



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



**IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL
CULTIVO DE LA ARÚGULA (*Eruca sativa*) EN INVERNADERO EN SAN
FELIPE TLALMIMILPAN, TOLUCA ESTADO DE MÉXICO.**

REPORTE DE APLICACIÓN DE CONOCIMIENTO QUE COMO TRÁMITE
INICIAL PARA LA EVALUACIÓN PROFESIONAL DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO INDUSTRIAL, PRESENTA:

SEBASTIAN COYOLI LÓPEZ

(GENERACIÓN 2019-2024, NO. DE CUENTA: 1613881)

ASESORES

DRA. MARÍA DOLORES MARIEZCURRENA BERASAIN

DR. OMAR ROBERTO VARGAS FLORES

TOLUCA, ESTADO DE MEXICO.

MARZO, 2025

Indice

I. Resumen.....	4
II. Definición y caracterización del problema, y su relación con el plan de estudios cursado.....	7
III. Análisis de alternativas previas de solución.....	3
1. ISO 22000	3
2. HACCP	4
3. BPA (Buenas Prácticas Agrícolas)	4
IV. Solución propuesta o implementada.....	7
V. Evaluación de la solución.....	21
VI. Conclusiones y sugerencias.....	51
Sugerencias	52
VII. Fuentes bibliográficas consultadas.....	54

Índice de cuadros

Cuadro No. 1 Comparación de alternativas previas a la solución	5
Cuadro No. 2 valor de las áreas evaluadas	11
Cuadro No. 3 % de violaciones encontrados	13
Cuadro No. 4 formato de evaluación de buenas prácticas agrícolas	14
Cuadro No. 5 formato de evaluación para el área de higiene personal	18
Cuadro No. 6 formato de evaluación para el área de las instalaciones	19
Cuadro No. 7 formato de buenas prácticas agrícolas con observaciones encontradas	21
Cuadro No. 8 formato de evaluación para el área de higiene personal con observaciones encontradas	25
Cuadro No. 9 formato de evaluación para el área de las instalaciones con observaciones encontradas	26

Índice de figuras

Figura No. 1 exterior del invernadero.....	8
Figura No. 2 interior del invernadero.....	9
Figura No. 3 elaboración de charolas	39
Figura No. 4 secuencia del correcto lavado de manos	45
Figura No. 5 equipo de protección personal completo	46

I. Resumen

El análisis de las Prácticas Agrícolas en el invernadero de San Felipe Tlalmimilolpan, Toluca Estado de México, revela diversas áreas de mejora. Entre ellas destaca la falta de desinfección del suelo y la no realización de análisis de suelo, lo cual es esencial para optimizar el cultivo. También se señala que no se prepara adecuadamente el sistema de riego, ni se colocan cintillas en los surcos, lo que reduce la eficiencia del riego y genera desperdicio de agua. Además, no se utilizan mallas de media sombra ni se preparan los surcos para obtener semillas, lo que afecta la calidad y la producción. En cuanto al manejo de semillas, se recomienda mejorar la conservación y evitar desperdicios durante el proceso de siembra. También se destaca que la germinación de arúgula no se realiza de manera óptima, ya que las semillas no se cubren desde el inicio, lo que dificulta su desarrollo. Además, se requiere optimizar el proceso de riego y el uso de sustrato para mejorar el crecimiento y la eficiencia de los cultivos. Después de 21 a 24 días en las charolas, las plántulas de arúgula (*Eruca sativa*) deben ser trasplantadas. Se recomienda sembrarlas a una distancia de 10-20 cm para evitar competencia por recursos. Sin embargo, en el área de estudio, la siembra se hizo a menos de 5 cm, lo que afecta el desarrollo de las plantas, aumentando la competencia y favoreciendo enfermedades fúngicas. Además, las plantas no se ralean, pero al salir las flores se deben cortar para evitar que la arúgula se vuelva amarga. Es importante que la siembra se realice a la profundidad correcta, entre 5 y 10 cm, para prevenir daños a las raíces. En cuanto al control de malezas, se evitan herbicidas para no afectar la salud debido a la cosecha frecuente, pero se recomienda aplicar

herbicidas pre-emergentes y utilizar métodos alternativos como la rotación de cultivos y el control temprano. En el manejo nutricional, se deben corregir la frecuencia y horarios de la aplicación de fertilizantes foliares, aplicándolos en horas frescas para mejorar la absorción. También es necesario aplicar fertilizantes más balanceados al suelo. Por último, en postcosecha, se sugiere retirar las plantas viejas y replantar otras variedades. La seguridad de los trabajadores es crucial, especialmente con animales en el área, y se recomienda mejorar el equipo de protección al manipular productos químicos, además de seguir los procedimientos adecuados de lavado de manos.

Para mejorar la seguridad y la gestión en el invernadero, es necesario que el equipo de los trabajadores usen ropa impermeable, guantes, botas, mascarilla y lentes de protección durante la aplicación de agroquímicos. Debe instalarse una regadera o lavaojos para que los trabajadores puedan limpiarse tras usar agroquímicos. Actualmente, los envases se tiran directamente a la basura. Se recomienda el tratamiento de los envases mediante un triple lavado, siguiendo las normativas como la NOM-052-SEMARNAT-2005, y luego llevarlos a un centro de acopio. Se debe garantizar una vestimenta más adecuada para los trabajadores, especialmente en el área de empaque. Se recomienda el uso de batas de color claro, el mantenimiento de calzado limpio y el uso de cubrebocas, sobre todo en personas con vello facial. Durante la época de lluvias, el invernadero se encharca y los surcos se inundan, lo que causa exceso de humedad. Se necesita un drenaje adecuado y mantenimiento en la estructura del invernadero, ya que hay goteras y el plástico está desgastado. Finalmente, en cuanto a la bomba de agua que controla la bomba de agua está en mal estado y sin tapa de seguridad. Se

debe dar mantenimiento o cambiar el centro de carga por uno nuevo para evitar riesgos para los trabajadores y las instalaciones.

II. Definición y caracterización del problema, y su relación con el plan de estudios cursado

El cultivo de arúgula (*Eruca sativa*) ha ganado relevancia en el ámbito agrícola y gastronómico, tanto a nivel mundial como en México, debido a su valor nutricional y su creciente demanda en la alimentación saludable. Este vegetal, perteneciente a la familia de las brassicáceas, es conocido por su sabor distintivo y su alto contenido de vitaminas A, C y K, así como minerales esenciales (González & Ramírez, 2022). En un contexto donde la población mundial busca alternativas alimenticias más nutritivas y sostenibles, la arúgula (*Eruca sativa*) se posiciona como un ingrediente versátil en diversas preparaciones culinarias, desde ensaladas hasta salsas y platos principales (Martínez *et al.*, 2021).

La producción de arúgula (*Eruca sativa*) en invernadero se presenta como una estrategia eficaz para maximizar su rendimiento y calidad. Las buenas prácticas agrícolas en este entorno controlado no solo aseguran un crecimiento óptimo de las plantas, sino que también minimizan el uso de agroquímicos, contribuyendo así a la sostenibilidad del cultivo (Pérez, 2022). Implementar técnicas de manejo integrado de plagas y fertilización orgánica puede mejorar la salud del suelo y la calidad del producto, haciendo que la producción de arúgula (*Eruca sativa*) sea tanto económicamente viable como ecológicamente responsable (Sánchez & López, 2023).

Estudiar las Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de arúgula (*Eruca sativa*) en invernadero no solo tiene beneficios económicos para los productores locales, sino que también puede generar un impacto positivo en el medio ambiente. La diversificación de cultivos y la adopción de métodos sostenibles permiten a los agricultores reducir su dependencia de insumos químicos, mejorar la salud del ecosistema agrícola y responder a la creciente demanda de productos orgánicos en el mercado (Fernández, 2020). Por lo tanto, esta investigación se propone analizar en profundidad las prácticas agrícolas en invernaderos, explorando sus implicaciones para la producción de arúgula (*Eruca sativa*) y su contribución a un sistema alimentario más saludable y sostenible.

La arúgula (*Eruca sativa*) ha emergido como un cultivo estratégico no solo por su valor nutricional, sino también por su papel en la economía agrícola. Su creciente popularidad ha llevado a un aumento en su producción, lo que representa una oportunidad significativa para los agricultores, especialmente en regiones como el Estado de México. Al adoptar buenas prácticas agrícolas en invernaderos, los productores pueden optimizar sus cosechas y asegurar un suministro constante de este vegetal durante todo el año. Esto es particularmente relevante en un mercado donde los consumidores demandan cada vez más alimentos frescos y saludables (González & Ramírez, 2022).

Además de los beneficios económicos, el cultivo de arúgula (*Eruca sativa*) en invernadero promueve la sostenibilidad ambiental. La implementación de prácticas como el uso de abonos orgánicos y el manejo integrado de plagas

contribuyen a la salud del suelo y la biodiversidad, reduciendo la necesidad de insumos químicos que pueden ser perjudiciales para el ecosistema (Pérez, 2022). La capacidad de los invernaderos para controlar factores ambientales, como temperatura y humedad, permite a los agricultores crear condiciones óptimas para el crecimiento de la arúgula (*Eruca sativa*), minimizando así los riesgos asociados con el cambio climático y las condiciones climáticas adversas (Sánchez & López, 2023).

En definitiva, el estudio de las Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de arúgula (*Eruca sativa*) también abre la puerta a la innovación y la transferencia de conocimientos entre los productores. Capacitar a los agricultores en técnicas sostenibles no solo mejora la calidad y cantidad de la producción, sino que también empodera a las comunidades locales, fomentando un sentido de responsabilidad hacia el medio ambiente y la salud pública (Fernández, 2020). A medida que se integran estas prácticas en el día a día de la agricultura, se establece un modelo de producción que no solo es rentable, sino que también contribuye a un futuro más sostenible para la alimentación en México y en el mundo.

La arúgula (*Eruca sativa*) ha ganado popularidad en la gastronomía y en la dieta de los mexicanos, y su cultivo en el Estado de México presenta múltiples ventajas que justifican su siembra en la región. Su consumo ha aumentado significativamente en los últimos años, impulsado por la creciente tendencia hacia dietas más saludables. Este vegetal es valorado por su sabor distintivo y sus

propiedades nutricionales, que incluyen un alto contenido de vitaminas A, C y K, así como minerales esenciales (González & Ramírez, 2022). Cultivar arúgula (*Eruca sativa*) en el Estado de México puede satisfacer esta demanda creciente, beneficiando a los productores locales y mejorando la oferta en mercados y restaurantes.

En cuanto a condiciones agrícolas favorables, el Estado de México cuenta con una diversidad de microclimas y suelos adecuados para el cultivo de arúgula (*Eruca sativa*). Las temperaturas moderadas y la disponibilidad de agua favorecen un crecimiento óptimo durante varias temporadas del año. Además, la arúgula (*Eruca sativa*) tiene un ciclo de crecimiento corto (aproximadamente 30 a 45 días), lo que permite múltiples cosechas en un solo año, aumentando así la rentabilidad para los agricultores (Martínez *et al.*, 2021). El cultivo de arúgula (*Eruca sativa*) puede integrarse en sistemas de agricultura sostenible. Su siembra puede complementarse con prácticas de rotación de cultivos y el uso de abonos orgánicos, mejorando la salud del suelo y reduciendo la dependencia de agroquímicos (Pérez, 2022). Esto no solo favorece la producción de alimentos saludables, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental.

La producción de arúgula (*Eruca sativa*) puede convertirse en una fuente importante de ingresos para los agricultores locales. La implementación de este cultivo puede generar empleos en la producción, cosecha y comercialización, contribuyendo al desarrollo económico de la región (Fernández, 2020). Además, la diversificación de cultivos puede proteger a los agricultores contra las

fluctuaciones del mercado y las condiciones climáticas adversas. El fomento del cultivo de arúgula (*Eruca sativa*) también puede ser una oportunidad para la capacitación de agricultores en técnicas modernas y sostenibles. Programas de formación en buenas prácticas agrícolas y manejo integrado de plagas pueden mejorar la productividad y la calidad del producto, fortaleciendo así la capacidad del Estado de México para competir en el mercado nacional e internacional (Sánchez & López, 2023).

La siembra de arúgula (*Eruca sativa*) en el Estado de México no solo responde a una tendencia de consumo creciente, sino que también ofrece beneficios económicos, ambientales y sociales significativos. La combinación de condiciones favorables para su cultivo, junto con la demanda del mercado, hacen de la arúgula (*Eruca sativa*) una opción viable y estratégica para los agricultores de la región. Fomentar su producción contribuirá al desarrollo agrícola sostenible y al bienestar de las comunidades locales. La arúgula (*Eruca sativa*) es un cultivo que se beneficia significativamente de las buenas prácticas agrícolas, especialmente cuando se cultiva en invernadero. Estas prácticas no solo optimizan el rendimiento del cultivo, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental. Según González *et al.* (2020), el uso de sistemas de riego por goteo en invernaderos reduce el consumo de agua y mejora la eficiencia en la aplicación de nutrientes. Además, el control de plagas y enfermedades mediante métodos biológicos y el uso de coberturas vegetales ayudan a mantener la salud del suelo y la calidad de la cosecha, minimizando la dependencia de agroquímicos.

La implementación de rotaciones de cultivos y la siembra directa también son prácticas recomendadas que promueven la biodiversidad y la salud del ecosistema en invernaderos. Estudio de Pérez y López (2021) subraya que estas técnicas no solo mejoran la estructura del suelo, sino que también aumentan la resistencia de la arúgula (*Eruca sativa*) a enfermedades comunes. Al adoptar estas prácticas, los productores pueden asegurar un cultivo de alta calidad y sostenible a largo plazo, respondiendo así a la creciente demanda de alimentos frescos y saludables.

La arúgula (*Eruca sativa*) es una planta anual de la familia *Brassicaceae*, originaria del sur de Europa, que se cultiva tanto al aire libre como en invernadero. Su florecimiento en primavera, con días largos y altas temperaturas, puede afectar negativamente su calidad.

En México, la arúgula (*Eruca sativa*) se ha popularizado como un ingrediente en ensaladas, salsas y platos principales debido a su sabor picante y propiedades nutritivas. Se utiliza comúnmente en ensaladas, combinada con otros vegetales como aguacate y cítricos; en pestos y salsas, aportando frescura; y también puede ser cocida en platillos como pizzas y pastas (García, 2021; Martínez, 2022; López, 2023).

En 2022, la producción global de arúgula (*Eruca sativa*) alcanzó 2.5 millones de toneladas, reflejando un crecimiento continuo en la demanda (FAO, 2023). Especialmente popular en Europa, América del Norte y algunas partes de Asia,

la producción ha aumentado un 25% en la última década, impulsada por una tendencia hacia una alimentación más saludable (Fernández, 2020). La arúgula (*Eruca sativa*) se ha vuelto un producto esencial en mercados agrícolas, y su cultivo se beneficia de prácticas agrícolas sostenibles que mejoran la calidad y responden a la demanda de alimentos orgánicos (Pérez, 2022).

En 2022, México produjo alrededor de 25,000 toneladas de arúgula (*Eruca sativa*), siendo Puebla y Baja California las principales regiones productoras (SAGARPA, 2023).

La producción de arúgula (*Eruca sativa*) en el Estado de México ha mostrado un crecimiento constante, con una producción de aproximadamente 4,500 toneladas en 2022, lo que refleja la creciente popularidad de este cultivo en la región (Gobierno del Estado de México, 2023).

Una preparación adecuada antes de la siembra es esencial para reducir riesgos como plagas y enfermedades. Estrategias clave incluyen la selección de variedades resistentes (Martínez & López, 2021), análisis de suelo (Ramírez *et al.*, 2022) y manejo integrado de plagas (González & Torres, 2023), que ayudan a asegurar un entorno propicio para el cultivo.

La fertilización adecuada es crucial para maximizar el rendimiento y la calidad de la arúgula (*Eruca sativa*). A continuación, se presentan aspectos clave relacionados con la fertilización de este cultivo.

Nutrientes Esenciales: La arúgula (*Eruca sativa*) requiere nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio para un crecimiento óptimo. El nitrógeno es especialmente importante para el desarrollo de hojas (González *et al.*, 2022).

La implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo de arúgula (*Eruca sativa*) facilitó el establecimiento de requisitos y recomendaciones técnicas para la producción de alimentos en invernaderos situados en San Felipe Tlalmimilolpan, Toluca, Estado de México. Este proceso se basó en una lista de verificación derivada de fuentes oficiales, como el Manual de Buenas Prácticas Agrícolas del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (2002), el Boletín Hortícola Pampeano N° 2 sobre el cultivo de arúgula (*Eruca sativa*) (Ministerios de la Producción y de Educación de la provincia de La Pampa) y la Guía para la implementación de un sistema de trazabilidad de vegetales para consumo en fresco (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021), entre otros documentos, y se llevó a cabo entre septiembre y diciembre de 2019.

Durante la evaluación en el invernadero de San Felipe Tlalmimilolpan, se identificaron deficiencias en las BPA, especialmente en lo que respecta a la higiene del personal y las instalaciones. Para abordar estas deficiencias y optimizar los procesos, se propuso desarrollar una lista de chequeo que incluyera recomendaciones específicas a ser implementadas tanto en el invernadero como en el equipo de trabajo. Además, se diseñó un plan de mejoras para reducir los riesgos de contaminación agroalimentaria.

Este trabajo se llevó a cabo durante una estancia de prácticas profesionales en el invernadero de San Felipe Tlalmimilolpan, donde se observó que varios procesos podrían beneficiarse significativamente al adherirse más estrictamente a las BPA y al proporcionar capacitación adecuada al personal involucrado. Para ello, se elaboró un formato de evaluación que contenía un listado de observaciones en áreas clave como higiene personal, procesos, instalaciones, mantenimiento, maquinaria y equipos, control de plagas, así como limpieza y desinfección. Posteriormente, se llevó a cabo un chequeo para identificar las infracciones en los procedimientos correspondientes a cada una de estas áreas.

Para satisfacer la necesidad expuesta al elaborar las diferentes recomendaciones para el invernadero en San Felipe Tlalmimilolpan, el plan de estudios de la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo Industrial 2015 de la Facultad de Ciencias Agrícolas proporciona las herramientas mediante diferentes Unidades de Aprendizaje. A continuación, en el Cuadro 1, se exponen las principales Unidades de Aprendizaje que tienen relación con el trabajo.

Cuadro No. 1. Relación entre el objetivo de las UA del Plan de estudios 2015 con el trabajo realizado en un invernadero de Arúgula (*Eruca sativa*) en San Felipe Tlalmimilolpan, Toluca, Estado de México

Unidades de Núcleo Básico Obligatorias		
Nombre de la Materia	Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	Relación de UA con las de BPA en el Invernadero de San Felipe Tlalmimilolpan, Toluca, Estado de México
Agrometeorología Cuantitativa	Explicar las condiciones meteorológicas, climáticas e hidrológicas y contrastar su interrelación en los procesos de la producción agrícola y en el acondicionamiento de los productos agroindustriales	Aportar los conocimientos meteorológicos, climáticas e hidrológicas para realizar las labores culturales en el invernadero.
Bioquímica General	Analizar los procesos del metabolismo primario y secundario de las plantas vasculares a través de técnicas y manejo.	Comprender el metabolismo de la planta para realizar adecuadamente el manejo del mismo durante su desarrollo
Edafología	Explicar las propiedades fisicoquímicas, y biológicas del suelo para un manejo adecuado con los sistemas de producción agrícola	Entender las características del suelo usado en el invernadero para sembrar el cultivo

Entomología Agrícola	Distinguir taxonómicamente los principales grupos de insectos dentro de los sistemas de producción agrícola, considerando aspectos morfológicos, fisiológicos y biológicos, distribución espacial, nivel de daño económico y las estrategias de control utilizadas para su manejo	Identificar los insectos que atacan al cultivo para saber el manejo de los mismos
Introducción a la Agroindustria	Adquirir un panorama agroindustrial a nivel regional, estatal, nacional e internacional.	Comprender el origen de los materiales que serán usados en el cultivo, así como su importancia
Matemáticas Básicas en Agronomía	Analizar el lenguaje matemático para explicar fenómenos de las Ciencias Agrícolas	Explicar matemáticamente los fenómenos que ocurren durante el desarrollo del cultivo
Microbiología General	Distinguir los grupos de microorganismos y su participación en los ciclos de los sistemas agrícolas	Identificación de microorganismos benéficos en el cultivo para usarlos y eliminar los patógenos para un desarrollo adecuado de la planta
Morfología Vegetal	Distinguir las estructuras morfológicas y anatómicas y su relación con los procesos fisiológicos agronómicos de plantas vasculares	Entender las estructuras morfológicas de la planta y su relación con la fisiología de la misma en cada etapa de su desarrollo
Química Agrícola	Analizar y usar conceptos de química orgánica e inorgánica asociados a la dinámica del suelo y el metabolismo vegetal	Usar los macro y micro elementos que proporciona la química en bienestar del desarrollo del cultivo

Sistemática Vegetal	Caracterizar los principales grupos taxonómicos de vegetales de importancia agronómica	Estudiar la clasificación, identificación, nomenclatura y relaciones de parentesco entre las diferentes variedades del cultivo
Unidades del Núcleo Sustantivo Obligatorias		
Administración agropecuaria	Analizar el proceso administrativo como herramienta para el uso eficiente y eficaz de los recursos en los sistemas de producción agropecuario	Aumentar la productividad, mejorar la calidad del cultivo y optimizar el uso de recursos, contribuyendo a una agricultura más eficiente y sostenible
Análisis de Alimentos	Analizar los principios y aplicaciones de las técnicas usadas en el análisis proximal de un alimento	Comprender como el análisis de alimentos se encarga de verificar que el producto obtenido del invernadero sea apto para el consumo y cumpla con los estándares de calidad y seguridad
Bioquímica de los Alimentos	Distinguir y examinar los principales fenómenos y cambio bioquímicos resultantes de las interacciones entre componentes	Entender como los procesos bioquímicos tienen en invernadero un entorno controlado que tiene un efecto significativo sobre la síntesis de compuestos bioactivos, así como del metabolismo secundario de la planta. Estos cambios pueden modificar las características nutricionales, sensoriales y funcionales del cultivo, lo que tiene implicaciones en la calidad del alimento
Economía Agropecuaria	Estudiar las bases teóricas y técnicas de la economía para analizar la producción y el intercambio en el sector agropecuario	Concebir como a través de la diversificación en la producción del cultivo, la reducción de los riesgos climáticos, la creación de empleos y la apertura de nuevos mercados, los invernaderos contribuyen a fortalecer al sector agropecuario

Fisiología Vegetal	Analizar los procesos fisiológicos vegetales a nivel de planta, órganos, y tejido que permitan un buen aprovechamiento agronómico	Proporcionar un control exacto de factores como luz, temperatura, bióxido de carbono y agua para favorecer una mejor salud y desarrollo del cultivo, permitiendo una producción mas eficiente y de alta calidad
Fisiología y Tecnología de Postcosecha	Explicar los procesos fisiológicos, físicos y bioquímicos que ocurren durante la maduración y senescencia de las flores, frutas y hortalizas	Diseñar técnicas y procesos de conservación y manejo postcosecha para alargar la vida de anaquel de los productos fresco obtenido en el invernadero
Ingeniería de Procesos	Diseñar procesos agroindustriales de producción optimizados y sustentables para pequeñas y medianas empresas agroindustriales	Diseñar los diagramas de flujo para saber los puntos críticos de control del cultivo
Modelos Matemáticos	Analizar y construir modelos matemáticos que expliquen fenómenos agrícolas	Saber la densidad del cultivo, distancia del surco y distancia entre planta y planta para determinar un total de plantas en invernadero
Operaciones Unitarias	Examinar los procesos unitarios de transformación, que ocurren en la agroindustria	Identificar los procesos que se realizan en cada etapa de la producción del cultivo
Química Orgánica y Macromolecular	Estudio de la química orgánica aplicada hacia los seres vivos en general y hacia la agronomía en particular	Facilitar la optimización del metabolismo de las plantas y su capacidad para producir compuestos en respuesta diferentes tipos de estrés, lo que impactará en la calidad y cantidad del producto obtenido en el invernadero

Sistemas de Calidad e Inocuidad Alimentaria	Identificar y desarrollar sistemas de calidad e inocuidad alimentaria, en base a la normatividad vigente; para asegurar la inocuidad alimentaria y la de toma de decisiones que permitan la operación y mejora continua de un proceso productivo.	Conocer las bases normativas de la inocuidad alimentaria para ofrecer un producto con las mismas características
Unidades del Núcleo Integral Obligatorias		
Formulación y Evaluación de Proyectos	Implementar las herramientas de la economía, administración, mercadotecnia, procesos productivos y organización de la empresa para la formulación y evaluación de proyectos agropecuarios de desarrollo económico	Conocer cuanto es el precio de producción del alimento a generar, así como también saber la ganancia que se obtendrá de él
Normatividad Agropecuaria	Examinar el marco normativo de las instituciones que integran la agricultura y la agroindustria	Conocer y aplicar la normatividad vigente en el proyecto asegura la funcionalidad del mismo
Práctica Profesional	Integrar los conocimientos, habilidades y valores adquiridos a lo largo de la formación profesional en algunas de las áreas y sectores de inserción laboral que define el perfil de egreso	Aplicar los conocimientos adquiridos durante la licenciatura en el proyecto productivo

Unidades de Aprendizaje Optativas

Agroecología	Analizar y usar los elementos del desarrollo sostenible y de la agricultura tradicional de México para el manejo agronómico de los sistemas artificiales	Hacer uso sostenible de métodos menos contaminantes es prioridad en la actualidad
Sistemas de Irrigación	Analizar y usar los conocimientos de hidráulica principalmente para el diseño de los sistemas de riego por gravedad y presurizados, así como la conservación y mantenimiento de la infraestructura de riego	El saber el uso eficiente del agua y aprovecharla al máximo

Fuente: elaboración propia con datos de (Domínguez *et al.*, 2003)

El presente documento de “Reporte de aplicación de conocimientos” muestra que los conocimientos adquiridos coinciden con el **Perfil de Egreso** del pasante de Ingeniero Agrónomo Industrial, Sebastián Coyoli López, el cual se cita a continuación.

El Ingeniero Agrónomo Industrial será un profesional con un fuerte sentido de responsabilidad social y ética, capaz de comprender las etapas básicas de la producción agrícola y pecuaria.

Su formación le permitirá elaborar proyectos para la creación de agroindustrias micro, pequeñas y medianas que sean rentables y sostenibles. Además, estará capacitado para planear, organizar, administrar, readecuar y optimizar las plantas agroindustriales existentes, promoviendo relaciones sociales justas y equitativas.

Este profesional deberá poseer actitudes y valores de responsabilidad y honestidad (Domínguez *et al.*, 2003).

Adicionalmente, el Ingeniero Agrónomo Industrial contará con una formación sólida en Investigación Científica y Tecnológica, en la cual aplicará sus conocimientos, destrezas y habilidades para la detección y solución de problemas en los procesos de manejo, acondicionamiento, transformación, comercialización y mejora continua de la calidad de los productos agropecuarios (Domínguez *et al.*, 2003).

Asimismo, se le proporcionará una formación administrativa que le permitirá planear y organizar los procesos de producción agroindustrial, abarcando desde su inicio hasta la evaluación final, así como gestionar el manejo social de los productores (Domínguez *et al.*, 2003).

III. Análisis de alternativas previas de solución

Se realizó con el productor un análisis de alternativas previas de solución para garantizar la inocuidad en el cultivo de arúgula (*Eruca sativa*) en invernadero, considerando los enfoques de ISO 22000, HACCP y BPA.

Cada alternativa tiene sus propias ventajas y desventajas, y la decisión final debe considerar el contexto específico del cultivo de arúgula (*Eruca sativa*) y los objetivos del productor.

A continuación, se describirá el análisis que se realizó con respecto a los tres Sistemas de Calidad

1. ISO 22000

- Implementación: Requiere un enfoque sistemático y la integración de diversas prácticas de gestión de la inocuidad. Esto puede implicar capacitación extensa y el establecimiento de protocolos.
- Recursos: Necesita inversión en formación, auditorías y documentación. Puede ser un desafío para pequeños productores.
- Adaptabilidad: Se adapta bien a la cadena de suministro, pero puede ser complejo para empresas que no están familiarizadas con sistemas de gestión.

2. HACCP

- Enfoque Preventivo: Se centra en identificar y controlar peligros críticos, lo que puede ser muy efectivo en la producción agrícola.
- Costo: Relativamente bajo en comparación con ISO 22000, pero aún requiere capacitación y recursos para la implementación.
- Flexibilidad: Puede aplicarse a diferentes tipos de cultivos y sistemas, pero su eficacia depende del compromiso del personal.

3. BPA (Buenas Prácticas Agrícolas)

- Facilidad de Implementación: Generalmente más fácil de aplicar, lo que la hace accesible para pequeños y medianos productores.
- Sostenibilidad: Fomenta prácticas agrícolas responsables, lo que puede atraer a consumidores que valoran la sostenibilidad.
- Limitaciones: Puede no ser tan exhaustivo como HACCP o ISO 22000 en términos de control de peligros específicos, y la falta de estandarización puede generar confusión.

En el Cuadro No. 1, se resume la comparación de las alternativas de calidad previas a la solución.

Cuadro No. 1 Comparación de alternativas de calidad previas a la solución

Criterio	ISO 22000	HACCP	BPA
Enfoque	Sistema de gestión integral	Enfoque preventivo específico	Prácticas agrícolas sostenibles
Complejidad	Alta	Moderada	Baja
Costos	Altos (capacitaciones, auditorías)	Moderados (formación)	Bajos
Adaptabilidad	Alta (cadena de suministro)	Alta (flexible a cultivos)	Moderada (prácticas generales)
Sostenibilidad	Moderada	Baja	Alta
Eficiencia en control	Alta	Alta	Moderada

En resumen, se llegó a la siguiente conclusión:

ISO 22000 es ideal para empresas que buscan un sistema integral de gestión de la inocuidad y están dispuestas a invertir recursos significativos.

HACCP es una opción sólida para aquellos que desean un enfoque preventivo sin la complejidad de ISO 22000.

BPA es la opción más accesible y sostenible, adecuada para productores más pequeños que buscan mejorar sus prácticas sin complicaciones.

Ahora bien, la elección de la mejor alternativa fue la de desarrollar un Sistema de BMA para arúgula (*Eruca sativa*) después de que el productor considero varios factores, como el tamaño de la operación, los recursos disponibles y el enfoque hacia la sostenibilidad.

IV. Solución propuesta o implementada

Zona de estudio

San Felipe Tlalmimilolpan es una localidad ubicada en el municipio de Toluca, Estado de México, en México. Se encuentra en la región central del estado, a unos 8 kilómetros al suroeste del centro de Toluca, la capital estatal. Esta localidad es conocida por su tradición agrícola y actividades comunitarias que conservan elementos de la cultura mexiquense (Gobierno del Estado de México, 2025).

El proyecto se localiza en la comunidad de San Felipe Tlalmimilolpan, que se encuentra ubicada al suroeste del municipio de Toluca, Estado de México, el invernadero cuenta con una dimension de 400 mt.

Distribución general

- **Área total del invernadero:** 20 mt de ancho por 20 mt de largo.

- **Camas de cultivo:**
 - Ancho de cada cama: 1 mt (recomendado para facilitar la siembra, manejo y cosecha).
 - Longitud de cada cama: 18 mt (dejando espacio en los extremos para maniobras).
 - Número de camas: 8 camas (4 a cada lado del invernadero).

- Espacio total de cultivo: 144 mt² (considerando 8 camas).

- **Pasillos:**
 - Ancho de pasillos principales: 1 mt (entre los bloques de camas para acceso fácil).
 - Ancho de pasillos secundarios (entre camas): 0.5 mt.
 - Área ocupada por pasillos: 64 mt².

- **Espacios adicionales:**
 - Área para zonas de acceso, almacenamiento y otros usos: 36 mt²

Este diseño permite maximizar el espacio útil para el cultivo y mantener accesibilidad en el manejo (Figuras 1 y 2).



Figura No. 1 Exterior del invernadero



Figura No. 2 Interior del invernadero

El trabajo tuvo sustento en tres documentos que sirvieron como guía para la elaboración del listado de buenas prácticas que se ponen o no en práctica durante la producción de arúgula (*Eruca sativa*) en la comunidad de San Felipe Tlalmimilolpan, Toluca, Estado de México. Tales documentos son:

- Manual de Buenas Prácticas Agrícolas del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C 2002.
- En el Boletín Hortícola Pampeano N° 2 cultivo de la arúgula (*Eruca sativa*) (Ministerios de la Producción y de Educación de la provincia de La Pampa), entre septiembre y diciembre de 2019.

- Guía para la implementación de un sistema de trazabilidad de vegetales para consumo en fresco (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021).

A manera de lista se fueron prevaluando tres áreas dentro de la empresa: Buenas prácticas agrícolas, higiene personal e instalaciones. El propósito de dicho listado fue detectar observaciones positivas y/o negativas para diseñar un plan de solución.

El formato elaborado para la evaluación consta de una serie de observaciones de los procedimientos, cada uno de acuerdo al área donde se decidió evaluar (Buenas prácticas, higiene personal e instalaciones.) dentro de la empresa.

Este formato está diseñado para ser calificado positiva (Si Cumple = SC) o negativamente (No Cumple = NC) de acuerdo al grado de importancia acorde al Manual de Buenas Prácticas Agrícolas y a la guía para la implementación de un sistema de trazabilidad de vegetales para consumo en fresco (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021).

Primero se obtuvo una calificación por área, el procedimiento se explica de la siguiente manera:

- Se calificó el formato de evaluación seleccionando la casilla SC o NC (ubicadas de lado derecho de dicho formato) de cada una de las

observaciones presentadas a manera de lista.

- Se obtuvo un promedio de acuerdo al total de SC o NC, estos recolectados de cada uno de los formatos de evaluación. (Dividiendo el 48 número de casillas de SC, o el número de casillas de NC entre el número de observaciones, para después multiplicarlo por 100).
- La calificación de ambos promedios para SC o NC se registró en la parte inferior del formato de evaluación.

En la parte inferior del formato de evaluación (Cuadros No. 3-5) se encuentra una fila que expresa “Tipo de observación”, para lo cual se explica lo siguiente:

De acuerdo al Manual de Buenas Prácticas Agrícolas y a la guía para la implementación de un sistema de trazabilidad de vegetales para consumo en fresco (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021). Se adaptaron estos niveles de importancia a cada área, lo cual hizo decidir las siguientes puntuaciones (Cuadro No. 1).

Cuadro No. 2 Valor de las áreas evaluadas

Áreas	Valor (%) de acuerdo a su nivel de importancia
Buenas prácticas agrícolas	40
Higiene personal	30
Instalaciones	30

Nota: La sumatoria de las tres áreas descritas dará como resultado total el 100% correspondiente para toda la empresa.

Para decidir el *valor (%) de las áreas evaluadas de acuerdo a su nivel de importancia* (Cuadro No. 2), se tomó en consideración lo siguiente:

Para buenas prácticas agrícolas se decidió un valor de 40.0%, debido a que es lo más importante en el cultivo, para higiene personal e instalaciones se decidió un valor de 30.0% porque también es importante la higiene y las instalaciones donde se lleva a cabo el proceso.

Cada área será evaluada del Cuadro No.1 para detectar las diferentes violaciones en las que se pudiera incurrir. Considerando como violación al grado de cumplimiento o no cumplimiento de la observación propuesta en los Cuadros del No. 3 al . Las violaciones fueron clasificadas tomando en consideración a Denton (2010) como se indica a continuación:

- **Violación Crítica (VC)**

Son acciones que afectan al producto final ocasionando riesgos en la salud de los consumidores y afectan el costo de la producción, como gastos importantes en donde se exija fabricar de nuevo el producto.

- **Violación mayor (VM)**

Son acciones que afectan la apariencia del producto causado por fallas mecánicas o humanas y afectan las cualidades y el rendimiento del producto.

- **Violación menor (Vm)**

Son acciones que afectan la imagen de la empresa, sin afectar al producto o al consumidor. Si Cumple o cuándo la observación se es llevada a cabo de manera correcta.

El Cuadro No. 3 describe el % cumplimiento de acuerdo al tipo de violaciones encontradas en los formatos de evaluación que se presentan en los Cuadros No. 3 al No. 6.

Cuadro No. 3 % de violaciones encontrados

% de cumplimiento	Tipo de violación
0.0 – 30.0	Violación Crítica
31.0 – 60.0	Violación Máxima
61.0 – 90.0	Violación Mínima
91.1 – 100	Si Cumple

Una vez detallada la forma de evaluación, se muestran los formatos para cada una de las áreas en los Cuadros No. 3 al 5.

Cuadro No. 4 Formato de evaluación de Buenas Prácticas Agrícolas

Observación encontrada	Si se realiza	No se realiza
Antes de la siembra		
Preparación del terreno antes de la siembra		
Desinfección del suelo		
Análisis de suelo		
Incorporación de materia orgánica		
Surcado con curvas a nivel		
Preparación del sistema de riego		
Media sombra		
Obtención de semilla		
Compra de semilla certificada		
Selección de semilla		
Sembrar lotes exclusivos para obtener semilla		
Obtener semilla del mismo lote para comercialización		
Marcado de plantas para semilla dentro del lote		
Cosecha de plantas marcadas para semilla		
Desinfección de la semilla		
Manejo de la semilla		
Seleccionar semilla por tamaño y brotes		
Corte de semillas grandes ya brotadas para dirigir el corte		
Siembra		
Excavación del surco		
Colocación de la semilla en el surco		
Distancia entre surcos de 80 cm a 1 m dependiendo la temporada de siembra		

(sequía o lluvias).		
Distancia entre plantas de 20 a 40 cm dependiendo la humedad del suelo		
Profundidad de siembra de 10 a 20 cm		
Manejo del cultivo		
Raleo		
Subir la tierra al cuello de la planta de la papa		
Aplicación de herbicidas pre-emergencia y emergencia temprana		
Identificar plantas hospederas de plagas y eliminarlas		
Muestrear continuamente las plantaciones para identificar plagas y enfermedades		
Control químico de plagas y enfermedades		
Buena cobertura de aplicación de agroquímicos		
Utilización de fungicidas preventivos y buen programa de monitoreo		
Buen manejo de riegos		
Buena nutrición de la planta		
Limpieza de los alrededores del cultivo		
Buen control de malezas		
Deshierbe manual o mecánico		
Uso de herbicidas con todas las medidas de bioseguridad		
Buena humedad del suelo antes de aplicar herbicidas		
Cosecha		
Cosechar de 15 a 21 días después de la defoliación		

Cosecha manual según la capacidad de recolección		
Realiza en atados de 250 a 400 g		
Corta a ras del suelo		
Postcosecha		
Arar la tierra inmediatamente después de la cosecha para combatir plagas		
Rotación de cultivos que sean de la misma familia		
Almacenamiento		
Almacenamiento en bolsas de plástico con orificios para incrementar la vida de anaquel		
Salud, seguridad y bienestar de los trabajadores		
Buena higiene personal		
No ingerir bebidas o alimentos en las labores		
Mantener uñas cortas		
Lavado frecuente de manos con agua y jabón		
No fumar		
No escupir		
No traer animales domésticos al invernadero		
Uso adecuado de servicios higiénicos		
Instalaciones con lavamanos con agua potable y jabón		
Correcto lavado de manos		
En caso de heridas, curar y cubrir la lesión antes de continuar laborando		
Notificar cualquier malestar		
Contar con botiquín vigente a la mano		
Para manipular plaguicidas utilizar el equipo		

de protección adecuado: ropa impermeable, guantes, botas, mascarilla, lentes de protección, protectores auditivos		
Baño después de aplicar plaguicidas		
Instalaciones		
Almacén de agroquímicos en buenas condiciones, que protejan del clima, piso impermeable, buena ventilación, buena iluminación, bajo llave con una persona responsable del manejo y uso seguro de los productos		
Productos en sus envases originales con etiqueta legible		
Productos en anaqueles, nunca en contacto con el suelo		
En los anaqueles, los líquidos van debajo de los sólidos		
Conservación del medio ambiente		
Terrenos inclinados los surcos deben seguir las curvas de nivel o perpendicular a la pendiente con leve inclinación		
Recolección de residuos (bolsas, botellas, cartón papel) para ser depositados en un bote de basura		
Envases de agroquímicos deben ser tratados mediante el triple lavado, se almacenan y se entregan a un centro de acopio para su disposición		
Puntaje arrojado		
Total de SC		
Total de NC		

Promedio SC	
Promedio NC	
Tipo de Violación	

Cuadro No. 5 Formato de evaluación para el área de Higiene personal

Observación encontrada	Si cumple	No cumple
Lavado de manos antes de iniciar con el proceso		
Correcto lavado de manos de acuerdo a NOM 251 2009		
Uso de papel de toalla para secar manos después de su lavado		
Uso de uniforme o ropa exclusiva para trabajar (que no sea ropa de calle)		
Uso de bata color claro sobre ropa de trabajo		
Uso de calzado de seguridad limpio		
Uso de calzado de seguridad antiderrapante		
Uso de cubrebocas, asegurando nariz y boca		
Uso de gorra o malla que cubra el cabello completamente		
Uso de delantal plástico en proceso de producción		
Uso de guantes de plástico		
Aseo diario y ropa limpia en el personal		
Ausencia de joyas en manos, cuello y oídos		
En presencia de bigote o barba en personal masculino obligatoriamente se debe utilizar cubrebocas		
Evitar comer en el área de producción		
Evitar fumar en el área de producción		

Evitar mascar chicle en el área de producción		
Evitar asistir enfermo		
Evitar asistir si se tienen heridas expuestas		
Contar con botiquín de primeros auxilios completo de acuerdo a la NOM-005-1998		
PUNTAJE ARROJADO		
Total de SC		
Total de NC		
Promedio SC		
Promedio NC		
Tipo de Violación		

Nota: (SC = Si Cumple) (NC = No Cumple). Todas las observaciones enlistadas se encuentran descritas en el punto 5.1

Cuadro No. 6 Formato de evaluación para el área de las instalaciones

Observación encontrada	Si cumple	No cumple
Vías de acceso de recepción de materia prima al área de almacenamiento		
Área de basura y desechos identificada		
Área de basura y desechos retirada de la bodega		
Área de producción separada del resto de las áreas		
Drenajes sin encharcamientos		
Espacio que permita la instalación de los equipos necesarios para la producción de la arúgula (<i>Eruca sativa</i>)		

Iluminación en cada una de las zonas de manipulación del producto		
Desnivel de desagüe para evitar encharcamientos (2% en relación al nivel del suelo)		
Suministro de agua potable dentro de la bodega		
Instalaciones sin cableado a la vista		
Inspección de instalaciones eléctricas		
PUNTAJE ARROJADO		
Total de SC		
Total de NC		
Promedio SC		
Promedio NC		
Tipo de Violación		

Nota: SC (Si Cumple), NC (No Cumple). Todas las observaciones enlistadas se encuentran descritas en el punto 5.4

V. Evaluación de la solución

De acuerdo con lo evaluado en la zona de estudio, tomando en cuenta las observaciones descritas en los formatos de cada una de las áreas, los resultados de la evaluación se observan en los siguientes cuadros:

Cuadro No. 7 formato de buenas prácticas agrícolas con observaciones encontradas

Observación encontrada	Si se realiza	No se realiza
Antes de la siembra		
Preparación del terreno antes de la siembra	x	
Desinfección del suelo		x
Análisis de suelo		x
Incorporación de materia orgánica	x	
Preparación del sistema de riego		x
Media sombra		x
Obtención de semilla		
Compra de semilla certificada	x	
Selección de semilla		x
Sembrar lotes exclusivos para obtener semilla		x
Obtener semilla del mismo lote para comercialización		x
Marcado de plantas para semilla dentro del lote		x
Cosecha de plantas marcadas para semilla		x
Desinfección de la semilla		x
Manejo de la semilla		
Seleccionar semilla por tamaño y brotes		x
Corte de semillas grandes ya brotadas para dirigir el corte		x

Siembra		
Excavación del surco		x
Colocación de la semilla en el surco		x
Distancia entre surcos de 80 cm a 1 m dependiendo la temporada de siembra (sequía o lluvias).	X	
Distancia entre plantas de 20 a 40 cm dependiendo la humedad del suelo		x
Profundidad de siembra de 10 a 20 cm	X	
Manejo del cultivo		
Raleo		x
Subir la tierra al cuello de la planta		x
Aplicación de herbicidas pre-emergencia y emergencia temprana		x
Identificar plantas hospederas de plagas y eliminarlas	X	
Muestrear continuamente las plantaciones para identificar plagas y enfermedades	X	
Control químico de plagas y enfermedades	X	
Buena cobertura de aplicación de agroquímicos	x	
Utilización de fungicidas preventivos y buen programa de monitoreo	x	
Buen manejo de riegos		x
Buena nutrición de la planta		x
Limpieza de los alrededores del cultivo	X	
Buen control de malezas	X	
Deshierbe manual o mecánico	X	
Uso de herbicidas con todas las medidas de		x

bioseguridad		
Buena humedad del suelo antes de aplicar herbicidas	X	
Cosecha		
Cosechar de 15 a 21 días después de la defoliación		x
Cosecha manual según la capacidad de recolección	X	
Realiza en atados de 250 a 400 g		x
Corta a ras del suelo	X	
Postcosecha		
Arar la tierra inmediatamente después de la cosecha para combatir plagas		X
Rotación de cultivos que sean de la misma familia		X
Almacenamiento		
Almacenamiento en bolsas de plástico con orificios para incrementar la vida de anaquel	X	
Salud, seguridad y bienestar de los trabajadores		
Buena higiene personal	X	
No ingerir bebidas o alimentos en las labores	X	
Mantener uñas cortas	X	
Lavado frecuente de manos con agua y jabón	X	
No fumar	X	
No escupir	X	
No traer animales domésticos al invernadero		X
Uso adecuado de servicios higiénicos	X	
Instalaciones con lavamanos con agua potable y jabón	X	
Correcto lavado de manos		X
En caso de heridas, curar y cubrir la lesión antes	X	

de continuar laborando		
Notificar cualquier malestar	X	
Contar con botiquín vigente a la mano	X	
Para manipular plaguicidas utilizar el equipo de protección adecuado: ropa impermeable, guantes, botas, mascarilla, lentes de protección, protectores auditivos		X
Baño después de aplicar plaguicidas		X
Instalaciones		
Almacén de agroquímicos en buenas condiciones, que protejan del clima, piso impermeable, buena ventilación, buena iluminación, bajo llave con una persona responsable del manejo y uso seguro de los productos	X	
Productos en sus envases originales con etiqueta legible	X	
Productos en anaqueles, nunca en contacto con el suelo	X	
En los anaqueles, los líquidos van debajo de los sólidos	X	
Conservación del medio ambiente		
Terrenos inclinados los surcos deben seguir las curvas de nivel o perpendicular a la pendiente con leve inclinación		X
Recolección de residuos (bolsas, botellas, cartón papel) para ser depositados en un bote de basura	X	
Envases de agroquímicos deben ser tratados mediante el triple lavado, se almacenan y se entregan a un centro de acopio para su disposición		X
Puntaje arrojado		

Total de SC	33
Total de NC	31
Promedio SC	51.5%
Promedio NC	48.4%
Tipo de Violación	Violación maxima

Cuadro No. 8 formato de evaluación para el área de higiene personal con observaciones encontradas

Observación encontrada	Si cumple	No cumple
Lavado de manos antes de iniciar con el proceso		X
Correcto lavado de manos de acuerdo a NOM 251 2009		X
Uso de papel de toalla para secar manos después de su lavado	X	
Uso de uniforme o ropa exclusiva para trabajar (que no sea ropa de calle)	X	
Uso de bata color claro sobre ropa de trabajo		X
Uso de calzado de seguridad limpio		X
Uso de calzado de seguridad antiderrapante		X
Uso de cubrebocas, asegurando nariz y boca		X
Uso de gorra o malla que cubra el cabello completamente	X	
Uso de delantal plástico en proceso de producción		X
Uso de guantes de plástico	X	
Aseo diario y ropa limpia en el personal	X	
Ausencia de joyas en manos, cuello y oídos	X	

En presencia de bigote o barba en personal masculino obligatoriamente se debe utilizar cubrebocas		X
Evitar comer en el área de producción	X	
Evitar fumar en el área de producción	X	
Evitar mascar chicle en el área de producción	X	
Evitar asistir enfermo	X	
Evitar asistir si se tienen heridas expuestas	X	
Contar con botiquín de primeros auxilios completo de acuerdo a la NOM-005-1998	X	
PUNTAJE ARROJADO		
Total de SC		12
Total de NC		8
Promedio SC		60%
Promedio NC		40%
Tipo de Violación		Violación maxima

Nota: (SC = Si Cumple) (NC = No Cumple). Todas las observaciones enlistadas se encuentran descritas en el punto 5.1

Cuadro No. 9 formato de evaluación para el área de las instalaciones con observaciones encontradas

Observación encontrada	Si cumple	No cumple
Vías de acceso de recepción de materia prima al área de almacenamiento	X	
Área de basura y desechos identificada	X	
Área de basura y desechos retirada de la bodega	X	
Área de producción separada del resto de las áreas	X	
Drenajes sin encharcamientos		X
Espacio que permita la instalación de los equipos	X	

necesarios para la producción de la arúgula (<i>Eruca sativa</i>)		
Iluminación en cada una de las zonas de manipulación del producto	X	
Desnivel de desagüe para evitar encharcamientos (2% en relación al nivel del suelo) Suministro de agua potable dentro de la bodega	X	
Instalaciones sin cableado a la vista	X	
Inspección de instalaciones eléctricas		X
PUNTAJE ARROJADO		
Total de SC		8
Total de NC		2
Promedio SC		80%
Promedio NC		20%
Tipo de Violación	Violación mínima	

Nota: SC (Si Cumple), NC (No Cumple). Todas las observaciones enlistadas se encuentran descritas en el punto 5.4

De acuerdo con los resultados arrojados en el Cuadro No. 3 (Formato de evaluación de buenas prácticas agrícolas), se encontró que las prácticas agrícolas que se tienen en la zona de estudio presentan una violación máxima de acuerdo con la evaluación realizada, por lo que se llegó a lo siguiente:

Antes de la siembra

En la *Preparación del terreno antes de la siembra*, si se realiza, de acuerdo a Agropinos, 2021 Para cultivar, es indispensable preparar la tierra con el fin de que los productos nazcan saludables y las plantas salgan impecables.

No se realiza *desinfección del suelo*, una adecuada desinfección del suelo

favorece un óptimo inicio de cultivo, reduciendo los posibles problemas relacionados con plagas y enfermedades a lo largo de la campaña. Esto es relevante en cultivos de invernadero, donde las condiciones de temperatura y humedad pueden favorecer la supervivencia de organismos patógenos (Agroliner. 2018).

No se realiza un *análisis de suelo*, el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA, 2019) destaca que realizar un análisis de suelo es fundamental para garantizar la sostenibilidad agrícola. Este proceso permite evaluar las condiciones del suelo, como su capacidad para retener nutrientes, su nivel de fertilidad, y la presencia de elementos contaminantes. Con esta información, los agricultores pueden tomar decisiones más acertadas sobre la aplicación de fertilizantes, optimizando los recursos y minimizando impactos ambientales negativos.

La *incorporación de materia orgánica* si se hace, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2017), la incorporación de materia orgánica al suelo tiene varios beneficios cruciales para la agricultura sostenible. Entre los principales se destacan:

1. **Mejora la fertilidad del suelo:** La materia orgánica es una fuente importante de nutrientes que se liberan gradualmente, lo que favorece el crecimiento de las plantas.
2. **Mejora la estructura del suelo:** La materia orgánica ayuda a aglutinar las partículas del suelo, mejorando su aireación, retención de agua y facilidad

para el laboreo.

3. **Aumenta la capacidad de retención de agua:** Los suelos con alta materia orgánica tienen mayor capacidad para almacenar agua, lo que es beneficioso en períodos de sequía.
4. **Facilita la actividad microbiana:** La incorporación de materia orgánica mejora la biodiversidad del suelo, estimulando la actividad microbiana que favorece la descomposición y la formación de humus.

Este tipo de prácticas contribuye a la sostenibilidad agrícola y a la protección del medio ambiente.

No se realiza la *preparación del sistema de riego*, la implementación de un sistema de riego en invernaderos ofrece múltiples beneficios que optimizan el crecimiento y la salud de los cultivos dos de estos son:

- **Ahorro de agua:** Los sistemas de riego en invernaderos permiten una distribución eficiente del agua, reduciendo el desperdicio y asegurando que las plantas reciban la cantidad adecuada de humedad (Sembralia, 2021).
- **Control de la humedad:** Mantener niveles óptimos de humedad es esencial para el desarrollo de las plantas. Un sistema de riego adecuado facilita este control, promoviendo un ambiente favorable para el crecimiento (Sembralia, 2021).

No están colocadas las cintillas en ningún surco, debido a que dejó de funcionar el sistema de riego y por ende se dejó de lado el sistema de riego con el que cuenta el invernadero, por lo que se requiere comprar cintilla nueva e instalarla en el sistema, ya que la única forma en la que se riega es con ayuda de una manguera, debido a lo anterior, es indispensable realizar la reparación del sistema de riego ya que, con él, los riegos se harán más eficientemente y no habrá mucho desperdicio de agua, ya que con la forma en la que se está regando no se tiene control de la cantidad de agua, de Oliveira., *et al* (2019) mencionan que el consumo total de agua del cultivo de arúgula durante el ciclo de crecimiento de 23 días fue de 113,27 mm, por lo que los valores de coeficiente recomendados para la arúgula de riego por goteo cultivada en ambientes protegidos en condiciones de clima subtropical son 1,92, 1,03 y 1,80 en las etapas inicial, media y tardía, respectivamente.

No se coloca *media sombra*, dos de los beneficios de tener media sombra es Reducción de la temperatura, la malla de sombra disminuye la temperatura interna del invernadero, creando un ambiente más favorable para el desarrollo de las plantas y reduciendo el estrés térmico. (San Vicente Construcciones, 2021).

Disminuye de la evaporación, al reducir la radiación solar directa, se disminuye la evaporación del agua en el sustrato, lo que contribuye a una mejor retención de humedad y reduce la necesidad de riegos frecuentes (Castillo Arnedo, 2021).

Obtención de semilla

Es otro de los puntos donde existe una gran oportunidad de mejora, debido a que si bien, las semillas con las que se cuenta para realizar plantas nuevas, no se obtienen de las plantas ya existentes dentro del invernadero, son compradas de la empresa Falcon Seeds (variedad Hara) que cuenta con el 85% de germinación garantizada, por lo que no se cuentan con surcos exclusivos en el invernadero para obtener semillas, para los fines del invernadero, no es necesario establecer un surco o varios para la obtención de semillas, ya que el objetivo primordial es producir arúgula.

Compra de semilla, certificada Garantiza uniformidad, alta tasa de germinación y resistencia a enfermedades (FAO, 2021).

Selección de semilla, Mejora la calidad del cultivo y reduce la probabilidad de enfermedades (CIMMYT, 2020).

Sembrar lotes exclusivos para obtener semilla, Asegura pureza genética y evita contaminación con variedades inferiores (ISTA, 2019).

Marcado y cosecha de plantas para semilla, Facilita la selección de plantas sanas y de alto rendimiento (Hampton, 2022).

Desinfección de la semilla, Reduce patógenos y mejora la tasa de germinación (Bennett *et al.*, 2021). el proceso de desinfección de la semilla no se realiza, ya que la semilla que se adquiere cuenta con el tratamiento THIRAM, el cuál es un fungicida de contacto ampliamente usado para el tratamiento de semilla destinada a la siembra, útil para el control de las enfermedades fungosas que

dañan a semillas gramíneas y hortalizas. Al no realizarse labores enfocados en la obtención de semillas, lo que se recomienda es manejar adecuadamente las semillas que se compran, ya que en ocasiones se llegan a desperdiciar semillas en el manejo que se tiene, ejemplo, cuando se realizan las charolas de germinación, se llegan a colocar semillas de más en las cavidades durante la siembra en charolas, ya que la siembra se realiza con ayuda de un dispensador casero por lo que al momento de sembrar no se controla al 100% la caída de las semillas; por lo que una vez se abra la bolsa de donde se encuentran las semillas, se deben mantener la bolsa cerrada en un espacio fresco y seco, Doria, J. (2010) menciona dos puntos clave en su conservación:

1. Ubicándolo en un área geográfica donde las condiciones climáticas sean favorables, con lo cual solo bastaría secar las semillas y llevar su contenido de humedad a un nivel de equilibrio con el ambiente que la rodea, luego empacarlas para evitar cualquier tipo de contaminación o absorción de humedad.

2. Controlando los factores ambientales que las rodean, como lo son: Abierto (sin control de humedad ni temperatura), en seco con control de humedad, en seco con control de humedad y temperatura, en húmedo sin control de humedad ni temperatura y en frío-húmedo.

Manejo de la Semilla

Selección por tamaño y brotes, mejora la uniformidad de crecimiento y desarrollo (FAO, 2020). Para el tema de la siembra, no se realiza directamente al suelo, el proceso que se realiza para la elaboración de plantula de arúgula (*Eruca sativa*)

consiste en preparar el sustrato a base de peat moss y agrolita, el peat moss ayuda a retener los nutrientes que se le añaden mientras que la agrolita permite el correcto flujo de agua dentro de los semilleros, en una relación recomendada de 40% perlita y 60% peat moss una vez realizado, se proceden a llenar las charolas de germinación, donde se colocaran alrededor de 3 semillas de arúgula por cavidad, una vez que comienzan a germinar, se añade más sustrato (se vuelve a preparar sustrato de peat moss y agrolita) sobre la plantula emergente como se observa en la figura 3 para posteriormente ser llevadas al invernadero. La manera en la que se realizan las charolas no es la ideal, debido a que no se cubre la semilla desde el inicio y se cubre hasta que empieza a emerger, por lo que el éxito del desarrollo de las plantas disminuye drásticamente debido a que se dificulta la salida del tallo hacia la superficie y por lo tanto es más lento su desarrollo, por ende, es necesario cubrir las semillas desde el momento en que son colocadas sobre el sustrato y no cuando ya emergieron.

Corte de semillas grandes ya brotadas, asegura un crecimiento homogéneo en el campo (ISTA, 2021).

Siembra

Excavación del surco y colocación de semilla, optimiza la distribución y germinación (CIMMYT, 2021).

Distancia entre surcos y plantas, mejora el uso de recursos como agua y nutrientes (FAO, 2019).

Profundidad de siembra, asegura condiciones óptimas de germinación (Bennett et al., 2020).

Manejo del cultivo

Raleo y subir la tierra al cuello, favorece el desarrollo radicular (FAO, 2021).

Aplicación de herbicidas y control de malezas, reduce la competencia y mejora el rendimiento (Hampton, 2020).

Identificación y eliminación de plantas hospederas, previene plagas y enfermedades (CIMMYT, 2021).

Monitoreo y control químico, mantiene la sanidad del cultivo (Bennett *et al.*, 2022).

Cosecha

Cosechar en el tiempo adecuado, optimiza la calidad y rendimiento del producto final (FAO, 2019).

Cosecha manual, reduce daños mecánicos en el producto (ISTA, 2020).

Postcosecha

Arado inmediato y rotación de cultivos, mejora la salud del suelo y reduce plagas (CIMMYT, 2020).

Almacenamiento

Uso de bolsas perforadas, mantiene la calidad y prolonga la vida útil del producto (FAO, 2021).

Salud y seguridad laboral

Higiene y seguridad, reduce riesgos de enfermedades y accidentes laborales (Hampton, 2021).

Instalaciones y conservación del medio ambiente

Almacén de agroquímicos adecuado, previene contaminación y protege la salud (FAO, 2019).

Recolección y disposición adecuada de residuos, reduce el impacto ambiental (CIMMYT, 2021).

Salud y seguridad laboral

Lavado de manos antes del proceso, previene la contaminación y reduce la transmisión de enfermedades (NOM-251-SSA1, 2009).

Correcto lavado de manos, garantiza una higiene adecuada en el manejo de alimentos y procesos de producción (FAO, 2021).

Uso de papel de toalla para secado, evita la proliferación de bacterias en las manos húmedas (OMS, 2020).

Uso de uniforme exclusivo, reduce la introducción de contaminantes al área de producción (CIMMYT, 2021).

Uso de bata color claro, permite identificar rápidamente la suciedad y mantener estándares de higiene (FAO, 2019).

Uso de calzado de seguridad, protege contra accidentes laborales y mejora la seguridad en el área de trabajo (OSHA, 2021).

Uso de cubrebocas y malla para cabello, reduce la contaminación por gotas de saliva y cabellos sueltos (OMS, 2020).

Evitar consumo de alimentos, tabaco y chicle, minimiza el riesgo de contaminación cruzada y mejora la seguridad alimentaria (FAO, 2019).

No asistir enfermo o con heridas expuestas, previene la contaminación y protege a los trabajadores (NOM-251-SSA1, 2009).

Botiquín de primeros auxilios, proporciona atención inmediata en caso de emergencias (OSHA, 2021).

Instalaciones y conservación del medio ambiente

Almacén de agroquímicos adecuado, previene contaminación y protege la salud (FAO, 2019).

Recolección y disposición adecuada de residuos, Reduce el impacto ambiental (CIMMYT, 2021).

Vías de acceso y almacenamiento

Vías de acceso adecuadas para la recepción de materia prima, Facilitan el transporte seguro y eficiente, reduciendo el riesgo de contaminación y daño a los productos (FAO, 2021).

Área de basura y desechos identificada, permite una correcta segregación de residuos, evitando la contaminación cruzada (WHO, 2020).

Área de basura retirada de la bodega, minimiza la presencia de plagas y malos olores, mejorando las condiciones sanitarias (OSHA, 2021).

Área de producción separada del resto de las áreas, Reduce la probabilidad de contaminación externa, asegurando condiciones óptimas para la manipulación del producto (Codex Alimentarius, 2019).

Drenaje y condiciones de suelo

Drenajes sin encharcamientos, Previene la proliferación de bacterias y hongos, mejorando la bioseguridad del área de producción (EPA, 2020).

Desnivel de desagüe adecuado, Evita acumulaciones de agua que puedan favorecer la contaminación y proliferación de microorganismos nocivos (FAO, 2019).

Infraestructura y espacio de producción

Espacio adecuado para equipos de producción, garantiza un flujo de trabajo

eficiente y seguro, optimizando los procesos (CIMMYT, 2021).

Iluminación en zonas de manipulación, mejora la visibilidad en las actividades productivas, reduciendo el riesgo de accidentes y errores en el manejo del producto (WHO, 2020).

Suministro de agua potable, asegura el cumplimiento de estándares sanitarios para la limpieza y procesamiento de alimentos (Codex Alimentarius, 2020).

Seguridad en instalaciones

Instalaciones sin cableado a la vista, disminuye riesgos de accidentes eléctricos y mejora la seguridad del personal (OSHA, 2021).

Inspección de instalaciones eléctricas, previene fallas eléctricas que puedan afectar la producción y generar accidentes laborales (NFPA, 2020).

Es otro de los puntos donde existe una gran oportunidad de mejora, debido a que si bien, la estructura está presente, no tiene funcionalidad, puesto que no están colocadas las cintillas en ningún surco, debido a que dejó de funcionar el sistema de riego y por ende se dejó de lado el sistema de riego con el que cuenta el invernadero, por lo que se requiere comprar cintilla nueva e instalarla en el sistema, ya que la única forma en la que se riega es con ayuda de una manguera, debido a lo anterior, es indispensable realizar la reparación del sistema de riego ya que, con él, los riegos se harán más eficientemente y no habrá mucho desperdicio de agua, ya que con la forma en la que se está regando no se tiene control de la cantidad de agua, de Oliveira., *et al* (2019) mencionan que el consumo total de agua del cultivo de arúgula durante el ciclo de crecimiento de 23 días fue de 113,27 mm, por lo que los valores de coeficiente recomendados para la arúgula de riego por goteo cultivada en ambientes protegidos en

condiciones de clima subtropical son 1,92, 1,03 y 1,80 en las etapas inicial, media y tardía, respectivamente.

Para el tema de la siembra, no se realiza directamente al suelo, el proceso que se realiza para la elaboración de plantula de arúgula (*Eruca sativa*) consiste en preparar el sustrato a base de peat moss y agrolita, el peat moss ayuda a retener los nutrientes que se le añaden mientras que la agrolita permite el correcto flujo de agua dentro de los semilleros, en una relación recomendada de 40% perlita y 60% peat moss una vez realizado, se proceden a llenar las charolas de germinación, donde se colocaran alrededor de 3 semillas de arúgula por cavidad, una vez que comienzan a germinar, se añade mas sustrato (se vuelve a preparar sustrato de peat moss y agrolita) sobre la plantula emergente como se observa en la Figura 3 para posteriormente ser llevadas al invernadero. La manera en la que se realizan las charolas no es la ideal, debido a que no se cubre la semilla desde el inicio y se cubre hasta que empieza a emerger, por lo que el éxito del desarrollo de las plantas disminuye drasticamente debido a que se dificulta la salida del tallo hacia la superficie y por lo tanto es mas lento su desarrollo, por ende, es necesario cubrir las semillas desde el momento en que son colocadas sobre el sustrato y no cuando ya emergieron.



Figura No. 3 Elaboración de charolas

Una vez que las plántulas tienen han pasado alrededor de 21 a 24 días en las charolas, poseen ya un sistema radicular fuerte y un tallo vigoroso para ser trasplantadas, se procede a retirar las plántulas previamente regadas para facilitar la extracción tomándolas con cuidado del tallo y se procede a sembrarlas en los surcos previamente trabajados con materia orgánica, lo recomendable es sembrarla a una distancia de 10 cm a 20 cm para que el desarrollo de la raíz sea el adecuado y no compitan entre sí las plantas por agua, luz y nutrientes, sin embargo, en la zona de estudio, la siembra en un par de surcos se realizó en líneas donde las plántulas se sembraron a menos de 5 cm de distancia aproximadamente, esto afecta al desarrollo de la planta debido a que una densidad excesiva aumenta la competencia entre plantas, acentúa los daños ocasionados por enfermedades causadas por hongos, que atacan el tallo y cuello de las plantas, por lo que lo ideal es realizar la siembra con la distancia recomendada para el cultivo de la arúgula (*Eruca sativa*).

En el manejo del cultivo, no se realiza un raleo como tal ya que el raleo va más enfocado en frutos que en flores, sin embargo, al momento que empiezan a salir las flores de las plantas de arúgula (*Eruca sativa*), es recomendable ir cortándolas, debido a que al momento de realizar los cortes de las hojas, la arúgula puede mezclarse con las flores al momento del corte, además de que el sabor de la arúgula se puede hacer más amargo debido a la antigüedad de la planta, lo que afectaría la calidad del producto.

Otro aspecto del manejo del cultivo que se necesita cambiar es lo siguiente; por lo regular todas las plantas ya establecidas están a una profundidad menor a 5 cm, lo ideal es tener una profundidad de siembre de entre 5 y 10 cm, por lo que las raíces se ven a simple vista sin necesidad de mover la tierra, esto afecta en gravemente a la planta, debido a que son muy frágiles y al momento de ir cortando la arúgula se salen las plantas de la tierra y en muchas ocasiones aunque se vuelven a plantar se daña la raíz y por lo tanto se estanca la planta, lo que trae como resultado que no llega a tener el desarrollo esperado, lo más recomendable en esa situación para evitar que siga sucediendo eso es sembrar las plántulas a la distancia adecuada o en su defecto, colocar la tierra al cuello de las plantas ya establecidas, con el objetivo que tengan mejor anclaje al momento de manipularlas y evitar que se salgan, así se evitarían pérdidas de plantas, Valdés, O. (2016). menciona que las plantas, por medio de su follaje y la forma de sus tallos y raíces, pueden ayudar a mantener las partículas de suelo juntas para evitar su pérdida y el deslizamiento del entorno su alrededor, lo que se traduce en mejor rendimiento.

Dentro del invernadero no se aplican herbicidas de ningún tipo, ya que al realizarse cortes de arúgula (*Eruca sativa*) de manera casi diaria resultaría dañino a la salud, debido a eso, es muy común la presencia de maleza, en el mismo, aunque el deshierbe se realiza, es constante el desarrollo de las malezas, esto trae efectos negativos, Royet., (2020) habla sobre los daños cuantitativos causados por las malezas los cuales son el resultado de su competencia por el agua, la luz y los nutrientes destinados a los cultivos y esto finalmente conduce a una reducción en el rendimiento de los cultivos, que en el caso particular, afecta a las plantas de arúgula; es de suma importancia que se realicen aplicaciones de herbicidas pre-emergentes para controlar el desarrollo de la maleza, lo más recomendable sería aplicar un herbicida antes de establecer las plantas de arúgula (*Eruca sativa*) ya que aplicarlo una vez establecido el cultivo sería perjudicial debido a que se dan cortes constantes a la planta y se corre el riesgo de que se tenga residualidad en las plantas, sin embargo, conseguir un herbicida selectivo para el cultivo de arúgula es difícil debido a que no hay mucho catálogo de productos para dicho cultivo.

Además, se pueden agregar otros métodos para el control de malezas, ya que el manejo no solo se refiere a la aplicación de herbicidas, otra metodología puede integrar lo siguiente:

- Escoger el cultivo y la rotación
- Labores culturales

- Fecha de siembra
- Competencia del cultivo
- Selección de los herbicidas y fecha de aplicación
- Estrategias de control temprano de malas hierbas
- Condiciones medioambientales

Otro aspecto fundamental en el desarrollo del cultivo es la nutrición, hay que hacer énfasis en la diferencia entre nutrir y fertilizar, debido a que en el invernadero solo se fertiliza y el cultivo no se nutre como tal; lo que se hace en el invernadero es aplicar fertilizantes foliares orgánicos diariamente entre las 12.00 P.M. y 15.00 P.M., horas en las que no es recomendable aplicar foliares, ya que la capacidad de absorción de las plantas es casi nula debido a que la temperatura dentro del invernadero es elevada a esas horas, por lo que a las plantas se les complica el proceso de absorción de los nutrientes que se aplican y por ende, se pierde fertilizante, además, lo único que se suele aplicar al suelo es fertilizante granular nitrofoska cada dos semanas aproximadamente, el cual, si bien, tiene sus bondades, puede ser menos efectivo en suelos con alta acidez o baja fertilidad, por lo que se hace énfasis en realizar análisis de suelo previo a aplicar cualquier fórmula de fertilizantes.

Lo que se tendría que corregir es lo siguiente:

-Aplicar periódicamente los fertilizantes foliares y no diariamente como se viene manejando, tomando como base la recomendación de aplicaciones con

intervalos de 15 días del fabricante en la etiqueta de los productos, en este caso los productos son: Turboenzims, QuelCa, Algaenzims, Humifert, Bayfolan.

-Cambiar la hora de aplicación de los fertilizantes foliares, lo ideal sería entre las 7:00 A.M. y 9:00 A.M., con temperaturas abajo de 28 °C, debido a que como lo mencionan Fernández *et al.* (2015), el efecto más inmediato de temperaturas altas es el aumento de la velocidad de secado de las gotitas de pulverización, lo que va directamente a reducirla posibilidad de que haya absorción foliar a lo largo del tiempo, la disponibilidad de luz y humedad por su parte, altera la fotosíntesis, la apertura de estomas, la respiración, la expansión de la hoja y la actividad 'destino', procesos que en consecuencia, cambian la energía y la disponibilidad de metabolitos implicados en la absorción, la asimilación y el transporte subsiguiente ala aplicación foliar de nutrientes.

Al dar oportunidad a que se tengan las condiciones ambientales óptimas, se maximiza la actividad fotosintética, la apertura de estomas y el rendimiento metabólico de los cultivos y, por lo tanto, mejoran el potencial de absorción, de transporte y en general la respuesta de la planta a los nutrientes aplicados por vía foliar (Fernández *et al.* 2015).

-Dar más importancia en la aplicación de fertilizantes al suelo, aplicando una fórmula más balanceada con productos existentes en el mercado de lenta liberación que se adecuen a las necesidades tanto de la planta como del suelo para llegar al máximo potencial de la planta, lo que aumentaría los rendimientos

dentro del invernadero.

En el tema de postcosecha, una vez que las hojas comienzan a tener una altura aproximada de 5 cm o más se empiezan a cortar las hojas de la arugula (*Eruca sativa*), posterior a eso no se realizan trabajos adicionales en la tierra, solo se realiza una oxigenación picando el suelo con ayuda de un palo debido a que no se retira la planta. Por lo tanto, no se realiza ningún tipo de rotación de cultivo, ya que los surcos son exclusivos de arugula (*Eruca sativa*); en base a lo anterior, lo ideal al no realizarse rotación de cultivos en los surcos sería que, una vez que se han realizado varios cortes a las plantas y estas ya se encuentren en una etapa más madura, se retiren las plantas con más antigüedad, posterior a eso comenzar a trabajar los surcos y plantar otras variedades de plantas.

En cuanto al tema de la salud, seguridad y bienestar de los trabajadores, en los alrededores del invernadero, hay mucha presencia de animales domesticos (perros y gatos) y el acceso al invernadero les resulta facil, debido a que hay espacios donde se pueden meter los animales, lo que pone en riesgo la integridad de los trabajadores y la inocuidad de las plantas, por lo que es necesario cerrar los espacios con aberturas para impedir el acceso de los animales.

La seguridad para aplicar y manipular los productos (fertilizantes y plaguicidas, entre otros) es escasa, lo recomendable primeramente es seguir las indicaciones marcadas en la etiqueta de los productos, que deben cumplir con los requisitos de la NORMA Oficial Mexicana NOM-182-SSA1-2010, Etiquetado de nutrientes

vegetales, ya que solo se cuenta con un overol y guantes de seguridad, lo que puede ocasionar intoxicación en los trabajadores que lo aplican; por estas razones, las acciones recomendadas a seguir son:

-Antes y después de aplicar productos, es necesario realizar el correcto lavado de manos recomendado por la OMS, por lo que se deberán impartir asesorías sobre el lavado de manos, además, facilitar el acceso a la información, colocando en un lugar visible la secuencia del correcto lavado de manos.



Figura No. 4 secuencia del correcto lavado de manos

-Contar con el equipo de seguridad necesario para realizar las aplicaciones de los productos, como lo son: ropa impermeable, guantes, botas impermeables, mascarilla desechable, lentes de protección.



Figura No. 5 equipo de protección personal completo

-Contar con una regadera o un lavajos en su defecto para que los trabajadores puedan bañarse o limpiarse una vez concluida la aplicación de agroquímicos.

-La disposición que se tiene sobre los envases de agroquímicos no es la ideal, ya que una vez que se acaba el producto se tira directo a la basura, la NOM-052-SEMARNAT-2005 en sus definiciones menciona que la disposición final consiste en depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos, aunado a eso, INTAGRI (2017) menciona que lo ideal es que los envases de agroquímicos deben ser tratados mediante el triple lavado, el cual consiste en lo siguiente:

1. Se vacía el envase completamente y se deposita agua limpia hasta $\frac{1}{4}$ del volumen total del envase. Después se debe agitar con la tapa hacia arriba por 30 segundos aproximadamente.

2. Se vuelve a llenar el envase de agua hasta $\frac{1}{4}$ del volumen y se agita por aproximadamente 30 segundos pero ahora con la tapa hacia abajo.
3. Ya por último se debe vaciar por última vez el agua y con agua limpia agitar el envase por 30 segundos hacia los lados.
4. Se debe vaciar el agua de cada uno de los lavados en un tanque o mochila, donde se está preparando la mezcla.
5. Finalmente escurrir por 30 segundos el envase y perforarlo para evitar su utilización posterior. Después colocar dentro de una bolsa de plástico transparente (calibres de 200 a 300) y llevar dicha bolsa al centro de acopio más cercano.

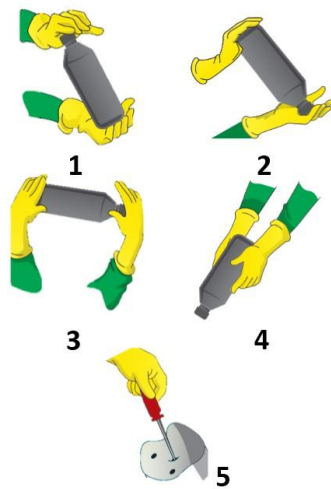


Figura 6: SENASICA-CONADESUCA.

En relación con los resultados arrojados en el Cuadro No. 4 (formato de evaluación para el área de higiene personal) se encontró una violación máxima de acuerdo con la evaluación realizada, por lo que se llegó a lo siguiente:

La vestimenta de los trabajadores puede mejorar, como se observa en la imagen imagen 7, cuyo objetivo es garantizar la seguridad del personal siguiendo las siguientes recomendaciones; emplear una bata de algun color claro sobre la ropa de trabajo especialmente en el area de empaque, mantener limpio el calzado o en su defecto, implementar tapetes desinfectantes ya que constantemente se entra y sale del invernadero hacia el area de empaque, constantemente tener a la mano o puesto un cubrebocas que cubra nariz y boca debido a que parte del personal cuenta con vello facial.



Figura 7: Vestimenta común de los trabajadores

En relación con los resultados arrojados en el Cuadro No. 5 (formato de evaluación para el área de las instalaciones) se encontro un tipo de violación minima, lo que indica que las instalaciones cumplen con los requerimientos

evaluados, no obstante, existen acciones que mejorar dentro de las instalaciones, donde se encontro que:

Dentro del invernadero, en epoca de lluvia se encharca demasiado el agua, incluso llega a invadir los surcos el exceso de agua, lo que provoca un exceso de humedad, por lo que es necesario realizar drenajes o redirigir el agua hacia los exteriores, ademas de realizar mantenimiento a los plasticos y la estructura del invernadero, ya que hay una cantidad considerable de goteras y el plastico esta muy desgastado de ciertas zonas, lo que facilita aun mas la entrada de agua.

Otro aspecto es la instalación eléctrica, ya que el centro de carga (Figura 8) que se emplea para encender la bomba del agua es uno con gabinete e interruptor de seguridad el cual ya no cuenta con la tapa del gabinete, ademas de que el centro de carga se encuentra en mal estado, en adición, se encuentra en un lugar donde podria tener contacto con agua y por ende, representa un riesgo alto para los trabajadores y para la instalación del lugar, por lo que se necesita posiblemente reubicarlo o en su defecto (y mas factible), darle mantenimiento a la instalación cambiando el centro de carga por uno nuevo.



Figra 8. Centro de carga

VI. Conclusiones y sugerencias

Conclusiones

1. **Mejora de la calidad del producto:** La aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA) ha demostrado incrementar la calidad y la frescura de la arúgula (*Eruca sativa*), lo que se traduce en un mayor valor en el mercado.
2. **Eficiencia en el uso de recursos:** Las BPA permiten un uso más eficiente del agua y los nutrientes, reduciendo costos y minimizando el impacto ambiental.
3. **Aumento en el rendimiento:** Los cultivos manejados bajo BPA han mostrado un aumento significativo en el rendimiento, lo que beneficia la rentabilidad del productor.
4. **Salud del suelo:** Las prácticas de rotación de cultivos y el uso de compostaje han contribuido a mejorar la salud del suelo, lo que es crucial para la sostenibilidad a largo plazo.
5. **Control de plagas y enfermedades:** La implementación de métodos de control biológico y prácticas culturales ha ayudado a reducir la incidencia de plagas y enfermedades sin recurrir a pesticidas químicos, favoreciendo un ambiente más saludable.

Sugerencias

1. **Capacitación continua:** Ofrecer talleres y cursos de capacitación a los agricultores sobre BPA y técnicas de cultivo sostenibles para asegurar una correcta implementación.
2. **Monitoreo y evaluación:** Establecer un sistema de monitoreo para evaluar el impacto de las BPA en el rendimiento y la calidad de la arúgula (*Eruca sativa*), ajustando las prácticas según los resultados.
3. **Fomento de la diversificación:** Promover la diversificación de cultivos en el invernadero para mejorar la resiliencia y reducir riesgos económicos asociados a la dependencia de un solo cultivo.
4. **Acceso a recursos:** Facilitar el acceso a insumos orgánicos, herramientas y tecnologías que apoyen la implementación de BPA, así como fomentar la colaboración entre agricultores.
5. **Promoción de mercados locales:** Impulsar la venta directa al consumidor y el acceso a mercados locales para mejorar los ingresos de los productores y fomentar el consumo de productos frescos y saludables.

6. **Investigación y desarrollo:** Fomentar la investigación sobre nuevas variedades de arúgula (*Eruca sativa*) que se adapten mejor a las condiciones locales y prácticas de cultivo innovadoras.

VII. Fuentes bibliográficas consultadas

Codex Alimentarius. (2003). Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System and Guidelines for its Application. Codex. VIII. Anexos, en su caso.

Cummings, D. J., & Cline, J. (2021). Integrated pest management for leafy greens: Focus on arugula. *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1), 1-10.
<https://doi.org/10.1093/jipm/pmab024>

Doria, Jessica. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 00. Recuperado en 12 de diciembre de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011&lng=es&tng=es.

De Oliveira Mangarotti, Danielle Paula, Rezende, Roberto, Saath, Reni, Hachmann, Tiago Luan, Salim Lozano, Claudia, & Andrade Gonçalves, Antônio Carlos. (2019). Water requirements and crop coefficients of arugula grown in a protected environment. *Idesia (Arica)*, 37(2), 75-79.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019000200075>

FAO. (2023). Statistical Yearbook 2022: World production of vegetables. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<https://www.fao.org/statistics/en/>

FAO. (2016). Guidelines for the Development of Good Agricultural Practices (GAP). FAO.

Fernández, J. (2020). Tendencias en la producción agrícola: el caso de la arúgula. *Revista Internacional de Agricultura*, 45(3), 234–240.

Fernández, V. & Sotiropoulos, T. & Brown, P. (2015). Fertilización Foliar: Principios Científicos y Prácticas de Campo.

García, M. (2021). El uso de vegetales en la gastronomía mexicana contemporánea. *Revista de Cocina Mexicana*, 34(2), 112–119.

Gobierno del Estado de México. (2023). Informe de producción agrícola 2022. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.edomex.gob.mx>

González, M., & López, J. (2021). Ventajas del cultivo de hortalizas en invernaderos. *Agricultura Controlada*, 12(3), 56–63.

González, M., López, R., & Martínez, A. (2022). Manejo integral del cultivo de arúgula: prácticas y recomendaciones. *Revista de Hortalizas*, 34(2), 78–85.

González, J., Martínez, R., & Salazar, A. (2020). Eficiencia del riego por goteo en la producción de arúgula en invernadero. *Revista de Agricultura Sostenible*, 12(3), 45-52.

González, M., Pérez, A., & Ramírez, L. (2022). Manejo del agua en cultivos de hortalizas: enfoque en la arúgula. *Revista de Agricultura Sostenible*, 21(2), 34–41.

González, M., Pérez, A., & Ramírez, L. (2022). Nutrición y fertilización en cultivos de hortalizas: enfoque en la arúgula. *Revista de Agricultura Sostenible*, 21(3), 45–52.

González, M., & Ramírez, T. (2022). Manejo integrado de plagas en cultivos de hortalizas: enfoque en la arúgula. *Hortalizas y Cultivos*, 38(1), 45–52.

González, M., & Ramírez, T. (2022). Preparación del suelo y fertilización en cultivos de hortalizas. *Revista de Agricultura Sustentable*, 19(2), 45–52.

González, R., & Ramírez, A. (2022). Valor nutricional y popularidad de la arúgula en la gastronomía mexicana. *Salud y Nutrición*, 10(1), 45-56.

González, M., & Reyes, T. (2022). Importancia de las semillas certificadas en la producción de hortalizas. *Revista de Agricultura*, 27(2), 45–52.

González, M., & Ruiz, S. (2021). El crecimiento del mercado de vegetales de hoja: arúgula en el foco. *Agroindustria y Comercio*, 22(1), 15–23.

González, M., & Torres, R. (2023). Manejo integrado de plagas en hortalizas: una guía práctica. *Agricultura Sostenible*, 14(1), 34–40.

International Organization for Standardization (ISO). (2018). ISO 22000:2018. Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain. ISO.

INTAGRI. (2023). Diagnóstico de la fertilidad del suelo para cultivos en fertirriego. Serie Suelos, Núm.39. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

INTAGRI. (2017). Técnica del Triple Lavado de Envases de Plaguicidas. Serie Fitosanidad. Núm. 76. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

Kassem, M. A., & El-Desouky, A. (2020). Efficacy of different fungicides against fungal diseases in arugula cultivation. *Plant Pathology Journal*, 36(2), 168-174. <https://doi.org/10.5423/PPJ.NT.05.2020.0035>

López, A. (2023). Nuevas tendencias en la cocina mexicana: la arúgula en platos tradicionales. *Gastronomía y Cultura*, 15(4), 45-50.

Malezas de México (*Eruca sativa* Mill.) (2009). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Martínez, A., & López, J. (2021). Condiciones óptimas para el cultivo de arúgula en climas templados. *Agronomía y Producción Vegetal*, 29(3), 112-120.

Martínez, A., & López, J. (2021). Estrategias de riego para la optimización de cultivos de arúgula. *Hortalizas y Cultivos*, 39(3), 56-63.

Martínez, A., & López, J. (2021). Variedades de arúgula: selección y resistencia a enfermedades. *Revista de Cultivos*, 39(2), 112-118.

Martínez, A., Ortega, R., & Torres, P. (2022). Manejo de plagas en invernaderos: un enfoque sostenible para la arúgula. *Revista de Cultivos Protegidos*, 18(2), 30-38.

Martínez, A., et al. (2021). Condiciones óptimas para el cultivo de arúgula en el Estado de México. *Horticultura Mexicana*, 8(3), 55-64.

Martínez, A., Pérez, J., & López, R. (2021). Estrategias de manejo para la producción de arúgula: prevención de enfermedades y plagas. *Ciencia y Agricultura*, 15(4), 89-97.

Martínez, A., Pérez, J., & López, R. (2021b). Variedades de arúgula y su adaptación en diferentes regiones. *Hortalizas y Cultivos*, 33(4), 78-84.

Martínez, A., Pérez, J., & Torres, R. (2021). Condiciones del suelo para el cultivo exitoso de arúgula. *Hortalizas y Cultivos*, 36(3), 112-119.

Martínez, P. (2022). Salsas innovadoras: el papel de la arúgula en la cocina actual. *Cocina y Sazón*, 29(1), 56-63.

Matadamas, E. (2021). Manual para el cálculo de fórmulas generales de fertilización. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Preparatoria Agrícola. Área de Agronomía. MANUALMATADAMAS.pdf

Muñoz, A., & Cruz, B. (1984). Manejo de fertilización y labores culturales en el

Comentado [MM1]: Completar

cultivo de papa. En Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Pérez, L. (2022). Prácticas agrícolas sostenibles y su impacto en la producción de arúgula. *Agricultura Sostenible*, 11(4), 78-85.

Pérez, M., & López, T. (2021). Prácticas de rotación de cultivos y su impacto en el cultivo de arúgula. *Journal of Sustainable Horticulture*, 8(2), 102-110.

Pérez, M. (2022). Prácticas agrícolas sostenibles en el cultivo de arúgula. *Ecología y Agricultura*, 11(4), 112-119.

Ramírez, L., Fernández, S., & Ortega, R. (2023). Impacto de la calidad del agua en la producción de hortalizas: el caso de la arúgula. *Ciencia y Tecnología Agrícola*, 17(1), 89–96.

Ramírez, L., Pérez, S., & Ortiz, J. (2022). Importancia del análisis de suelo en la producción agrícola. *Ciencia y Agricultura*, 18(3), 201–210.

Ramírez, L., & Pérez, S. (2023). Producción escalonada de arúgula en invernaderos: beneficios y desafíos. *Hortalizas Modernas*, 29(1), 78-85.

Ramírez, L., Torres, J., & Fernández, S. (2023). Riego eficiente en el cultivo de hortalizas: el caso de la arúgula. *Agricultura Sostenible*, 18(1), 45–52.

Rodríguez-de la Garza, J. A., Guerra-Guerra, C. N., Trejo-Téllez, L. I., Alvarado-Camarillo, D., González-Méndez, L. M., Méndez-López, A., & Martínez-Amador, S. Y. (2023). Aplicación de té de composta, co-inoculación y fertilización inorgánica en plantas de acelga. *Terra Latinoamericana*, 41(0), 1-13.

<https://doi.org/10.1234/terralatinoamericana.v41n0.1448>

Romero, A., & Sanz, R. (2023). Use of insecticides in organic and conventional arugula cultivation. *Pest Management Science*, 79(5), 1857-1865.

<https://doi.org/10.1002/ps.6815>

Royet-Barroso, J. (2020). Control biológico de malezas: un enfoque microbiológico biological control of weeds: a microbiological approach.

Comentado [MM2]: Incompleto

Sánchez, L., & López, J. (2023a). Importancia de las pruebas de suelo en la producción agrícola. *Ciencia Agrícola*, 16(1), 101–109.

Sánchez, L., & López, J. (2023b). Tecnologías de monitoreo para el manejo de cultivos: el caso de la arúgula. *Revista de Cultivos Especiales*, 17(2), 34–41.

Sánchez, R., & López, M. (2023). Capacitación en técnicas agrícolas sostenibles para agricultores de arúgula. *Journal of Agricultural Education*, 14(2), 99-107.

Sánchez, L., Ortega, R., & Fernández, S. (2023). Características agronómicas de la arúgula: selección y manejo. *Revista de Cultivos Especiales*, 15(1), 112–120.

Sánchez, L., & Pérez, T. (2022). Cosecha y postcosecha de arúgula: estrategias para maximizar la calidad. *Revista de Cultivos Especiales*, 15(1), 34–40.

Sánchez, L., & Torres, R. (2022). Tecnologías de monitoreo para el manejo hídrico en cultivos. *Revista de Cultivos Especiales*, 18(4), 112–120.

Único, T., & Generales, D. (2019). Secretaria De Agricultura Y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/sagarpa>

Silva, F. C. (2009). Manual de análisis químicas de suelos, plantas y fertilizantes (2ª ed.). EMBRAPA.

Valdés, O. (2016). Cómo las estructuras de las plantas protegen de los

deslizamientos. *Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable*. 1. 85-91.

Gobierno del Estado de México. (n.d.). *San Felipe Tlalmimilolpan*. Recuperado el 22 de enero de 2025, de <https://edomex.gob.mx>

Agropinos. (2021). *¿Cómo preparar el terreno para el cultivo?* Recuperado de <https://www.agropinos.com/blog/preparar-tierra-para-cultivo>

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). (2019). *Importancia del análisis de suelo en la agricultura sostenible*. Recuperado de <https://www.inia.es/analisis-suelos-agricultura-sostenible>

Sembralía. (2021). *Tipos de sistema de riego en invernaderos*. Recuperado de <https://sembralía.com/blogs/blog/sistema-de-riego-en-invernaderos>

Castillo Arnedo. (2021). *Malla de sombreo para cultivos: usos y ventajas*. Recuperado de <https://www.castilloarnedo.com/blog/general/malla-de-sombreo-para-cultivos-usos-y-ventajas>

San Vicente Construcciones. (2021). *Mallas Media Sombra – Uso y características*. Recuperado de <https://sanvicenteconstrucciones.com/mallas-media-sombra-uso-y-caracteristicas/>

Bennett, R., Smith, J., & Taylor, P. (2021). *Seed health and safety practices*. Cambridge University Press.

Comentado [MM3]: De qui para abajo acomodarlo en orden alfabético con lo de arriba

CIMMYT. (2020). *Sustainable farming techniques*. CIMMYT Publications.

Comentado [MM4]: Completar

FAO. (2019). *Agricultural best practices*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Comentado [MM5]: Completar

FAO. (2021). *Post-harvest handling and storage methods*. FAO.

Comentado [MM6]: Completar

Hampton, J. (2020). *Crop protection strategies*. Springer.

Comentado [MM7]: Completar todo de aquí para abajo

ISTA. (2019). *Seed certification guidelines*. International Seed Testing Association.

ISTA. (2021). *Seed quality standards*. International Seed Testing Association.

Bennett, R., Smith, J., & Taylor, P. (2021). *Seed health and safety practices*. Cambridge University Press.

CIMMYT. (2020). *Sustainable farming techniques*. CIMMYT Publications.

FAO. (2019). *Agricultural best practices*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2021). *Post-harvest handling and storage methods*. FAO.

Hampton, J. (2020). *Crop protection strategies*. Springer.

ISTA. (2019). *Seed certification guidelines*. International Seed Testing Association.

ISTA. (2021). *Seed quality standards*. International Seed Testing Association.

NOM-251-SSA1. (2009). *Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios*. Diario Oficial de la Federación.

OMS. (2020). *Hygiene and health standards*. World Health Organization.

OSHA. (2021). *Workplace safety regulations*. Occupational Safety and Health Administration.

Codex Alimentarius. (2019). *General Principles of Food Hygiene*. FAO/WHO.

Codex Alimentarius. (2020). *Food Safety Practices for Processing Plants*. FAO/WHO.

CIMMYT. (2021). *Guidelines for Sustainable Agricultural Infrastructure*. CIMMYT Publications.

EPA. (2020). *Water Management in Agricultural Facilities.* Environmental Protection Agency.

FAO. (2019). *Sanitation and Hygiene in Food Processing.* Food and Agriculture Organization.

FAO. (2021). *Infrastructure Guidelines for Post-Harvest Management.* Food and Agriculture Organization.

NFPA. (2020). *Electrical Safety Standards.* National Fire Protection Association.

OSHA. (2021). *Workplace Safety and Infrastructure Guidelines.* Occupational Safety and Health Administration.

WHO. (2020). *Guidelines on Sanitation and Hygiene in Food Processing Facilities.* World Health Organization.