pequeños que las versiones baby de hortalizas. Los microgreens se pueden comer crudos en la etapa de cotiledones (las hojas que salen de la semilla), excepto la raíz, se permite que se formen de una a dos hojas verdaderas y proporcionen más peso a la planta. Los microgreens tienen una altura de 2.5 a 10 cm dependiendo de la especie y pueden proporcionar una amplia gama de sabores, colores y texturas intensos. [2]

2.1.2 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, y por lo tanto son muy apreciadas y consideradas como alimentos funcionales. Los microgreens agregan texturas únicas y sabores inusuales a las comidas. Los fitonutrientes más comunes que se encuentran en los microgreens son vitaminas K, C y E. Estas plantas diminutas se pueden utilizar para alegrar una amplia variedad de platos principales con sus gamas de colores vivos, enteros o picados. 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. [7]

2.1.3 PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE MICROGREENS

Una opción para el crecimiento vegetal es una fuente de luz artificial que ha sido diseñada para cultivar plantas cuando hay muy poca luz natural o bien cuando se quiere alargar la duración del día. El tiempo requerido para que la germinación alcance la etapa de cosecha varía mucho de un cultivo a otro. Algunas veces los productores cultivan varios cultivos como monocultivos y luego los mezclan después de la cosecha.

2.1.4 MEDIOS DE CULTIVO Y SITIOS DE PRODUCCIÓN

Dado que los microgreens son frágiles y sensibles al daño físico, deben estar protegidos de las precipitaciones y otras tensiones ambientales. Se pueden cultivar en

invernaderos, túneles altos, estructuras de sombra o en interiores. Los microgreens tienen un ciclo de crecimiento corto y se producen principalmente de forma hidropónica o sustrato.

2.1.5 CONDICIONES DE CRECIMIENTO

Los microgreens tienen diferentes requisitos de crecimiento. Los cultivos de estación fría germinarán bien a temperaturas de alrededor de 21-23°C, pero también pueden crecer a temperaturas controladas dentro de una cámara de crecimiento.

2.1.6 SEMILLAS Y SIEMBRA

Las semillas 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 en la superficie de área de cultivo.

2.1.7 RIEGO

En la etapa de la germinación, las plántulas se deben regar con una regadera, atomizador o microaspersores. El riego inferior es mejor porque mantiene los tallos y las hojas secos y reduce el riesgo de enfermedad o bacterias. Sin embargo, los medios de cultivo deben mantenerse húmedos, pero no saturados. El exceso de agua puede provocar un crecimiento atrofiado o deformado y existe el riesgo de que se desarrollen plagas y enfermedades.

2.1.8 SUPLEMENTOS DE NUTRIENTES

Debido a que los microgreens se cosechan en una etapa inmadura y se consumen como tales, los fertilizantes generalmente no son necesarios porque las semillas tienen suficiente nutrición para el joven cultivo.

2.1.9 COSECHA Y ALMACENAMIENTO

Los microgreens comúnmente se cosechan utilizando tijeras limpias para el corte. Los microgreens frescos cosechados deben comercializarse y consumirse lo más rápidamente posible. 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, pero depende del tipo de cultivo, el tiempo desde la germinación hasta alcanzar la etapa cosechable varía generalmente entre 1 y 3 semanas, dependiendo del cultivo. Después de la cosecha, deben lavarse a fondo con agua limpia para eliminar cualquier mezcla residual de sustrato y restos de plantas.

Los microvegetales generalmente se comercializan en envases de polietileno 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.

2.2 PRODUCCIÓN DE MICROHORTALIZAS, MICROVEGETALES O MICROGREENS CON LUZ ARTIFICIAL (LUZ LED)

Los microgreens representan alternativas novedosas ya sea a nivel familiar como comercial, ya sea con luz natural o iluminación artificial (en el caso de los microgreens) y en oscuridad (en el caso de los brotes). Los brotes y los microgreens son alimentos que contienen grandes cantidades de enzimas, clorofila, aminoácidos, minerales, vitaminas y oligoelementos (Martín, 2017), por lo que son considerados verdaderos alimentos funcionales o "súper alimentos", ya que además de la contribución de nutrientes, pueden aportar componentes bioactivos, capaces de mejorar determinadas funciones del organismo y/o reducir el riesgo de enfermedades (Di Gioia, et al., 2015). Este tipo de alimento contribuye a corregir las carencias de la alimentación moderna (Martín, 2019). Su consumo se ha incrementado debido al interés por explorar sabores diferentes, formas de comer novedosas, y productos alimenticios frescos y saludables (Romero Rodríguez, Tafur Ruge, 2018). [2]

2.2.1 CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Un desarrollo sostenible es el que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

También implica una importante relación entre diferentes áreas de una comunidad. Ya que es ahí donde se relacionan aspectos culturales, económicos, sociales y ambientales, todo en un marco democrático y participativo.

Se basa en el crecimiento de toda la población, son ideas que evolucionan constantemente. Al poner en práctica esas ideas que los mismos habitantes dan,

estos se sentirán más seguros en su entorno. [1]



Figura 2.1: Desarrollo sustentable

2.2.2 MICROHORTALIZAS Y DESARROLLO SOSTENIBLE

- Las microhortalizas se pueden producir en ambientes urbanos, se utiliza una técnica agrícola de cultivo pero sin suelo y de corto tiempo de cosecha. Desde el enfoque de desarrollo sostenible, esta practica ayuda a que allá menos deforestación y explotación de la flora y fauna dentro y fuera de las zonas urbanas.
- Conservación del patrimonio sociocultural que simbolizan semillas en peligro de desaparecer, como semilla ancestral de los pueblos indígenas del continente Americano.
- El enriquecimiento de la relación costo-beneficio a partir del consumo y de las destacadas características nutricionales de las diferentes micro hortalizas (efectos positivos en la salud), y de la transformación de prácticas sociales asociadas al consumo de alimentos.
- La producción de microhortalizas implica múltiples dimensiones de las iniciativas de desarrollo sostenible a nivel global, especialmente en relación con los ODS (objetivos del desarrollo sustentable): fin de la pobreza, hambre cero, salud y bienestar, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsable, y acción por el clima. [3]

2.2.3 DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD

- Dimensión ambiental: gestión del agua y uso de energía, técnicas de cultivo sin suelo (sustratos artificiales o técnicas hidropónicas).
- Dimensión social: nutrición y seguridad alimentaria, educación y capacitación, calidad de la alimentación, prácticas de consumo, y estilos de vida urbana.
- Dimensión económica: uso de recursos, y costos de construcción e ingeniería en la incorporación de técnicas de cultivo en los edificios; la viabilidad de los proyectos; análisis de la producción de las ventajas económicas de la producción de comida a nivel urbano para los habitantes de las ciudades. (Figura 2.2)

Dificultades que enfrenta la agricultura urbana en general	Ventajas de las Microhortalizas frente a las dificultades de la agricultura urbana
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de tierra disponible y espacio adecuado. - Control del uso del suelo y normas de construcción. - Condiciones de microclima (heladas / granizadas, bajas repentinas de temperatura, islas de calor, etc.). - La forma de vida urbana hace que las personas se desconecten con sus propias comunidades. - La disponibilidad de alimentos importados a bajo precio no anima a las personas a cultivar sus propias verduras. - Baja aceptación de las técnicas sin suelo por parte de la gente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Producción bajo sistemas de cultivo diversos (con o sin suelo). - Su producción es adaptable tanto en operaciones a escala comercial urbana o microescala en casa. - Producción a "metro cero" y de "bajo coste". - Interés de los habitantes de las ciudades por acercarse de nuevo a la producción de la comida. - Estrategia de producción de alimentos para ciudades muy densas, donde el espacio para la agricultura en tierra es un recurso limitado.

Figura 2.2: Ventajas de las microhortalizas

2.2.4 SISTEMA DE PLANTAS DE PRODUCCIÓN CERRADOS

Dentro de un sistema cerrado, el ambiente de las plantas puede controlarse con precisión según se desee, independientemente del tiempo o estación del año. Un "sistema cerrado de producción de plantas" o, simplemente, "sistema cerrado" se define como una estructura similar a un almacén (Figura 2.3), cubierta con paredes y techo aislados térmicamente, en donde la ventilación se mantiene controlada y

se utilizan lámparas leds, se utilizan como fuente de luz para el crecimiento de las plantas.



Figura 2.3: Sistema cerrado

2.2.5 SISTEMAS DE RADIACIÓN ARTIFICIAL

Se les conoce como luces de crecimiento a los sistemas de iluminación empleados en los cultivos interiores, hacen parte de este concepto y son una fuente de luz artificial. Estas funcionan de tres maneras diferentes:

- Proporcionan toda la luz que la planta necesita para crecer.
- Complementan la luz natural, sobre todo en los meses de invierno, donde las horas de luz día son cortas.

- Aumentan el periodo de la luz día con el fin de disparar el crecimiento y la floración.

Se exponen las características más relevantes de los sistemas de iluminación LED (Light Emitting Diode) para cultivos en interiores y se propone un prototipo de iluminación que emula el comportamiento solar, es decir que varía la intensidad de la luz en un periodo de tiempo definido (14 horas de fase lumínica y 12 de fase oscura conforman un ciclo de trabajo) donde el modelo de funcionamiento será el de proporcionar toda la luz que la planta necesita para crecer saludablemente, en un entorno libre de luz solar. En esencia por este argumento surge la necesidad de proponer y poner bajo prueba un sistema de iluminación capaz de estimular positivamente el proceso de la fotosíntesis en algunas plantas, de manera eficiente para cultivos en interiores donde el control total y/o parcial y automatizado de procesos o tareas pueda revelar la importancia de la iluminación artificial LED. De esta forma la iluminación artificial para el crecimiento de las plantas funciona de tres maneras diferentes:

- Proporcionan toda la luz que la planta necesita para crecer.
- Complementan la luz natural, sobre todo en los meses de invierno, donde las horas de luz día son cortas.
- Aumentan el periodo de la luz día con el fin de disparar el crecimiento y la floración.

La iluminación LED ha tomado mucho más fuerza que cualquier otra tecnología de luz artificial empleada para estimular el crecimiento de las plantas. Debido a que estos son elementos de estado sólido lo cual significa que no poseen partes móviles como filamentos que puedan deteriorarse por vibraciones, y a la baja o casi nula radiación de calor en forma de luz, los dispositivos pueden ser ubicados muy cerca de las plantas y pueden ser configurados para emitir un alto flujo de luz incluso a

intensidades altas (Tennessee, Singaas Sharkey, 1994; Barta, Tibbits, Bula Morrow, 1992) no generan luz ultravioleta ni infrarroja.

2.2.6 RELACIÓN ENTRE LA LUZ Y EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

Las plantas requieren luz a través de toda su vida útil, desde la germinación hasta la floración y la producción de frutos y/o semillas. Así la luz puede ser medida de distintas formas, cada fotón tiene una longitud de onda específica y un nivel de energía como se describe a continuación. Tales variables que describen una medición de luz son: Foot-candles, lux, watts, mol/m²/s y mol/m²/day.

E = Energía de cada fotón expresada en J (Julio).

h = Constante de plank: $6,63 \times 10^{-34}$ J·s.

c = Velocidad de la luz: $3,0 \times 10^8$ m/s.

λ = longitud de onda, expresada en metros.

Así, la energía que es suministrada por cada fotón desde un sistema de iluminación artificial LED particular a las plantas es de:

Longitud de onda – Color Azul 458: $434,279 \times 10^{-21}$ J.

Longitud de onda – Color Rojo 656: $303,201 \times 10^{-21}$ J.

Lo que indica que el dispositivo LED de 458 nm (color azul), es mucho más energético que el de 656 nm (color rojo). Por este y otros motivos, las fuentes de iluminación LED para cultivos en interiores implementan menos dispositivos de este tipo en sus sistemas. Existen 3 parámetros de luz de crecimiento comúnmente usados: calidad, cantidad y duración. [8]

2.2.7 BACTERIAS EN EL CULTIVO DE MICROGREENS

Hoy en día, muchas empresas producen este tipo de productos. El objetivo de este estudio fue caracterizar la incidencia de *Escherichia* (se adhieren a las paredes de la vejiga o las vías urinarias inferiores.) (Figura 2.4 a) coli productora de toxina Shiga (STEC), *Salmonella* (afecta el aparato intestinal) (Figura 2.4 b) spp. Y *Listeria* (puede infectar muchos órganos distintos, tales como el cerebro o membranas de la médula espinal o el torrente sanguíneo.) (Figura 2.4 c) spp. en microvegetales, brotes y semillas destinados a la producción de microvegetales en el mercado. También se identificó la microflora de fondo. Se adquirieron un total de 45 muestras, entre brotes frescos y procesados, microgreens, baby greens, así como semillas destinadas a la producción nacional de microgreens y brotes. Las muestras se procesaron de acuerdo con los métodos establecidos por la Organización Internacional de Normalización (ISO)-ISO / TS 13136: 2012 para STEC, ISO 6579-1: 2017 para *Salmonella* spp. E ISO 11290-1: 2017 para *Listeria* spp. Detección molecular de *Salmonella* spp.

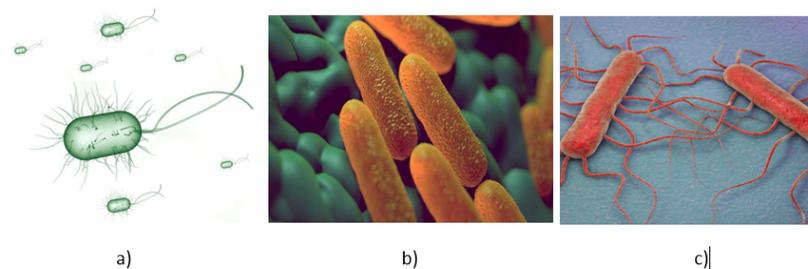


Figura 2.4: Bacterias en Microgreens

2.2.8 NORMAS

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. [9]

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. [4]

NOM003SAG/FITO2015, Por la que establecen las especificaciones a cumplir por las personas morales para poder ser aprobadas como organismos de certificación de semillas. [4]

2.2.9 EMPAQUES Y ALMACENAMIENTO DE MICROGREENS

Los microgreens comúnmente se cosechan utilizando tijeras limpias o podadoras pequeñas. 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 2.5), pero depende del tipo de cultivo.



Figura 2.5: Microgreens

El tiempo desde la germinación hasta alcanzar la etapa cosechable varía generalmente entre 1 y 3 semanas, dependiendo del cultivo. 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. Los microvegetales generalmente se comercializan en envases de polietileno

(Figura 2.6) y se enfrían a las temperaturas recomendadas antes de suministrarlos al mercado o a los consumidores. [6]



Figura 2.6: Envase de polietileno

2.2.10 INNOVACIÓN DE EMPAQUE Y EMBALAJE

El 2021 arrancó con más novedades en el mercado del packaging.

El envase alimentario es garante de la seguridad alimentaria, además de una potente herramienta de marketing. Facilita el almacenamiento y distribución de los productos. También es un instrumento de comunicación con el consumidor y un elemento protector del alimento.

Desde hace algunos años, el packaging dejó de ser un simple sistema para proteger los productos; ahora hablamos de una propiedad que ha muchas marcas ha dado identidad y que es capaz de comunicar y conectar con el consumidor en el momento de las tomas de decisiones.

2.2.10.1 TENDENCIAS PACKAGING 2021

Packaging sostenible (Figura 2.7). Las tendencias sostenibles parecen haberse visto frenada ante el necesario regreso al plástico para garantizar higiene y seguridad. El compromiso medioambiental de las marcas está cada vez más valorado.

Grab-and-go packaging(Figura 2.8). Los consumidores buscarán pasar menos tiempo



Figura 2.7: Packaging sostenible

en las tiendas realizando sus compras. En ese sentido, los empaques que promuevan el “llegar, tomar y salir” serán privilegiados.



Figura 2.8: Grab-and-go packaging

Packaging para comercio electrónico (Figura 2.9). El e-commerce se ha convertido en una solución de consumo, como consecuencia del confinamiento y distanciamiento físico. Las empresas están desarrollando estrategias innovadoras que les permita ofrecer seguridad a través del empaque.



Figura 2.9: Packaging para comercio electrónico

2.2.11 ESTUDIO DE MERCADO

Área geográfica del estudio

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.

2.2.12 RUTAS

Según el reporte The Future of Retail 2019 de Walker Sands, la motivación de compra online en los usuarios aumenta un 39 % si hay posibilidades de entrega para el mismo día dentro de Pabellón de Arteaga. Ante este tipo de hábitos habrá cada vez más exigentes, la planificación logística de las rutas de distribución se realizara en base a los clientes que se vallan uniendo a nuestra cartera de los mismos. Así, cumplir con los tiempos deseados en el transporte de los productos juega un papel determinante. [5]

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.
- 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.

Una vez realizado el diagnóstico dentro de nuestra área de mercado, se procede con la identificación de nuevas oportunidades y herramientas estratégicas para la mejora de los procesos. Para ello, se consideran los siguientes puntos:

- Localización del cliente: permitirá conocer cuáles son los destinos más frecuentes de nuestro nicho de mercado para desarrollar rutas estratégicas.
- Selección de rutas principales y alternas. Identificar todo lo que estas vías terrestres implican, desde el tiempo necesario para cubrir la ruta hasta el combustible requerido y los niveles de tráfico normalmente existentes.
- Selección del transporte: determinar cuáles son los vehículos adecuados con base a los microgreens y la ruta a recorrer.
- Evaluación de costos: velar por la rentabilidad de los procesos y el retorno de inversión de cada uno de los recursos adquiridos para su optimización.

2.2.13 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Son el medio a través del cual la empresa fabricante elige hacer llegar sus productos al consumidor final, procurando que sea lo más rentable y eficiente posible. Se debe contar con un sistema interactivo a través del cual hacer llegar sus productos al consumidor final.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO

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

3.1.1 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 % de alcohol con un 80 % de cloro (ver Figura 3.1).

Cada una de las superficies fue rociada con un atomizador, para después ser limpiada con una franela de microfibra, cómo se muestra en la (Figura 3.2). 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 48h para la eliminación de bacterias.



Figura 3.1: Preparación de solución para la desinfección.



Figura 3.2: Sanitización del área de cultivo.

3.1.2 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 que se encuentra dentro del cuarto de crecimiento, sus medidas son: Fondo(cm):61, Ancho(cm):183 y Alto (cm):196 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 a). Un sensor quantum (Figura b) 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) como se muestra en la (Figura 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. La



Figura 3.3: Elementos esenciales para establecer los tratamientos de radiación artificial. a. Lámparas multiespectral tipo LED. b. Módulo de control o FPGA. c. Medidor de luz

intensidad emitida por las lámparas multiespectrales tipo LED fue establecida a $175 \pm 190 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 3.4) 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 3.4: Encendido de lámparas y medición de cantidad de luz LED.

3.1.3 SANITIZACIÓN Y PLANTACIÓN DE SEMILLA PARA MICROGREENS.

La esterilización del sustrato (a) se llevó a cabo con la ayuda de una autoclave (b) a 15 PSI (presión hace referencia a las libras por pulgada cuadrada (pound per square inch, por sus siglas en inglés) durante un tiempo de 15 min. Posteriormente, se trató de eliminar el exceso de agua y humedad, después fue pesado para colocar 600 g (c y d) en cada una de las charolas que fue previamente desinfectada, el procedimiento completo se muestra en la Figura 4.



Figura 3.5: Procedimiento para la colocación de sustratos para siembra de microgreens. a. Sustrato utilizado. c. Pesaje del sustrato. d. Organización de sustrato en charolas de germinación.

La Figura 3.6 muestra el acomodo de las semillas en las charolas. A continuación, fueron colocadas las semillas en las charolas (cantidad 6 charolas), el tipo de semilla fue lechuga, brócoli y rábano.



Figura 3.6: Organización de la semilla en charola.

3.1.4 ACTIVACIÓN DE LA SEMILLA.

La germinación es el conjunto de cambios que ocurren en la semilla y que culminan con la generación de una nueva planta. Inicia cuando la semilla se hincha porque absorbe agua y la cáscara de la semilla se rasga. En este proceso cada una de las charolas se pusieron en incubación o activación de semilla en un ambiente oscuro y cálido con una temperatura de 20° a 25° en un lapso de 24 horas se muestrea en la (Figura 3.7)



Figura 3.7: Activación de la semilla.

3.1.5 GERMINACIÓN DE LA SEMILLA

En esta etapa del proceso se muestran los cambios en las semillas como el surgimiento de las primeras raíces de la semilla. En esta fase, la absorción de agua disminuye grandemente. La cáscara de la semilla se abre completamente y comienza a aparecer la raíz (de color blanco) (Figura 3.8)

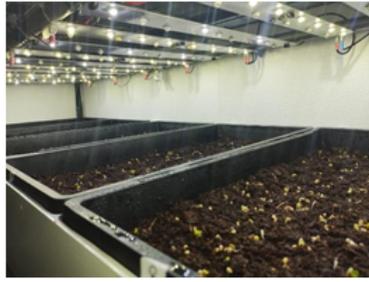


Figura 3.8: Germinación de la semilla

3.1.6 FOTOPERIODO

Después de la germinación se debe de adecuar el fotoperiodo para el transcurso de vida de la planta aproximadamente de 2 a 3 semanas, este proceso es tiempo de exposición de las plantas a la luz LED, influye en otros procesos importantes como la germinación y la floración, para esto se tiene una iluminación continua con una calidad en luz blanca y un fotoperiodo de 16/8 h luz-oscuridad con una longitud de onda de 18 cm como se muestra en la (Figura 3.9)



Figura 3.9: Proceso de riego y medición de agua.

Para la segunda y tercera semana se aumentó a 200mm de agua (Figura 3.10) para cada charola por el motivo de crecimiento y raíces y plantas observen más agua en estas etapas.



Figura 3.10: Medición de agua.

3.1.7 CORTE DE MICROGREENS.

Después de 3 semanas y tener las medidas adecuadas de las plantas pasamos el proceso de cosecha para esto utilizamos guantes (A), tijeras (B) y Domo transparente para ensalada 16 oz (C).

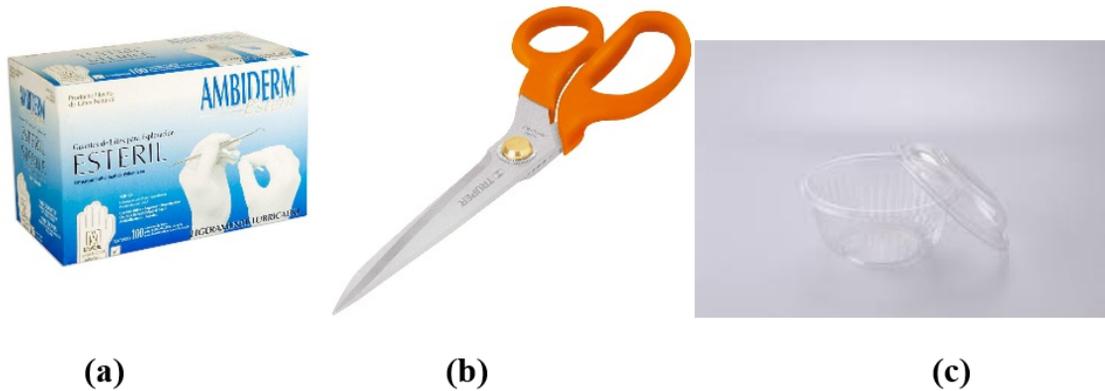


Figura 3.11: Materiales para corte y empaque de microgreens.

Primero se tiene que lavar las manos para remover cualquier contaminación que se pueda presentar en las extremidades, después colocar los guantes en las mismas para así poder continuar con el corte. Las tijeras se aproximan a la parte superior de la raíz y se cortan las plantas tomando pequeñas cantidades para poder ponerlos en el domo transparente (Figura 3.12) con una cantidad considerable por domo.



Figura 3.12: Corte y llenado de domo.

3.1.8 ALMACENAJE DE MICROGREEN.

Las pruebas de almacenaje de microgreens se consideran dos factores, el primero es el acomodo y el segundo la temperatura. Para la variación de temperatura se utilizó un frigobar atvio de 1.6 ft a una temperatura de 6.4 °C, Para el acomodo se organizo, colocando los domos uno arriba de otro buscando la manera que no quedaran forzados.



(a)



(b)

Figura 3.13: Herramienta de almacenamiento

Para evaluar la vida útil de los microgreens y realizar comparativas respecto a los almacenados en el refrigerador, se utilizó para el almacenaje fue poner los domos fuera del frigobar con una temperatura controla de 25°C para poder comparar los métodos de almacenaje y ver cuál es viable para futuras prácticas (figura 3.14)



Figura 3.14: Microgreens a temperatura ambiente

3.2 RECOLECCIÓN DE BACTERIAS EN MICROGREENS.

3.2.1 ESTERILIZACIÓN DE MATERIALES

Antes de empezar a hacer la práctica se tiene que tener el lugar y los materiales (a) previamente esterilizados para esto se utilizó esterilización por vapor a presión, la esterilización por vapor a presión se llevó a cabo en una autoclave (b), para esto se le agrego medio litro de agua (c), a una presión de 15 libras lo que permite que la cámara alcance una temperatura de 121°C (d). El tiempo de esterilización es de 15 minutos.

Muestreo de plantas. Para el muestreo de plantas se utilizó el método en diagonal (a) de cada charola se extrajeron 3 muestras (b) las muestras se colocaron en una caja Petri (c) nuevas, 100 % esterilizadas y cerradas herméticamente e identificadas cada una de las cajas (d).

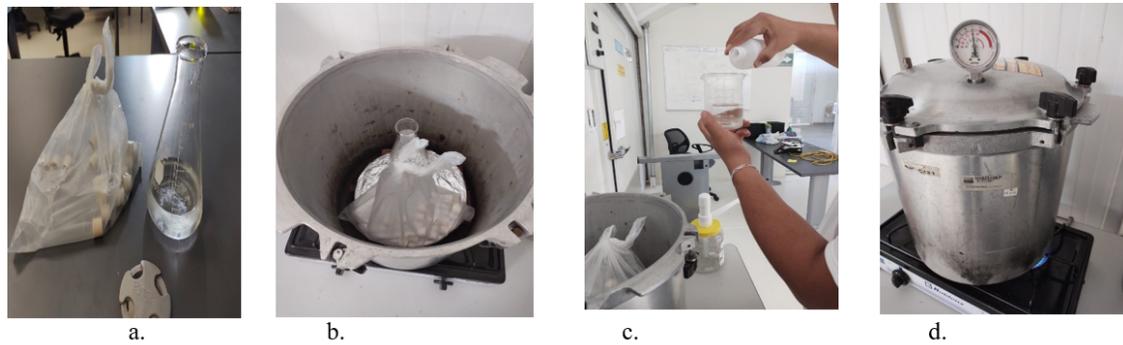


Figura 3.15: Materiales esenciales para el proceso de esterilización. a) Tubos para muestra y agua destilada. b) autoclave. c) agua de garrafón. d) temperatura de esterilización.

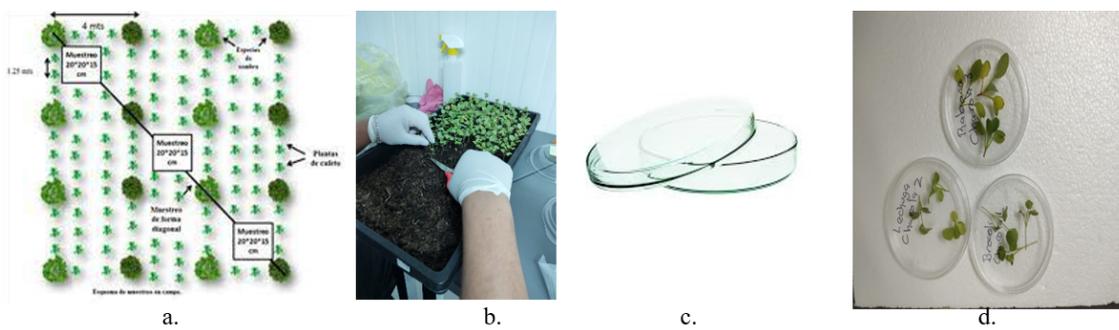


Figura 3.16: Proceso de muestreo. a) metodología diagonal b) corte de la muestra c) caja Petri esteril d) muestras recolectadas.

3.2.2 DESCONTAMINACIÓN DEL AMBIENTE EN CAMPANA CON FLUJO DE AIRE LAMINAR.

La campana con flujo de aire laminar (a) es una mesa de trabajo o espacio cerrado similar, que crea un ambiente libre de partículas, tomando aire a través de un sistema de filtración y expulsándolo a la superficie de trabajo mediante una corriente de aire laminar o unidireccional. La campana de flujo laminar está sellada por los lados y se mantiene bajo presión positiva constante para evitar la infiltración del aire contaminado del ambiente para la descontaminación se utiliza alcohol que contiene 96 volúmenes de alcohol etílico (b) y una franela de microfibra 54x90 cm (c), la franela húmeda de alcohol se pasa por las paredes y el piso de la campana hasta limpiar todas las superficies.



Figura 3.17: Material y proceso para la descontaminación de la campana con aire de flujo laminar a) campana con aire de flujo laminar b) alcohol 96° c) franela de microfibra.

3.2.3 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA A LOS TUBOS.

Antes de empezar a introducir las muestras en los tubos se tiene que poner un mechero (a) en medio de la mesa de trabajo la mecha esto es para evitar contaminaciones dentro de nuestra área de trabajo, los tubos para muestra que se esterilizaron se les coloca con una micropipeta 100-1000 μ l (b) una cantidad de

500 microlitros por individual (c) en el momento de poner el agua destilada en el tubo se introduce la muestra individual tomándola con unas pinzas pequeñas (d) previamente esterilizadas.

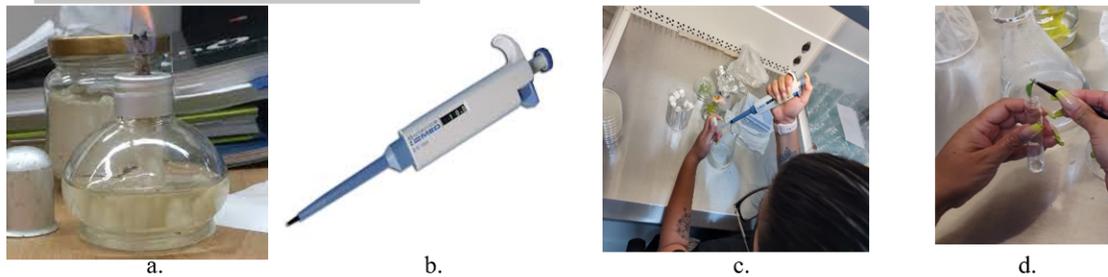


Figura 3.18: Incorporación de la muestra a los tubos a) mechero b) micropipeta 100-1000 μ l c) 500 microlitros de agua destilada d) introducción de la muestra con pinzas esterilizadas.

3.2.4 AGITACIÓN DE LOS TUBOS CON LA MUESTRA.

En este proceso el objetivo es agitar los tubos individualmente por un tiempo de 40 segundos aproximadamente, esto es para poder desprender las posibles bacterias y se revuelvan con el agua destilada (Figura 3.19)



Figura 3.19: Agitación de los tubos con la muestra dentro

3.2.5 OBTENER EL AGUA DEL TUBO PARA VERTER EN CAJA PETRI CON MEDIO DE LD.

El agua del tubo se obtiene con una micropipeta 100-1000 μ l (Figura 3.18b) para esto se le tiene que cambiar una punta azul (3.20 a) por cada muestra que se tenga individual, el agua obtenida se vierte cuidadosamente y se esparce en toda el área de la caja Petri la cual tiene medio de LD (sustancia para el cultivo de bacterias) (3.20 b) finalizado el proceso de agregación del agua al medio hay que cerrar la caja petri rápido y cuidadosamente para poder marcar el tipo de muestra (3.20 c).

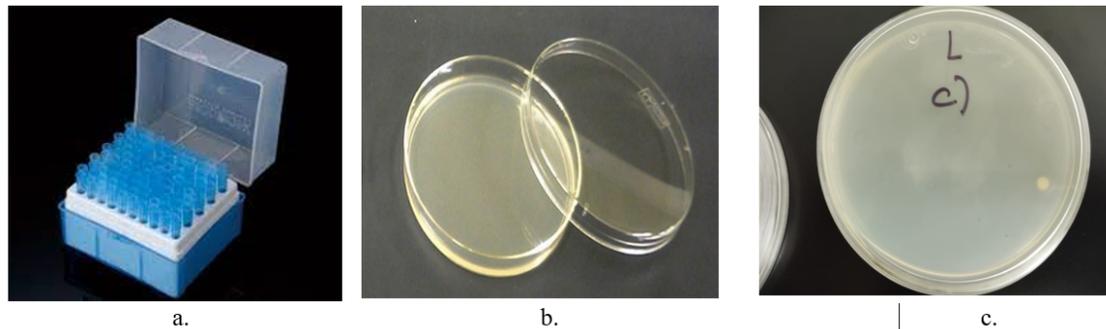


Figura 3.20: Proceso de plantación de bacterias. a) puntas azules para micropipeta. b) cajas Petri con medio LD. C) caja Petri con la bacteria plantada.

3.2.6 INCUBACIÓN DE BACTERIAS.

En este proceso para poder tener un crecimiento celular dentro de las cajas Petri se tienen que someter a un ambiente controlado y esto se hace con una incubadora de laboratorio BD-23 BINDER (3.21 a) la cual se le puso una temperatura de $37^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ y se introdujeron las cajas petri para poder obtener resultado (3.21 b)

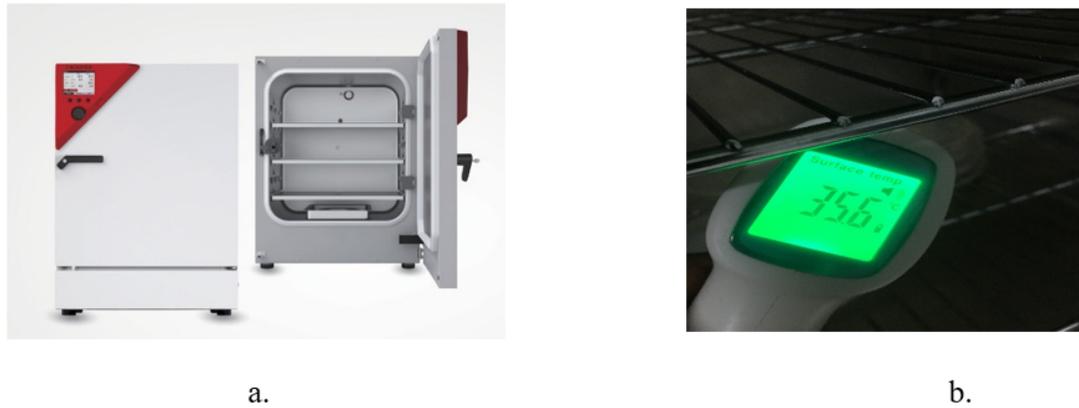


Figura 3.21: Incubación de las bacterias. a) incubadora de laboratorio BD-23 b) temperatura dentro de la incubadora al inicio del proceso

3.3 METODOLOGÍA CONTEO DE BACTERIAS

3.3.1 RECIENTOS MICROBIOLÓGICOS.

Se utilizaron procedimientos microbiológicos estándar, brevemente, 1 cm² de biomasa vegetal se transfirió a 500 µl de agua estéril, se aplicó vortex y el sobrenadante se sembró en placas de medio Luria-Bertani. Después de 24 hrs a 38°C se realizó el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) y el registro fotográfico con estereoscopio.

3.4 EXPERIMENTACIÓN ADICIONAL

3.4.1 APLICACIÓN DE LUZ UV TIPO A A LOS MICROGREENS

Aplicación de luz UV tipo A antes del corte de las plantas (3.22) por un lapso de 5 minutos esto es porque 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.

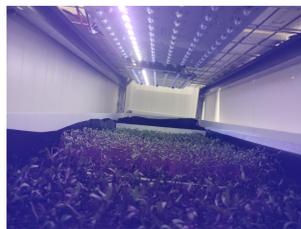


Figura 3.22: Aplicación de luz UV tipo A

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE MICROGREENS

4.1.1 CRECIMIENTO EN LA PRIMERA SEMANA

Dentro de los resultados obtenidos en cuanto el crecimiento de los microgreens nos damos cuenta que la semilla de rabano y brócoli se desarrollaron correctamente en el tiempo de 13 días de producción, pero las de lechuga crecieron más lento en el momento de corte tenemos la medida de los microgreens de rabano y brócoli con 5 cm, en cambio la lechuga pudo alcanzar una medida de 3 cm hasta el día de cosecha.(Figura 4.1)

Los resultados son significativos en cuanto los días de producción y cosecha programados como recomendaciones que se tienen es tener mucho cuidado con los micromoles que se le están arrojando a las distintas áreas de la producción porque eso es lo que va a ayudar a desarrollar las plantas, pero si no se encuentra uniforme la luz se pueden tener variaciones de crecimiento. Para obtener estos resultados se tuvo que estar 24/7 en monitoreo de riego y crecimiento, otra de las cosas súper importantes es tener el área desinfectada y libre de bacterias para que no se contamine el ambiente dentro de la cámara.

Tipo de semilla	Lechuga	Rábano	Brócoli.	Resultados
SEMANA 0				En esta etapa no se muestran resultados.
3 días después de germinar.				En esta etapa nos damos cuenta que se encuentran ya los brotes.
Semana 1				En la semana 1 nos damos cuenta que surgen las primeras dos hojas llamadas cotiledones.
Semana 3				En esta etapa estamos en el día 13 después del primer día de germinación, aquí ya la planta se encuentra en 5 cm de altura.

Figura 4.1: Comparación de semillas por etapas.

4.1.2 RESULTADOS DEL CONTEO DE BACTERIAS.

La detección e identificación de se hizo con el fin de permitir inferir sobre la diversidad poblacional en la muestra analizada esto para cuidar el estado de salud del consumidor al momento de que el mismo adquiriera nuestros microgreens con esta prueba podemos concluir la planta con mas población de bacterias fue el rabano con un conteo infinito del Morfo 2 como se muestra en la (Figura 4.2) y a continuación le sigue el brócoli con una población de bacterias de morfo 3 el cual es incontable por ultimo tenemos la lechuga en su población de bacteria se encuentra el morfo 1 con 2 bacterias y morfo 2 con 1 bacteria. Podemos concluir con la sumatoria y desviación estándar como se muestra en la figura (figura 4.2) las plantas con mayor detección de bacterias son el brócoli y la lechuga.

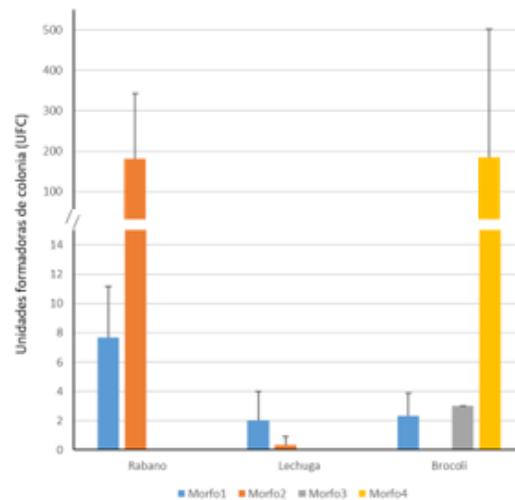


Figura 4.2: Recuento microbiológico. Se muestran las UFC de cada morfología observada en los diferentes microgreens empleados.

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

Dentro de los resultados obtenidos sobre la aplicación de luz UV tipo A a los microgreens nos damos cuenta que disminuyo la población de bacterias considerablemente a comparación del resultado de la (Figura 4.2) este resultado (Figura 4.3) es porque la luz uv ayudo a la sanitización de las plantas, esto nos lleva a un paso más hacia adelante en cuanto a la satisfacción del cliente.

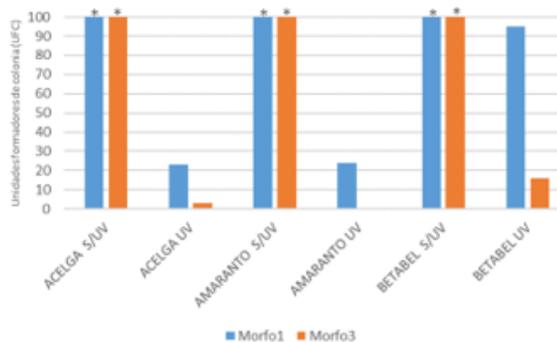


Figura 4.3: Recuento microbiológico con aplicación de tratamiento UV. Se muestran las UFC de cada morfología observada en los diferentes microgreens empleados.

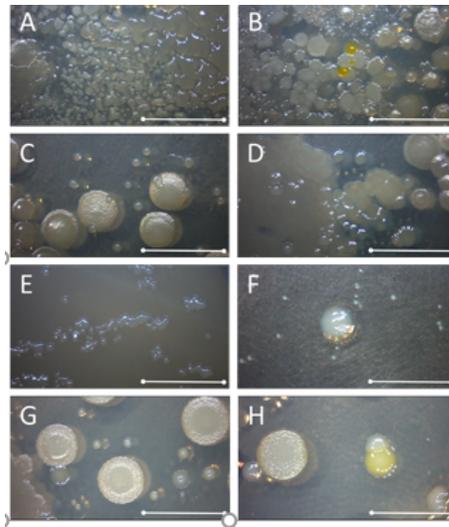


Figura 4.4: Registro fotográfico del recuento microbiológico. Se muestran las diferentes morfologías coloniales observadas en cultivos de microgreens

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES DEL PROYECTO

En conclusión en el resultado de crecimiento nos damos cuenta sobre el desarrollo de los microgreens no fue uniforme y esto pudo pasar por el tipo de semilla o la receta de luz que se le aplicó por el momento los resultados obtenidos fueron satisfactorios, pero nos faltaría hacer otro tipo de estrategia para el crecimiento de los mismos y comparar con los que ya tenemos obtenido, sobre el conteo de bacterias hubo un claro resultado sobre la aplicación de luz UV a las plantas, entonces en este momento concluimos que la luz es un factor importante para poder tener microgreens de calidad y poder tener una satisfacción así nuestros clientes, una de las investigaciones faltantes es que no sabemos el tipo de bacteria encontramos y esto fue por falta de herramienta sería bueno volver a repetir el experimento y llevar las bacterias a un laboratorio de bacteriología y nos ayude a conocer con que bacterias estamos tratando.

CAPÍTULO 6

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

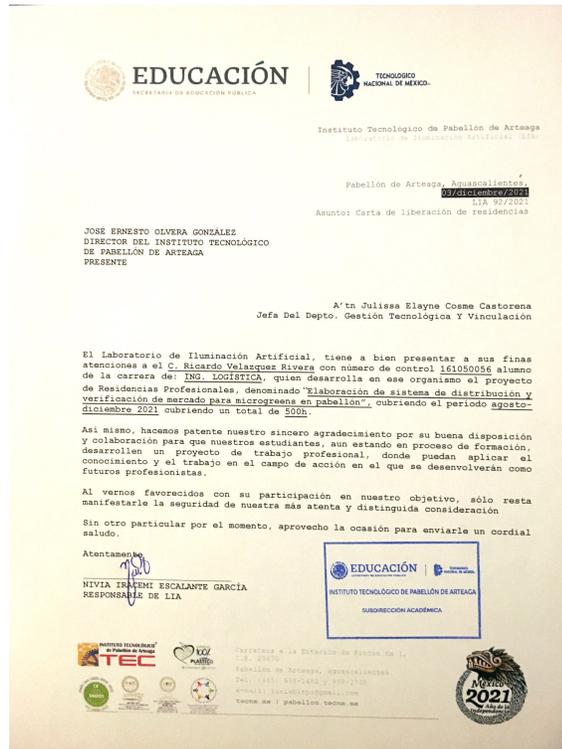
6.1 COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

- 1. Comprensión sistemática de un campo de estudio y dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.
- 2. Capacidad de concebir, diseñar o crear, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación o creación.
- 3. Capacidad para contribuir a la ampliación de las fronteras del conocimiento a través de una investigación original.
- 4. Capacidad de realizar un análisis crítico y de evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas.
- 5. Desenvolverse en contextos en los que hay poca información específica.
- 6. Trabajar tanto en equipo como de manera autónoma en un contexto internacional o multidisciplinar.

APÉNDICE A

ANEXOS

A.1 ANEXOS



BIBLIOGRAFÍA

- [1] BOHORQUEZ-CHACÓN, L. F., «La universidad, los problemas sociales de la ciencia y la tecnología frente al reto del desarrollo sustentable», *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, págs. 1–1, 2016.
- [2] CASTAGNINO, A., J. MARINA y S. BENVENUTI, «Microgreens and sprouts, two innovative functional foods for a healthy diet in Km 0 Microgreens y brotes, dos alimentos funcionales innovadores para una nutrición saludable, en el Km 0», .
- [3] CASTILLO REY, A. M., A. L. DÍAZ LINDO, J. D. HERRERA SALAMANCA *et al.*, *Diseño de estrategia económica, financiera y jurídica para la producción y expansión del mercado de microhortalizas de amaranto orgánico en Subachoque Cundinamarca*, Tesis de Maestría, Maestría en Proyectos de Desarrollo Sostenible Virtual, 2021.
- [4] DOMÍNGUEZ GARCÍA, I. A., *Políticas públicas en materia de producción, certificación y comercio de semillas en México*, Tesis Doctoral, 2021.
- [5] HUANG, W.-H., G. C. SHEN y C.-L. LIANG, «The effect of threshold free shipping policies on online shoppers' willingness to pay for shipping», *Journal of Retailing and Consumer Services*, **48**, págs. 105–112, 2019.
- [6] MIR, S. A., M. A. SHAH y M. M. MIR, «Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components», *Critical reviews in food science and nutrition*, **57**(12), págs. 2730–2736, 2017.

-
- [7] PÉREZ PÉREZ, N. Y. y F. A. SÁNCHEZ LÓPEZ, «Usos y Beneficios Culinarios de Cinco Flores Comestibles», , 2019.
- [8] SINGH, D., C. BASU, M. MEINHARDT-WOLLWEBER y B. ROTH, «LEDs for energy efficient greenhouse lighting», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **49**, págs. 139–147, 2015.
- [9] VARIETAL, P. L. D., «GUÍA TÉCNICA», .

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Ricardo Velazquez Rivera

Candidato para obtener el grado de
Licenciado en Ingeniería en Logística

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.
TecNM Campus Pabellón de Arteaga

Tesis:

ELABORACIÓN DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y VERIFICACIÓN DE
MERCADO PARA MICROGREENS EN PABELLÓN.

Ricardo velazquez Rivera 10 de septiembre de 1998, Pabellón de Arteaga, mis padres Erasmo Velazquez Meza y Jovita Rivera Loera, con historia institucional en Preparatoria de Conalep Tepezalá obteniendo titulo de técnico Bachiller en control de calidad.