

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería de Biosistemas

**Análisis integral del proceso de gestión de calidad e inocuidad alimentaria en
la Suplidora Hortícola Ideas Verdes**

Trabajo Final de Graduación presentado a la Facultad de Ingeniería como requisito
para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola y de Biosistemas


Yoselyn de los Ángeles Seas Jiménez

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica

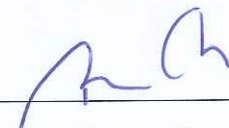
2024

HOJA DE APROBACIÓN

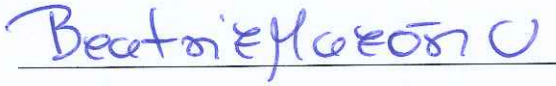
Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas de la Universidad de Costa Rica, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola y de Biosistemas.



Yoselyn de los Ángeles Seas Jiménez
Estudiante




Ing. Ronny Chaves Mata, MII.
Director Trabajo Final de Graduación




Ing. Beatriz Mazón Villegas, PhD.
Comité Asesor



Ing. Marianela Alfaro Santamaría, PhD.
Comité Asesor



Ing. Alejandra Rojas Gonzáles, PhD.
Presidente Tribunal Examinador



Ing. María José Rodríguez Vásquez, PhD.
Lectora invitada

Dedicatoria

A mi mamá, por su amor y apoyo incondicional para que cumpla mis sueños.

A mi papá, por su trabajo y esfuerzo para darme la oportunidad de estudiar.

A mi abuela Mayra, por su amor inmensurable.

A mi abuela Julieta, a quien siento a mi lado cada segundo.

Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios, por darme la vida y todas las oportunidades que por medio de ella he recibido.

A la Universidad de Costa Rica y su sistema de becas, que me permitieron desarrollarme profesionalmente.

Al profesor Ing. Ronny Chaves, MII, por su guía y acompañamiento en este proceso.

A las profesoras Ing. Beatriz Mazón, PhD, Ing. Marianela Alfaro, Ph.D. por su apoyo y mentoría constante.

Especialmente quiero agradecer al Dr. Mauricio Redondo de la Escuela de Microbiología y Química Clínica, a Laura Villalobos y todo el personal del Laboratorio de Investigación y Entrenamiento en Microbiología de Alimentos. Su apoyo con recursos, tiempo, capacitación y conocimiento fue fundamental en el desarrollo del proyecto.

A César y Jacobo, por abrirme las puertas de su emprendimiento y brindarme su ayuda para la realización de este trabajo.

A mi familia, por creer en mí y motivarme constantemente.

A mis amigos, quienes hicieron este largo camino más ameno con su compañía y apoyo.

RESUMEN

Este proyecto se desarrolló en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes, ubicada en Palmira de Zarcero, Alajuela. Esta empresa comercializa lechuga fresca a cadenas de supermercados que la procesan para venderla como ensaladas preparadas. El objetivo consistió en analizar los procesos de producción de lechuga salanova, con respecto a los marcos de referencia de calidad e inocuidad alimentaria mediante una evaluación integral y un análisis de madurez de los procesos. Para lograrlo, se diseñó una herramienta de evaluación basada en el esquema FSSC 22000-Quality, la cual fue aplicada para evaluar la situación actual de la empresa con respecto a la gestión de calidad e inocuidad, se desarrolló un modelo de madurez y finalmente se estableció un plan de acción con oportunidades de mejora.

La metodología consistió en las etapas de diseño, evaluación, desarrollo y plan de acción. Primero, se creó una herramienta de evaluación basada en las normas INTE/ISO 22000, ISO 9001, INTE A1 e INTE A2, abarcando aspectos como liderazgo, planificación, apoyo, operación, evaluación del desempeño y mejora. Luego, se evaluaron detalladamente los procesos de la empresa mediante visitas y observaciones in situ, incluyendo diagramas de flujo, balances de masa, análisis de procesos de acondicionamiento y condiciones de almacenamiento. También se realizaron análisis microbiológicos del suministro de agua, producto y superficies de la planta de procesamiento en búsqueda de coliformes totales, termotolerantes o *E. coli*. Posteriormente, se diseñó un modelo de madurez de calidad e inocuidad alimentaria basado en la metodología de Michael Hammer, para determinar el estado de la organización y tener un punto de partida para desarrollar un plan de acción con recomendaciones específicas para mejorar los procesos identificados como deficientes.

Mediante este análisis integral se encontraron oportunidades de mejora como falta de información documental, estandarización de procesos, registros de trazabilidad y control de proveedores. El 56% de las lechugas procesadas presentaron defectos mecánicos, por hongos e insectos, sin embargo, considerando que el producto se destina a procesamiento agroindustrial estos defectos serían del 13%, al excluir el daño mecánico. Adicionalmente, se encontró que las superficies del área de procesamiento presentaron bajos niveles de carga microbiológica debido a la efectividad de los procesos de limpieza que se llevan a cabo. Con respecto al producto, la carga de coliformes en las muestras realizadas no fue significativa, por lo que no puede ser cuantificada, debido al uso efectivo de desinfectantes y un suministro de agua con calidad microbiológica.

La organización debe desarrollar y documentar procedimientos estandarizados para todos los procesos críticos, incluyendo el despacho de productos, para asegurar la consistencia y trazabilidad en las operaciones. Además, de establecer claramente los objetivos de calidad e inocuidad, y comunicar éstos a los colaboradores para crear una base sólida de evaluación del desempeño y mejora continua. Estas acciones conducirían a la empresa hacia un marco de mejora continua y eficiencia para suministrar productos inocuos y de calidad a sus clientes.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN	1
1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
2. MARCO TEÓRICO	5
3. METODOLOGÍA.....	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5. CONCLUSIONES.....	62
6. RECOMENDACIONES	64
7. REFERENCIAS	65
8. APÉNDICES	70
8.1 APÉNDICE A1. HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN	70
8.2 APÉNDICE A2. RESULTADOS DE MUESTREO DE CALIDAD.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de los puntos considerados para el muestreo del análisis de las superficies...	16
Figura 2. Marco para la delimitación del área para la toma de la muestra de una superficie.	16
Figura 3. Estructura Organizacional de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	21
Figura 4. Diagrama PEPSU del proceso de comercialización de la lechuga salanova de la empresa Suplidora Ideas Verdes.	22
Figura 5. Diagrama de flujo de los subprocesos de comercialización de la lechuga salanova en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	23
Figura 6. Semillas sembradas en turba en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	24
Figura 7. Lechugas listas para el trasplante a las camas del invernadero en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	24
Figura 8. Lechugas en el invernadero de La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	25
Figura 9. Lechugas el lavado en un tanque en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	26
Figura 10. Lechugas lavadas y listas para el despacho en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	27
Figura 11. Área de acondicionamiento de las lechugas en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	29
Figura 12. Balance de masa del procesamiento de la lechuga salanova de la empresa Suplidora Ideas Verdes.	32
Figura 13. Diagrama de Pareto de los defectos encontrados en el muestreo de la calidad de la lechuga salanova en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	35
Figura 14. Diagrama de Ishikawa de las causas del daño mecánico de la lechuga salanova de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	36
Figura 15. Muestras de defectos mecánicos y por hongo en muestras de lechugas de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	37
Figura 16. Separación entre área de alimentación (mostrada en la imagen) y área de acondicionamiento de producto.	38
Figura 17. Distribución de las instalaciones de la empresa Suplidora Ideas Verdes.	39
Figura 18. Distribución de la planta de procesamiento de la lechuga salanova de la empresa Suplidora Ideas Verdes.	40
Figura 19. Tubos de ensayo con una muestra de agua de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes. ..	41
Figura 20. Basureros para la recolección de residuos usados en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	42
Figura 21. Placas con presencia de UFC de coliformes termotolerantes para la lechuga de control en el muestreo 1 (izquierda), muestreo 2 (centro) y muestreo 3 (derecha).	45
Figura 22. Resultados del análisis de coliformes totales en la lechuga control (derecha) después del lavado 1 (centro) y después del lavado 2 (izquierda) en el primer muestro realizado a la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	46
Figura 23. Resultados del análisis de coliformes totales en la lechuga control (derecha) después del lavado 1 (centro) y después del lavado 2 (izquierda) en la segunda visita de muestro en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	46
Figura 24. Resultados del análisis de coliformes totales en la lechuga control (derecha) después del lavado 1 (centro) y después del lavado 2 (izquierda) en la tercera visita de muestro en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	47

Figura 25. Trampas colocadas por la organización ante plagas de roedores	48
Figura 26. Croquis de colocación de trampas para roedores	49
Figura 27. Nivel de madurez de las secciones analizadas mediante el modelo de madurez de procesos en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.....	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valor nutricional por cada 100 g de consumo de lechuga fresca.	6
Cuadro 2. Matriz de los roles y las responsabilidades del equipo de la empresa Suplidora Ideas Verdes.....	28
Cuadro 3. Insumos utilizados para el procesamiento de lechuga salanova de la empresa Suplidora Ideas Verdes.	29
Cuadro 4. Resumen del muestreo de los parámetros de la calidad de la lechuga salanova producida en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes	34
Cuadro 5. Resumen de los resultados de la presencia de carga microbiológica en las superficies de la planta de procesamiento de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.	43
Cuadro 6. Resumen de herramienta para establecer secciones del modelo de madurez	53
Cuadro 7. Modelo de madurez de gestión de calidad e inocuidad alimentaria.....	54
Cuadro 8. Plan de acción propuesto para la Suplidora Hortícola Ideas Verdes	60

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

En el sector agroalimentario, la calidad de los productos es fundamental para la elección de compra de los consumidores, y también, de respaldo y confiabilidad en cuanto a higiene, trazabilidad e inocuidad alimentaria. Esta última es sumamente importante, y se refiere a la implementación de medidas para reducir riesgos dentro de la cadena de suministros de alimentos (PAHO, 2020). Si un producto no es inocuo no puede comercializarse por el riesgo que conlleva, ya que puede afectar la salud de los consumidores.

Por eso la inocuidad alimentaria es vital para evitar afectaciones y riesgo de transmisión de enfermedades a los consumidores. La Organización Mundial de la Salud (2020) expresa que los alimentos no inocuos son un riesgo para la salud pública, por lo que se debe inspeccionar el proceso de producción de un alimento o derivado de éstos, desde su cosecha o fabricación hasta la distribución y preparación. De esta manera es necesario analizar todas las etapas de preparación de alimentos, para así evitar que se propaguen enfermedades transmitidas por alimentos (ETA).

A partir de la década de 1990, la inocuidad alimentaria y la calidad de los productos alimenticios ha tenido un auge, ya que la seguridad influye en el consumo de alimentos, junto con los atributos demandados por los consumidores, por ejemplo, sabor, apariencia y frescura (Zúñiga y Niederle, 2017). Por esto, gestionar la calidad e inocuidad de los alimentos se ha vuelto una práctica común, para que las empresas garanticen a los consumidores que sus productos cumplen con las expectativas, requisitos y, además, generar confianza en ellos.

Los alimentos mínimamente procesados, como vegetales y hortalizas utilizados para ensaladas, son especialmente susceptibles a la presencia de bacterias como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, y *Listeria monocytogenes*. Se registra que éstos pueden tener una prevalencia desde 0.2% hasta 100%, ocasionando brotes de enfermedades de origen alimentario. Es necesario implementar controles rigurosos para asegurar la calidad y seguridad de este tipo de alimentos, ya que, aunque desinfectados en la industria, pueden todavía presentar riesgos de contaminación (Muniz y Vindas, 2013).

Para fortalecer aún más la confianza del consumidor y asegurar la competitividad en el mercado, la gestión de procesos se ha convertido en una herramienta esencial dentro de la industria agroalimentaria. Este enfoque se centra en la optimización y el control de cada etapa de la cadena de producción, desde la adquisición de las materias primas hasta la entrega del producto al cliente final. Contar con sistemas de gestión de procesos permite a las empresas identificar, evaluar y controlar sistemáticamente los riesgos asociados con la seguridad alimentaria (Díaz y Salazar, 2021). Así, al adoptar un enfoque proactivo ante posibles riesgos, las empresas no solo cumplen con las regulaciones vigentes, sino que también promueven una cultura de mejora continua.

Además, la mejora continua de los procesos permite a las empresas alcanzar sus metas de rentabilidad y eficiencia. Colaborar desde esta arista permitiría fortalecer y deseablemente incrementar el impacto que tiene el sector agrícola sobre las exportaciones, que en 2023 contribuyó en un 18% del total de las exportaciones del país (PROCOMER, 2024). Esto sería posible desde

la línea base que garantice la calidad e inocuidad de los productos y, desde allí, establecer otras iniciativas comerciales para posicionarlos en nuevos mercados.

Desde la perspectiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales buscan la protección del planeta y mejorar la vida de las personas, este proyecto estaría vinculado al objetivo dos: Hambre cero a través de un aumento en la productividad agrícola, las inversiones y el buen funcionamiento de los mercados agrícolas. Adicionalmente, contribuye con el objetivo ocho, que lleva por nombre trabajo decente y crecimiento económico, ya que este busca impulsar el crecimiento económico, mejorar la productividad, aumentar las oportunidades y el apoyo a países que se encuentren en desarrollo (Naciones Unidas, 2018).

Por este motivo, desarrollar herramientas de diagnóstico para evaluar integralmente la gestión de la calidad y la inocuidad en las empresas agrícolas, así como definir la madurez con que cuenta la organización con respecto a calidad e inocuidad, permitiría promover y establecer una cultura de mejora continua en las organizaciones. El propósito del proyecto es determinar cómo el análisis de procesos y niveles de madurez pueden ayudar a las empresas comercializadoras de productos agrícolas a mejorar sus procesos buscando la mejora continua, la eficiencia y sobre todo la calidad e inocuidad de sus productos.

1.2 Delimitación del problema

El presente proyecto se desarrolló durante el período de marzo 2023 a abril 2024. Se realizó un análisis integral del proceso de gestión de calidad e inocuidad en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes bajo el marco de referencia del esquema FSSC-Quality, y análisis de procesos centrados en mejora continua, así como Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés), normas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), y el modelo de madurez de procesos de Michael Hammer. También se realizaron muestreos de ambiente específicamente, superficies de la planta y producto, análisis de aguas y análisis de la calidad de producto para determinar la inocuidad de la planta.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar una estrategia de mejora de los procesos de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes de acuerdo con los marcos de referencia de calidad e inocuidad alimentaria mediante análisis de madurez de los procesos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar una herramienta de evaluación de procesos mediante marcos de referencia de sistemas de gestión de calidad e inocuidad alimentaria contenidos en el esquema FSSC 22000-Quality para procesamiento de productos agrícolas.
- Evaluar la situación actual de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes respecto a la gestión de calidad e inocuidad alimentaria en sus procesos.
- Desarrollar un modelo de madurez de calidad e inocuidad alimentaria a partir de la evaluación de los procesos en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.
- Establecer un plan de acción con oportunidades de mejora para la Suplidora Hortícola Ideas Verdes en relación con el mejoramiento de la calidad e inocuidad alimentaria de sus procesos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de la lechuga

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es una de las hortalizas más consumidas a nivel mundial y se cultiva en campos abiertos, invernaderos y mediante técnicas hidropónicas (INDAP, 2017). Dentro de las hortalizas de hoja, la lechuga es considerada la especie más importante, y se consume de manera fresca principalmente en ensaladas y en preparaciones de comida rápida. Los principales tipos de lechuga comercializados en Costa Rica corresponden a los siguientes (Monge, 2021):

- Lechuga tipo romana: Es alargada y sus hojas son aprovechadas en su totalidad ya que no forma una cabeza. Sus hojas pueden ser lisas o risadas y ser de coloración verde o roja.
- Lechuga tipo mantequilla o salanova: Es una variedad con hojas cortas, lisas y brillantes, cuyos bordes no forman dentaduras.
- Lechuga tipo americana: Es la variedad más común en el país tienen hojas más cortas que la romana y sus hojas tienen bordes dentados. Hay dos tipos de lechuga tipo americana, la que forma cabeza y la que no. La cabeza se refiere a la parte central de la lechuga, donde crecen las hojas en un patrón apretado y redondeado.

En Costa Rica, la lechuga destaca como la hortaliza más comercializada en el mercado, y los cantones con mayor comercialización incluyen Cartago, Alfaro Ruiz, Pérez Zeledón, Alajuela y Heredia. Los principales productores son pequeños y medianos, y practican el cultivo en suelo tradicional y sistemas hidropónicos (Valverde, 2013).

2.1.1 Características de la lechuga

La lechuga tiene grandes aportes nutricionales en cuanto a vitaminas y minerales, los cuales se adquieren en su mayoría al consumirla cruda. En el Cuadro 1 se observa el valor nutricional por cada 100 g según reportes de Yucra (2019).

Cuadro 1. Valor nutricional por cada 100 g de consumo de lechuga fresca.

Nutriente	Cantidad
Carbohidratos	20,1 g
Proteínas	8,4 g
Grasas	1,3 g
Calcio	0,4 g
Fósforo	138,9 mg
Vitamina C	125,7 mg
Hierro	7,5 mg
Niacina	1,3 mg
Riboflavina	0,6 mg
Tiamina	0,3 mg
Vitamina A	1155 U, I
Calorías	18 cal

Fuente: Elaboración propia a partir de Yucra (2019).

En cuanto a la calidad, la conformidad del producto con los estándares de mercado se rige mediante el cumplimiento de reglamentos y códigos que estipulan los requisitos esenciales para la comercialización tanto a nivel nacional como internacional. En Costa Rica, se siguen las directrices especificadas en el Reglamento Técnico Lechuga para Consumo en Estado Fresco N° 34100. Este tiene como propósito asegurar que los alimentos disponibles para los consumidores cumplan con estándares sanitarios y criterios físicos, químicos, organolépticos, microbiológicos y fisiológicos que los hagan aptos para el consumo humano. Los principales parámetros establecidos por este reglamento son:

- Presencia de babosas.
- Daño por hongo.
- Daño por insecto.
- Daño mecánico.
- Deshidratación.
- Pudrición.
- Quema por sol.

2.1.2 Cultivo hidropónico de lechuga

La lechuga es el principal producto cultivado mediante hidroponía en el mundo. Este método consiste en el crecimiento de las plantas en medios acuosos que brindan los nutrientes y minerales que estas obtendrían generalmente del suelo. En estos sistemas se tiene un mayor rendimiento de agua en comparación con la siembra en el suelo, el uso eficiente de agua y nutrientes supone menores costos de producción (Soto, 2015).

Otras ventajas de este sistema de cultivo incluyen una constante humedad en las raíces, independientemente de las condiciones climáticas, se reduce el exceso de irrigación y fertilización y se reducen las enfermedades del suelo. Esto hace que el rendimiento en el cultivo hidropónico sea mayor, se obtenga una mejor calidad en los productos y el espacio se utilice eficientemente, ya que, según el diseño del sistema de siembra, se puede requerir significativamente menos área en comparación con los métodos de cultivo convencionales (Jara, 2016).

2.2 Inocuidad de alimentos

La inocuidad alimentaria busca disminuir de manera eficiente y efectiva los riesgos derivados de los alimentos, para resguardar la salud de los consumidores (Solano, 2019). Es importante entender que la comercialización de productos frescos lleva consigo riesgos asociados que se derivan de la manipulación en el proceso productivo. Una mala gestión de los productos agrícolas puede generar que estos se contaminen y al ser consumidos provoquen Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA), las cuales perjudican la salud de los consumidores (Durán et. al., 2016).

Cuando un alimento provoca una afectación de salud se considera que este no es inocuo, por lo que su consumo no es seguro. Esto repercute en las empresas que producen o cosechan alimentos y los comercializan, así como en la imagen que tendrá tanto la organización como el país de origen que los distribuyó (Vargas et al., 2015). En el mundo, la comercialización de productos agrícolas ha aumentado, y el hecho de que la exportación entre países también lo haga crea la necesidad de que la producción, el procesamiento y la distribución de estos se realice siempre con el objetivo de brindar al consumidor productos seguros y proteger su salud (Solano, 2019).

2.3 Mejora continua

La mejora continua se constituyó después de una evolución del término de calidad desde que se desarrolló, pasando por cuatro etapas denominadas: control de calidad por inspección, aseguramiento de calidad, calidad total y por último mejora continua. El control de calidad por inspección inició con la revolución industrial, ya que los procesos cambiaron y se generaba una cantidad mayor de productos, los cuales debían ser inspeccionados para poder identificar cuáles no se ajustaban a los parámetros deseados y no llegaran hasta el cliente. El aseguramiento de la calidad por otro lado tiene su origen en el control estadístico, ya que cuando se determinaron modelos estadísticos con el objetivo de mejorar el costo-beneficio de la producción se determinó que, con estos modelos se podían asegurar estándares en los productos y disminuir pérdidas materiales y humanas. Ante la globalización, aceleración económica y competencia entre mercados surge la necesidad de vender productos con calidad y disminuir los costos de producción, dando origen a la importancia del factor humano, en términos de supervisión, planeamiento e incluso madurez de liderazgo (Cubillos y Rozo, 2009).

Por último, la mejora continua busca generar una cultura donde constantemente se cuestionen los procesos y se mejoren en beneficio de la calidad de los productos. La mejora continua se apoya en recursos de la compañía, especialmente en los humanos y el aprendizaje interno, ya que no es solo un proceso, es una metodología que busca convertirse en cultura empresarial, basada en comportamientos que deben ser aprendidos y reforzados. Para lograrlo se deben seguir procesos

planificados, organizados y sistemáticos de cambios en los procesos productivos y prácticas de trabajo, que mejoren cada vez el rendimiento (García et.al, 2014).

2.4 Calidad

Según la Asociación Americana para la Calidad (2024) (ASQ por sus siglas en inglés), la calidad tiene dos posibles definiciones. La primera se refiere a que los atributos del producto cumplan con las necesidades expresadas por el mercado o el consumidor, lo cual requiere de una integración dinámica de todos los procesos, donde las percepciones y necesidades del cliente son entendidas y satisfechas por el diseño, funcionalidad y desempeño del producto. La segunda se refiere a la ausencia de fallos en el producto, lo cual es resultado de procesos de producción rigurosos y controles que buscan la mejora continua en cada proceso y unidad producida.

La evolución del concepto de calidad se ha dado desde inspecciones de productos terminados en la producción en masa del siglo XX, hacia métodos preventivos e integrales. Inició con el control estadístico de procesos en la década de 1920, que introdujo el uso de herramientas para optimizar la producción. Después, se desarrolló el concepto Control Total de Calidad en los años 50, ampliando la responsabilidad de la calidad a todos los niveles organizacionales y enfatizando la mejora continua. Posteriormente, surgió el Aseguramiento de la Calidad, centrado en sistemas y procedimientos estandarizados para prevenir defectos. En las últimas décadas, se ha adoptado un enfoque integrado con la Gestión de Calidad Total y modelos de excelencia empresarial, destacando la calidad en todos los aspectos de la empresa, la orientación hacia el cliente y la participación de todos los empleados (Díaz y Salazar, 2021). Actualmente, se busca un enfoque que se centre en la mejora continua y satisfacción del cliente, a lo largo de todas las etapas del proceso productivo.

2.5 Sistemas de gestión de calidad e inocuidad alimentaria

Los sistemas de gestión de calidad e inocuidad alimentaria buscan controlar los peligros que se puedan originar en la cadena productiva de un producto alimenticio. El esquema Certificación de la Cadena de Suministro de Alimentos, FSSC 22000 (por sus siglas en inglés), es reconocido a nivel internacional por ser aplicable a toda la cadena de suministro de alimentos, buscando brindar certificaciones de Sistema de Gestión de Inocuidad de Alimentos (SGIA). Este esquema involucra otras normas como las de la Organización Internacional de Normalización (ISO), como la ISO 22000 y programas prerrequisitos específicos para cada tipo de organización y los requisitos específicos del esquema establecidos por la Fundación. Además, se puede unir con distintas normas y crear modelos especiales como el FSSC 22000-Quality, el cual involucra la norma ISO 9001, que describe los requisitos para un sistema de gestión de la calidad (FSSC, 2019). Adoptar el esquema FSSC 22000-Quality presenta beneficios ya que se aborda integralmente tanto las necesidades de inocuidad como de calidad del producto, creando un Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad de Alimentos Integrado (Willaert, 2018).

Cada una de las normas que componen este esquema están definidas por pilares que presentan los puntos más importantes para su aplicación. A continuación, los pilares de las normas ISO 22000 e ISO 9001:

- Liderazgo: Consiste en determinar cómo la alta dirección promueve una cultura de calidad y gestión de inocuidad en la organización.
- Planificación: Busca la planificación del sistema de gestión según los resultados que desea alcanzar, buscando reducir efectos no deseados y cómo abordarlos, considerando la mejora continua y la eficacia de las acciones.
- Apoyo: Analiza si la organización determina y proporciona recursos necesarios para el desarrollo, implementación y mejora del sistema de gestión de la calidad y de inocuidad alimentaria.
- Operación: Analiza si cuenta con criterios para los procesos y aceptación de productos y procesos de implementación de control de acuerdo con estos criterios.
- Evaluación del desempeño: Consiste en analizar y evaluar datos e información apropiados que surgen del seguimiento y la medición, de actividades desarrolladas para establecer el sistema de gestión de calidad e inocuidad (SGCIA).
- Mejora: Busca analizar si la organización es capaz de determinar las oportunidades de mejora e implementar las acciones necesarias para cumplir con requisitos normativos y del cliente, y tener un plan de acción ante no conformidades encontradas.

En el caso de las normas del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTE), como la INTE A1 brinda una serie de requerimientos que las organizaciones deben cumplir respecto a las BPM, donde se incluyen el diseño, ubicación, distribución de instalaciones y equipo, sistemas de drenaje, servicios, características de equipos y recipientes que están en contacto con los alimentos, higiene de los colaboradores, descripción de los procesos y demás. Para la norma A2 se presentan los requerimientos para establecer un Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, que cuenta con 7 principios que son:

- Realizar un análisis de peligros e identificar las medidas de control.
- Determinar los puntos críticos de control (PCC).
- Establecer límites críticos.
- Establecer un sistema de vigilancia de control de los PCC.
- Establecer las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que se ha producido una desviación con respecto a un límite crítico en un PCC.
- Validar el plan de HACCP y luego establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el sistema de HACCP funciona según lo previsto.
- Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

2.6 Gestión por procesos y modelos de madurez

Para lograr establecer cadenas productivas orientadas a resultados necesarios por la empresa, se requiere gestionar los procesos que llevan a dichos resultados. Para esto, existen diversas metodologías y procesos de gestión que ayudan a determinar posibles fallas y aspectos a perfeccionar para lograr una producción más eficiente. Por tanto, la gestión de procesos se encarga de implementar acciones que mejoren estos mediante tareas de diseño organizacional, donde se analice cada proceso para mejorarlo, con especial atención y buscando un crecimiento económico a través de la mejora de la eficiencia (Páez, et.al, 2018).

A raíz del desarrollo de procesos de mejora continua, se hace visible la importancia de implementar modelos de madurez, los cuales se definen como concepto en la gestión e implementación de proyectos, se refiere como una manera de realizar autoevaluación y autorreconocimiento para identificar cómo se realizan los procesos de una empresa en relación con un estándar (Higuera, 2019). Esto se traduce en implementar en distintas organizaciones métodos que permitan analizar cómo se realizan sus procesos para así, gestionar las mejoras necesarias y desarrollar una capacidad para alcanzar mejores resultados. Según Higuera (2019) buscar la madurez en las organizaciones es una manera de establecer una cultura de calidad y mejorar la eficiencia de proyectos y procesos.

Considerando lo anterior, un modelo de madurez se define como una herramienta que busca analizar y evaluar procesos con el objetivo de reconocer dónde y cómo mejorar, para obtener mejores capacidades y habilidades, siempre con la calidad como objetivo primordial (Rohvein et. al., 2019). Estos modelos deben consistir una manera de establecer pasos a seguir según los resultados que se desean alcanzar, respecto a las necesidades de las organizaciones. Los modelos de madurez permiten mejorar y gestionar los procesos, con diversas metodologías aplicables a una amplia gama de industrias. Existen diversos modelos de madurez, entre los que se pueden encontrar (Páez et.al., 2018):

- Modelos de madurez de capacidades.
- Norma ISO 9004.
- Modelo EFQM de excelencia.
- Modelo de madurez de procesos y empresa.
- Modelo de madurez de procesos de negocios.
- Modelo de madurez holístico para procesos de negocios.

2.7 Modelo de madurez de Michael Hammer

Michael Hammer (2007) examinó la necesidad de diversas empresas para mejorar sus procesos, encontrando que estas no sabían qué, cuánto y cuándo debían cambiar para alcanzar los resultados y eficiencia deseados. Esto puede generar incertidumbre y dificultad al organizar y planear las acciones correctivas necesarias. Hammer establece que para considerar un proceso maduro es necesario que este tenga mejores rendimientos respecto al tiempo, considerando la interacción entre procesos individuales y la organización en su totalidad.

Para aplicar su proceso de madurez de procesos y empresa, Hammer desarrolló una herramienta que permite autoevaluar la madurez en estos dos factores, mediante una serie de consideraciones que la empresa debe realizar sobre su funcionamiento, que incluyen el diseño, los colaboradores, los altos mandos, la infraestructura y las métricas. Además, se analizan también factores del ambiente laboral como liderazgo, cultura, experiencia y gobernanza. Al analizar cómo afectan estos factores el rendimiento de la organización, es posible determinar la madurez de la empresa y en qué situaciones debe mejorar buscando mejores resultados. El registro de los esfuerzos de mejora de una empresa permite establecer metodologías que ayuden a determinar qué se necesita y establecer una cultura de calidad.

Bajo el enfoque de Hammer, los niveles de madurez se definen mediante un análisis de los procesos e identificación de las características y resultados que estos deben tener, para establecer cuál sería el escenario deseado, es decir, el de mayor madurez. A partir de esto, se definen los niveles de menor madurez haciendo una comparación de los resultados obtenidos, analizando el funcionamiento y las experiencias previas de la cadena.

3. METODOLOGÍA

3.1 Herramienta de evaluación

3.1.1 Desarrollo de herramienta de evaluación

Para desarrollar la herramienta de evaluación, se llevó a cabo un análisis del Esquema FSSC-22000-Quality con el propósito de identificar las normas pertinentes. Las normas identificadas fueron: ISO 9001, ISO 22000, ISO 22002, INTE A1 e INTE A2, según lo señalado por FSSC (2019). Este proceso no solo implicó la identificación de las normas, sino también una evaluación de su relevancia con respecto a los objetivos del Esquema FSSC-22000. Para alcanzar estos objetivos, se realizó un análisis comparativo entre ellas, que permitió identificar las similitudes y las diferencias específicas entre las normas mencionadas. Este enfoque metodológico permite identificar la relación entre las normas y los objetivos del Esquema FSSC-22000-Quality, lo que contribuirá a encontrar oportunidades de mejora significativas en el contexto de la investigación.

3.2 Evaluación de planta

3.2.1 Sitio de estudio

El proyecto se desarrolló en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes, empresa ubicada en el distrito de Laguna, del cantón de Zarceró, de la provincia de Alajuela, con coordenadas 0°12'35.9"N 84°22'25.6"O. La Suplidora Hortícola Ideas Verdes cuenta con un espacio de producción de 7000 m² y distribuye lechuga a cadenas de supermercados para su posterior procesamiento agroindustrial.

La empresa se dedica al cultivo de lechuga hidropónica, *Lactuca sativa*, de las variedades salanova (*Lactuca sativa*), americana (var. *Capitata*) y romana (var. *Longifolia*). Está liderada por Jacobo Solís y César Naranjo, quienes fundaron la empresa en el año 2017. Cuentan con un equipo de 5 colaboradores quienes se encargan de las actividades de la organización, y además hay dos encargados de supervisión de producción y labores administrativas.

Se consideró la lechuga salanova como el producto en estudio ya que es la variedad más producida con un 43% de la producción total, seguida por la lechuga romana con 35% y la americana con 22%. Después de las operaciones de la organización las lechugas se comercializan de manera fresca para que sea procesada para ensaladas por su cliente.

3.2.2 Métodos de evaluación

Cada una de las secciones de la herramienta se realizó mediante distintos métodos de evaluación, los cuales se detallan a continuación:

- **Liderazgo:** La sección de liderazgo se enfocó en revisar el establecimiento del sistema de gestión de calidad e inocuidad, las políticas para su control y los equipos de trabajo para la gestión y organización de procesos. Para su análisis, se realizaron consultas a los encargados de la planta, además de la realización de una matriz de roles y responsabilidades de colaboradores, así como una revisión documental de registros sobre políticas y organización de equipos.
- **Planificación:** a partir de la información recopilada sobre los procesos y resultados esperados, se verificó la documentación de la organización. Esta incluye los objetivos de calidad e inocuidad y el análisis estratégico de los objetivos de calidad y resultados.
- **Apoyo:** Para la sección de apoyo se analizaron las calificaciones del personal para las labores de producción, operación y su capacidad para gestionar y mantener el sistema de gestión de la calidad e inocuidad. Además, este análisis incluyó la infraestructura, el ambiente, los recursos, la forma en que la empresa asegura los recursos externos y brinda seguimiento y control sobre los proveedores.

Los métodos de evaluación incluyeron el desarrollo de una matriz de responsabilidades y competencias de los colaboradores, la revisión documental de los programas de capacitación y actualización del personal, el registro de proveedores y un análisis visual de las instalaciones y la distribución de planta.

- **Operación:** Se analizó la ejecución efectiva de los procesos operativos y su alineación con los estándares de calidad e inocuidad mediante la revisión de procedimientos operativos, la verificación de la conformidad del producto y la eficacia de las operaciones en la mitigación de riesgos de inocuidad. Los métodos de evaluación incluyeron el desarrollo de un balance de masa y un análisis de la calidad de los productos antes de su despacho; además una revisión documental de la ficha del producto y los procedimientos sobre el control de salidas no conformes.

El análisis de calidad se realizó en base a los parámetros definidos en el Reglamento Técnico de Lechuga para Consumo en Estado Fresco N° 34100 del Ministerio de Economía, Industria y Comercio y el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Se realizaron tres muestreos de cinco cajas cada uno según lo definido en el Decreto Ejecutivo N° 24907-MEIC NCR230:1995. Productos Hortícolas Frescos. Muestreo, ya que el lote despachado en cada visita fue de menos de 100 cajas.

Se seleccionaron las cajas al azar una vez que se terminó su acondicionamiento y se midió la masa de cada una de las lechugas contenidas en estas. Además, se buscó en estas

lechugas presencia de babosas, daño por hongo, daño por insecto, daño mecánico, deshidratación, pudrición y quemadura del sol. La cantidad de defectos encontrados en cada lechuga definió el grado de calidad del producto según los valores indicados en el reglamento.

Para validar el tamaño de la muestra seleccionada se utilizó la metodología del muestreo de trabajo (Niebel y Freivalds, 2009). Una precisión de 95% utiliza esta teoría para estimar el tamaño de la muestra total, mediante la expresión de la desviación estándar dada por la ecuación 1.

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (1)$$

Donde:

σ_p : desviación estándar de un porcentaje.

p: ocurrencia del elemento que se observa (%).

n: número total de observaciones aleatorias en las que se basa p.

Se define el límite aceptable de 5% de error y se utiliza la ecuación 2 para definir el error y establecer una relación con la desviación estándar.

$$l = z_{\alpha/2}\sigma_p = z_{\alpha/2}\sqrt{pq/n} \quad (2)$$

Donde:

l: error.

$z_{\alpha/2}\sigma_p$: límite aceptable de error.

Como valor de entrada, se establece un error aceptable de 10%. Posteriormente, para encontrar el número de la muestra n se procede a despejar de la ecuación 2, utilizando un valor del intervalo de confianza de 95%, $z_{\alpha/2}$ toma un valor de 1.96 y se consigue obtener el número de muestra mediante la ecuación 3.

$$n = 3.84 pq/l^2 \quad (3)$$

- Evaluación del desempeño: Con el objetivo de analizar el seguimiento y la medición de las variables, el análisis de los resultados y la planificación de los sistemas de auditoría y la gestión de la calidad e inocuidad, se realizó un análisis de procesos y revisión documental de procedimientos y resultados de auditoría interna.
- Mejora: El análisis de oportunidades de mejora para la adecuación y eficacia del SGCIA se evaluaron mediante una revisión documental del registro del proceso de mejora continua e implementación de las acciones correctivas.
- Instalaciones: El análisis de flujo de operaciones, materiales, ubicación y limpieza de las instalaciones se realizó mediante inspecciones visuales, el análisis de la distribución de la

planta y el desarrollo de un diagrama de flujo para comprender visualmente el paso a paso de los procesos.

- Servicios: Para determinar la correcta distribución del suministro de agua y la calidad de esta se realizó un diagrama de procesos y un análisis de la calidad del agua. Este análisis se desarrolló mediante el método de Número Más Probable (NMP) para agua no clorada, definido mediante la norma ISO 9308-2:2012. Para esto se procedió a detectar el tubo con que se llenan los tanques de lavado y se examinó el mismo en busca de fugas, herrumbre o presencia de algún material extraño. Una vez que se determinó que el tubo era apto, se dejó correr el agua durante dos minutos con la llave abierta a su máxima capacidad. Para tomar la muestra, se cerró la llave hasta aproximadamente la mitad de su capacidad y se recolectó el agua en la bolsa de toma de muestra. Una vez recolectada el agua, se selló la bolsa herméticamente y se colocó en una hielera con compresas frías para su traslado al laboratorio. Se realizaron tres repeticiones para este análisis.

El procesamiento de las muestras de agua se llevó a cabo usando el procedimiento correspondiente para agua no clorada, se analizó la presencia de coliformes termotolerantes, coliformes totales y *E. coli*. El primer paso consistió en colocar un volumen de 10 mL de muestra en 5 tubos con doble concentración de caldo lauril y volúmenes de 1 mL y 0.1 mL en 5 tubos con caldo lauril simple cada uno. Estos se incubaron a 35°C durante 48 horas en espera de un resultado positivo en cada tubo. Un tubo positivo se obtiene cuando la campana colocada en el interior del tubo de ensayo se mueva con burbujas de aire.

De cada tubo positivo, se tomó una muestra con un palillo de madera y esta se llevó a tubos con diferentes reactivos para analizar la presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes o *E. Coli*. La presencia de coliformes totales se determinó en tubos con caldo bilis verde brillante y se incubaron a 35°C durante 48 horas. Para coliformes termotolerantes se utilizó caldo *E. coli* que se incubaba en baño maría a 44.5°C durante 24 horas. Por último, para determinar la presencia de *E. coli* se utilizó caldo triptona y se incubó en un baño maría a 44.5°C durante 24 horas.

- Disposición de los residuos: Se analizaron los drenajes, recipientes para residuos, la acumulación y disposición de estos mediante inspecciones visuales en la planta.
- Idoneidad, limpieza y mantenimiento de los equipos: Para analizar esta sección se realizaron inspecciones visuales, revisión documental sobre programas de limpieza y mantenimiento y un análisis de detección de la actividad microbiológica en las superficies y el producto. El análisis de superficies se realizó determinando los puntos de la planta considerando las superficies y el equipo en los que el producto está en contacto directo, los cuales incluyeron las mesas, los tanques de lavado y las cajas de almacenamiento. En la Figura 1 se observa un croquis con los puntos seleccionados para el análisis. Para este análisis se realizó un muestreo de superficies.

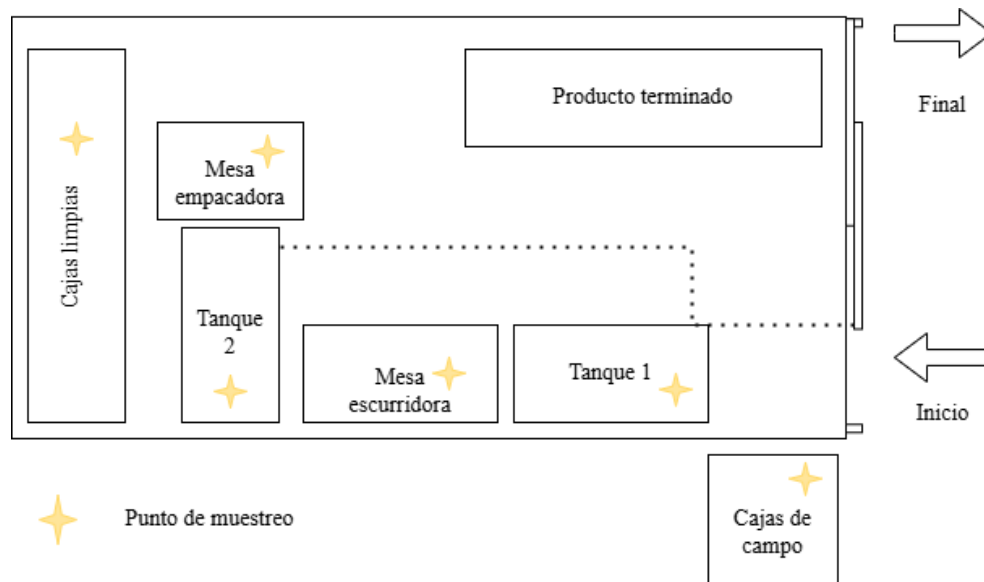


Figura 1. Croquis de los puntos considerados para el muestreo del análisis de las superficies.
Fuente: Elaboración propia

Para la recolección de la muestra se utilizó un marco de cartulina esterilizado de 50 cm², el cual fue elaborado y suministrado por el personal del Laboratorio de Investigación y Entrenamiento en Microbiología de Alimentos (LIMA) de la Facultad de Microbiología. Este se puede observar en la Figura 2. El marco se colocó sobre cada superficie seleccionada y con un hisopo estéril se realizó la toma de cada punto incluido en este estudio, con movimientos de rotación y traslación vertical y horizontal. Una vez cargado el hisopo con la muestra, se procedió a colocarlo en un tubo de ensayo con agua peptona estéril al 0.1% (APE) y rotularlo.



Figura 2. Marco para la delimitación del área para la toma de la muestra de una superficie.

Los análisis se llevaron a cabo en el LIMA de la Facultad de Microbiología. Cada muestra recolectada de las superficies se homogeneizó y se procedió a realizar diluciones decimales en tubos con APE; se hicieron dos diluciones para las muestras de los tanques y mesas, y tres diluciones para las cajas. Luego, se procedió a cultivar cada dilución por duplicado en placas Petri con Agar Standard + TTC. Esto se realizó rayando la placa con el hisopo en diferentes direcciones y manteniendo los movimientos de rotación y traslación de este. Las placas se incubaron a 35°C durante 48 horas para analizar la presencia de contaminación microbiológica en las superficies. Una vez pasado el tiempo de incubación se realizó el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) en las placas con 25-250 unidades (Arias et.al., 2008).

Se realizó un análisis de la presencia de coliformes en la lechuga en tres puntos diferentes: después del primer lavado, después del segundo lavado y una lechuga de control, antes del lavado. Para esto se tomó una lechuga al azar después de cada etapa del proceso. Para este análisis se realizaron tres muestreos en diferentes momentos. En el laboratorio se colocaron 10 g de lechuga en bolsas de stomacher con 90 ml de APE para resuspender los microorganismos presentes en el producto. A partir de esta suspensión original se prepararon diluciones decimales en tubos con 9 ml de APE.

Para cada muestra de lechuga (lavado 1, lavado 2 y control) se realizaron tres diluciones por duplicado, y mediante el método de vaciado se prepararon las muestras en placas Petri con Agar Bilis Rojo Violeta (ABRV). Adicionalmente, se aplicó una sobre capa de 5 mL de ABRV a cada placa. Por cada muestra de lechuga, se procedió a incubar dos placas invertidas a 35°C durante 48 horas para el crecimiento de coliformes totales y dos placas invertidas a 44,5°C durante 24 horas para el crecimiento de coliformes termotolerantes. También se preparó una placa de control de esterilidad únicamente con agar y se incubó a 35°C durante 48 horas.

Una vez pasado el tiempo de incubación se realizó el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) en placas con 25-250 unidades. Para el recuento de UFC en estas placas, se contó cada colonia potencial, se calculó un promedio y luego se multiplicó por el inverso de la dilución correspondiente, que en este caso es de 100 (Arias et.al., 2008).

- Gestión de materiales comprados: Se analizó la existencia de los procedimientos para la compra de materiales y aprobación de proveedores, así como la revisión de los vehículos para el transporte del producto. Este procedimiento se realizó mediante una caracterización de los procesos que implicó un estudio detallado de estos. Este análisis se complementó con una revisión documental de los registros de los protocolos de compra y de los procedimientos específicos para evaluar los vehículos de carga.
- Control de plagas: Para determinar la gestión y el control de las actividades del control de plagas se realizó una revisión documental del registro de uso de plaguicidas y una matriz de las responsabilidades y calificaciones del personal.
- Higiene del personal y de las instalaciones para los empleados: Se analizaron los servicios de alimentación y las áreas designadas para el consumo de alimentos del personal, así como

los registros de la política documentada que describe los comportamientos requeridos del personal en las áreas de proceso, empaque y almacenamiento y los lineamientos a seguir por visitantes. Para esto se realizaron inspecciones visuales y una revisión documental.

- Retiro de productos: Se evaluó la implementación de un sistema de control que permita identificar, localizar y retirar los productos que no cumplan con las normas de inocuidad requeridas, así como la existencia de una lista de contactos clave a quienes localizar en un eventual retiro. Esto se analizó mediante un análisis de los procesos y una revisión documental de los procedimientos.
- Almacenamiento: se realizó una inspección visual de las instalaciones y la rotulación de los espacios físicos. Además, se ejecutó un análisis del proceso de trazabilidad de los productos almacenados. Este análisis incluyó una determinación de la idoneidad de los espacios y el sistema de almacenamiento de los productos.
- Control de operaciones: Se evaluó el control de las operaciones de la producción mediante un análisis de procesos e indicadores de la calidad del producto y una revisión documental del análisis de los indicadores de calidad.
- HACCP: Mediante una revisión documental se evaluó el establecimiento de un sistema HACCP en la organización. Con esto se busca encontrar los peligros que la empresa haya identificado que pueden afectar la producción, así como las acciones para controlarlos, con el objetivo de asegurar trazabilidad y calidad del producto.

3.3 Modelo de madurez

Se desarrolló un modelo de madurez para identificar el grado de cumplimiento de la empresa con respecto a los criterios contenidos en la herramienta de evaluación, con la intención de definir la situación actual de la organización. El modelo se realizó en base a los criterios analizados en la herramienta de evaluación. Se procedió a agrupar las secciones con requerimientos similares y sintetizar las acciones que permiten mejorar los procesos en 6 secciones, con el objetivo de tener una herramienta eficiente y de fácil aplicación.

A través de la aplicación de la herramienta de evaluación y los resultados de esta, se establecieron descriptores para cada sección que permiten reflejar los estándares de la calidad y seguridad alimentaria deseados. Este modelo tomó como base la metodología propuesta por Michael Hammer en "The Process Audit" (2007), que fue adaptada para aplicarse al campo de la calidad e inocuidad alimentaria.

Con base en la caracterización, se procedió a la construcción del modelo de madurez, donde se definieron cuatro niveles de madurez aplicables a la calidad e inocuidad alimentaria para cada sección, y, utilizando los resultados de la evaluación en la planta, se determinó el nivel específico de la madurez de cada uno. Esta estrategia ofreció una vista precisa del estado actual de la organización, permitiendo identificar con claridad aquellos procesos que requieren atención prioritaria para su optimización y mejora.

3.4 Plan de acción

Para el desarrollo del plan de acción de la planta, se tomaron como referencia los resultados obtenidos en las metodologías descritas antes, especialmente en el análisis de los niveles de la madurez de los procesos. A partir de estos se desarrolló un plan que contiene los hallazgos generales de la evaluación, las oportunidades de mejora y soluciones propuestas para alcanzar esta mejora.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Herramienta de evaluación

La herramienta fue desarrollada a partir de un análisis de las normas seleccionadas (ISO 9001, ISO 22000, ISO 22002, INTE A1 e INTE A2) en el que se identificaron y definieron los requisitos específicos de cada una. Cada requisito fue evaluado para determinar su relevancia y relación con las diferentes secciones. La herramienta desarrollada se adjunta en el Apéndice A1.

Tras este análisis, se elaboró una lista completa de los requisitos de todas las normas, según cada sección, comparando las secciones para identificar aquellas que abordan temas similares, ya que estos pueden presentar diferentes requisitos en cada norma. Algunos de los temas incluyen infraestructura, control de plagas, control de proveedores, entre otros.

Con esta lista de requisitos, se realizó un resumen y se agruparon de manera unificada dentro de las secciones propuestas. Buscando una comprensión más clara y una aplicación más coherente y estructurada de la herramienta. Las secciones designadas son:

- Liderazgo.
- Planificación.
- Apoyo.
- Operación.
- Evaluación del desempeño.
- Mejora.
- Instalaciones.
- Servicios (aire, agua y energía).
- Disposición de los residuos.
- Limpieza y mantenimiento de los equipos.
- Gestión de los materiales comprados.
- Control de plagas.
- Higiene del personal y de las instalaciones para los empleados.
- Retiro de los productos.
- Almacenamiento.
- Control de las operaciones.
- HACCP.

4.2 Evaluación de planta

Como paso inicial para aplicar la herramienta de evaluación se realizó una evaluación de la planta, su estructura organizacional y productiva. A partir de consultas realizadas a los encargados de la suplidora se desarrolló la estructura organizacional presente en la Figura 3. En la Suplidora Hortícola Ideas Verdes las labores se llevan a cabo por un grupo de 7 personas, de las cuales 5 trabajan en producción y dos en labores de dirección y administrativas.



Figura 3. Estructura Organizacional de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.
Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Levantamiento de procesos

El proceso sustantivo de comercialización de la lechuga salanova está conformado por seis subprocesos que van desde la siembra de las semillas hasta el despacho de la lechuga entera, tal como se detalla en el diagrama PEPSU de la Figura 4. En este diagrama se muestran los proveedores (P), entradas (E), procesos (P), salidas (S) y usuarios o clientes (U)

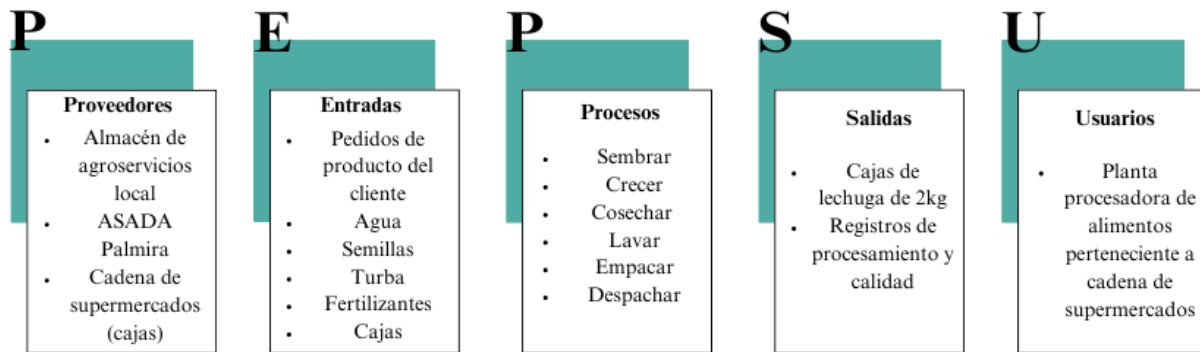


Figura 4. Diagrama PEPSU del proceso de comercialización de la lechuga salanova de la empresa Suplidora Ideas Verdes
Fuente: Elaboración propia

Cada uno de estos 6 subprocesos que se realizan para comercializar la lechuga salanova, se presentan en el diagrama de la Figura 5 y se detallan a continuación:

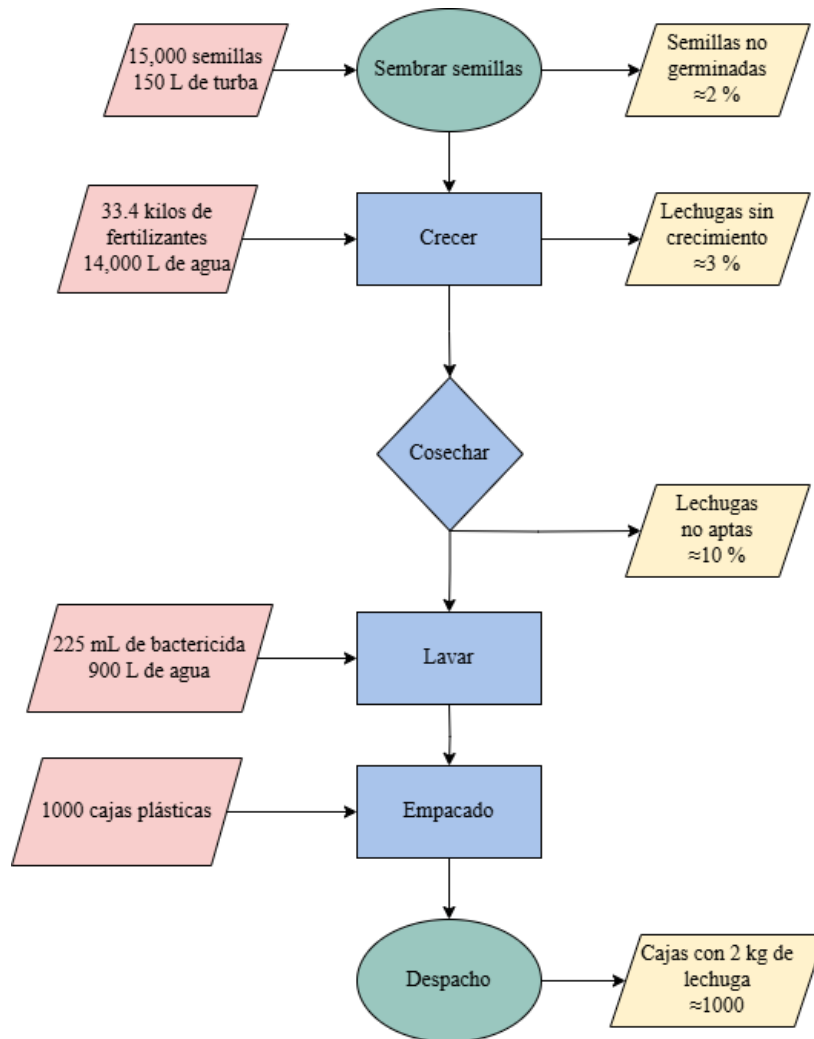


Figura 5. Diagrama de flujo de los subprocesos de comercialización de la lechuga salanova en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

Fuente: Elaboración propia

- Sembrar semillas: Cada semana se siembran manualmente 15000 semillas en bandejas plásticas con el sustrato denominado turba. Estas se dejan crecer durante dos semanas y se eliminan las que no germinaron que corresponde a ~2%. Una vez las semillas germinaron y ha crecido la planta se procede a trasplantarlas a las camas de los invernaderos. Constan de nueve tubos y con capacidad para 800 lechugas. En la Figura 6 se puede observar cómo se siembran las semillas en turba y se disponen para el período de germinación y en la Figura 7 se observa el tamaño de las lechugas al final del proceso antes de ser trasplantadas a las camas.



Figura 6. Semillas sembradas en turba en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.



Figura 7. Lechugas listas para el trasplante a las camas del invernadero en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

- **Desarrollo del producto:** se reciben los fertilizantes necesarios para su desarrollo mediante fertirriego y son irrigadas durante 15 minutos cada hora mediante un sistema hidropónico de recirculación. En esta etapa se van descartando las lechugas que no crecen o se ven atacadas por insectos u hongos, esto corresponde a ~3% del total de las lechugas trasplantadas. En la Figura 8 se observan las camas del invernadero con las lechugas durante su crecimiento.



Figura 8. Lechugas en el invernadero de La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

- **Cosecha:** Al finalizar el ciclo que tiene una duración de cinco semanas, se realiza la cosecha de las lechugas las cuales son cortadas con un cuchillo y colocadas en cajas de plástico. Luego, estas se llevan al sector de procesamiento para ser desinfectadas y despachadas. En esta etapa se descartan las lechugas con problemas de crecimiento, presencia de insectos, hongos o con deformaciones que no se detectaron en la etapa de crecimiento.

Las pérdidas cuantificadas durante la cosecha corresponden al 10% del total de las lechugas cosechadas, según estimaciones de los encargados de producción. Se han encontrado pérdidas durante la cosecha que, aunque pueden variar según el tipo de cultivo y las técnicas de cosecha, en el caso de las frutas y hortalizas, pueden variar entre el 5% y hasta el 25%, dependiendo de factores como la madurez del producto, las condiciones climáticas y el método de recolección utilizado. En cultivos como tomates y fresas, las pérdidas durante la cosecha pueden alcanzar hasta un 15% debido a su fragilidad y la necesidad de recolección manual (Grolleaud, 2002). La lechuga, siendo una hortaliza de hoja con una estructura delicada, también es susceptible a daños y pérdidas durante la cosecha, por lo que este porcentaje de pérdida se considera dentro de los límites esperados para el tipo de cultivo.

- **Lavado:** Este subproceso consiste en tres actividades para limpiar y desinfectar las lechugas antes de enviarlas al cliente. La primera actividad corresponde al lavado uno donde se disponen las lechugas en el tanque número 1 el cual es de acero inoxidable 304 y tiene un volumen de 400 L. El bactericida llamado KILOL LDF 100 11SL se aplica en el lavado uno. Este es un extracto de semillas de cítricos para desinfectar y tiene una concentración de 0.25 mL/L. Las lechugas se sumergen durante un minuto en el agua la cual tiene un sistema de aireación. La segunda etapa se denomina escurrido y consiste en colocar las lechugas en una mesa escurridora con pequeños agujeros de acero inoxidable 304 y donde se dejan 10 minutos. Finalmente, la etapa del lavado 2 se lleva a cabo en un tanque de acero de 500 L donde se aplica el mismo bactericida usado para el lavado 1 con una concentración 0.25 mL/L. Este lavado tiene una duración de un minuto para brindar una desinfección completa. En la Figura 9 se observa el tanque de lavado con aireación utilizado para este proceso.



Figura 9. Lechugas el lavado en un tanque en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

- **Empaque:** las lechugas lavadas se colocan en una mesa de acero inoxidable, donde están las cajas de plástico propiedad del cliente. Las lechugas se colocan en las cajas hasta alcanzar unos 2 kg en cada caja.
- **Despacho:** las cajas se colocan en tarimas de plástico en el sector destinado para el producto terminado en espera del camión para el transporte. No se cuenta con almacenamiento refrigerado, debido a que el producto se despacha el mismo día que se

cosecha, según criterio de los encargados. Aproximadamente se despachan 1000 cajas por semana. La Figura 10 muestra las cajas con lechuga lavada listas para su distribución.



Figura 10. Lechugas lavadas y listas para el despacho en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

4.2.2 Evaluación de la organización

Se presentan los hallazgos identificados siguiendo el mismo orden de cada sección de la herramienta previamente diseñada para el presente estudio.

- **Liderazgo**

A la fecha de este estudio la empresa no cuenta con un sistema de gestión de calidad e inocuidad sistematizado y formalizado, ni tampoco con lineamientos que formalicen el compromiso con la gestión de la calidad. La coordinación de las tareas, así como la transferencia de la información se comparten verbalmente. Según el criterio de los colaboradores, los roles y responsabilidades están claros, pero no se cuenta con una definición sistematizada de estos con los alcances establecidos según cada puesto de trabajo. El equipo de trabajo se rige por las jefaturas y los colaboradores.

Las funciones de dirección están a cargo de dos personas, quienes son los dueños de la empresa. Uno de ellos se ocupa de la dirección y supervisión en el campo. Esto incluye supervisar y guiar todas las actividades relacionadas con la producción, el acondicionamiento del producto, la aplicación de agroquímicos y la gestión de inventarios de materiales. La segunda persona se encarga de las tareas administrativas y contables de la operación.

La empresa cuenta con tres colaboradores que se encargan de realizar las actividades de siembra, crecimiento y cosecha bajo la supervisión de la jefatura. Estos colaboradores también realizan las aplicaciones de agroquímicos siguiendo las indicaciones del encargado. Adicionalmente, tres colaboradores más apoyan las actividades de la cosecha y se encargan del procesamiento de la lechuga al lavar y alistar el producto para ser despachado.

En el Cuadro 2 se observa una matriz de los roles y las responsabilidades de los colaboradores. Esta matriz se realizó mediante consultas a la jefatura. Se confirmó la falta de registros escritos sobre los colaboradores y el funcionamiento de la organización.

Cuadro 2. Matriz de los roles y las responsabilidades del equipo de la empresa Suplidora Ideas Verdes.

Procesos	Jefaturas		Colaboradores				
	1	2	1	2	3	4	5
Supervisión en campo	X						
Labores administrativas		X					
Sembrar			X	X	X		
Creecer			X	X	X		
Cosechar			X	X	X	X	X
Lavar						X	X
Despachar						X	X

Fuente: Elaboración propia

- **Planificación**

La organización no tiene establecidos los objetivos de la calidad e inocuidad por lo que no se cuenta con una información documentada sobre éstos.

- **Apoyo**

El personal de la sección de apoyo recibe capacitaciones de BPA una vez al año impartidas por el cliente de acuerdo con las indicaciones de la jefatura, pero no se identificaron registros que respalden esto. A partir de la inspección realizada a la infraestructura se encontraron espacios abiertos en el área de planta, los cuales podrían facilitar la entrada de plagas. Los pisos son de cemento y las paredes de cedazo, que no proporciona mucha resistencia. Además de esto, este material por su naturaleza porosa no es impermeable ni fácil de limpiar; en consecuencia, no cumple con los requerimientos de la Norma ISO 22000. En la Figura 11 se puede observar el área de acondicionamiento y las paredes de la planta.

Además, se encontró que no se cuenta con un control de los proveedores de los insumos como la turba, las semillas y los fertilizantes. Estos son comprados localmente, en almacenes cercanos a la planta.



Figura 11. Área de acondicionamiento de las lechugas en La Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

- **Operación**

Mediante las visitas a la planta y las consultas realizadas a los colaboradores se determinó que los insumos y las salidas utilizados en el proceso durante un período de tiempo de una semana corresponden a los presentados en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Insumos utilizados para el procesamiento de lechuga salanova de la empresa Suplidora Ideas Verdes.

Proceso	Clasificación	Insumo	Cantidad
Sembrar	Entradas	Semillas (unidades)	15 000
		Turba (L)	130
		Nitrato de calcio (kg)	13,5
		Nitrato potásico (kg)	8,5
		Fosfato monoamónico (kg)	1,4
		Sulfato de magnesio (kg)	5
		Sulfato de potasio (kg)	2,4
		Fertilizante (kg)	33,4
Lavar 1	Salidas	Agua (L)	400
Lavar 2		KILOL LDF (mL)	100
		Agua (L)	500
Lavar 2		KILOL LDF (mL)	125
		Semillas sin germinar (unidades)	300
Sembrar		Lechugas sin crecimiento (unidades)	441
Creecer		Lechugas no aptas (unidades)	1425
Cosechar		Cajas con 2kg de lechuga (unidades)	1 000
Despachar			

A partir de lo anterior, la Figura 12 muestra el balance de masa del proceso desde la siembra hasta el despacho, resaltando que el acondicionamiento del producto se lleva a cabo mediante dos subprocesos de lavado, los cuales se presentan dentro de un cuadro para representar que ambos conforman el acondicionamiento.

Las salidas registradas en cada proceso se basan en información recopilada mediante consultas al encargado de producción de la organización. Desde el proceso de siembra hasta cosecha hay una pérdida de 15% de producto debido a semillas no germinadas, lechugas con problemas de crecimiento y lechugas con defectos físicos o atacadas por hongos o insectos.

Los sistemas hidropónicos de producción de lechuga generalmente tienen pérdidas de un 6% en las etapas de producción. Las principales causas de estos daños se asocian a daños mecánicos, por insectos, por hongos e incluso mala planificación respecto a la demanda (Castro Granados et.al. 2019). Las pérdidas reportadas por la organización en esta etapa son mayores al porcentaje reportado en la literatura, evidenciando la necesidad de mejorar los procesos productivos.

Durante el acondicionamiento del producto, compuesto por los subprocesos de lavado, empaque y despacho, no se tienen controles de calidad ni conformidad, por lo que todas las lechugas lavadas se entregan al cliente. Por esto, no se consideran pérdidas durante el acondicionamiento.

Se pierde un 15 % de producto desde la siembra de las semillas hasta el despacho, o sea, que semanalmente se siembran 15.000 semillas y se obtienen 12 750 lechugas.

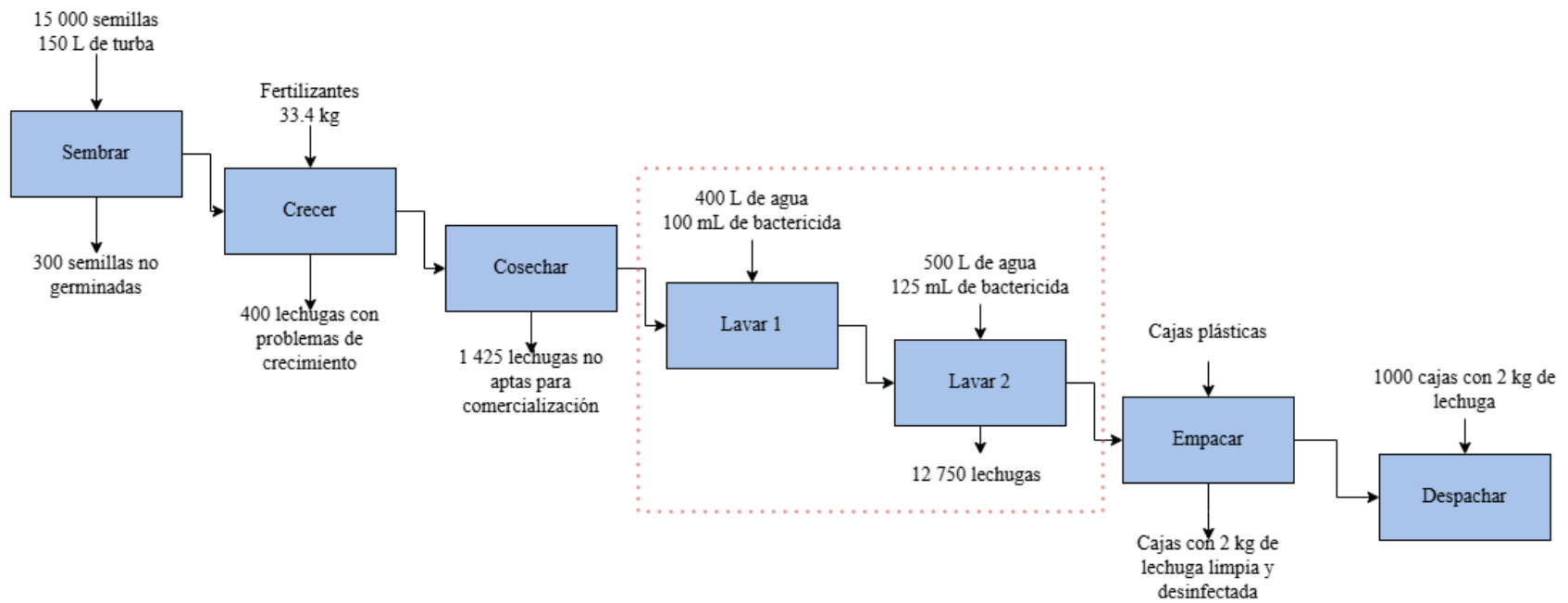


Figura 12. Balance de masa del procesamiento de la lechuga salanova de la empresa Suplidora Ideas Verdes.
Fuente: Elaboración propia

Se realizó un muestreo de calidad en 3 días de acondicionamiento de producto: 20 de octubre y 30 de noviembre de 2023, y 4 de marzo de 2024. En cada muestreo se analizaron 5 cajas de lechugas lavadas, analizando los siguientes parámetros, número total de lechugas analizadas, la masa total de lechugas por muestreo (kg), y la cantidad de defectos como babosas, hongos, insectos, daños mecánicos, firmeza y daño por sol. Como la producción se hace en un sistema hidropónico en invernadero, los daños por firmeza y quema por sol son nulos. En el Cuadro 4 se presentan los resultados de cada muestreo.

Los datos muestran que existe una alta variabilidad entre la cantidad de lechugas por caja y el peso por caja de cada muestreo. Para los defectos muestra variabilidad en presencia de hongos y daño mecánico, y para insectos, aunque es menor a los otros defectos, también se presenta variabilidad. Esto indica que no hay una uniformidad en el producto que se está despachando a los clientes.

Cuadro 4. Resumen del muestreo de los parámetros de la calidad de la lechuga salanova producida en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes

Muestreo	Cajas	Lechugas analizadas por muestreo	Peso por muestreo (kg)	Defecto					
				Babosas	Hongo	Insecto	Mecánico	Firmeza	Daño por sol
1	5.00	106.00	22.60	0.00	13.00	2.00	44.00	0.00	0.00
2	5.00	95.00	16.85	0.00	18.00	0.00	41.00	0.00	0.00
3	5.00	96.00	22.10	0.00	4.00	0.00	40.00	0.00	0.00

Del total de lechugas analizadas (297) en los tres muestreos 56% de estas presentaron algún tipo de defecto con un error de medición de 5.6% y nivel de confianza del 95%.

Para complementar el análisis de defectos encontrados en el producto se desarrolló el diagrama de Pareto que se muestra en la Figura 13. Los daños mecánicos corresponden al defecto más representativo con un 80% de los defectos, seguido por daños por hongos con una frecuencia del 19.8%. Otros tipos de defectos, como los ocasionados por insectos son menos frecuentes.

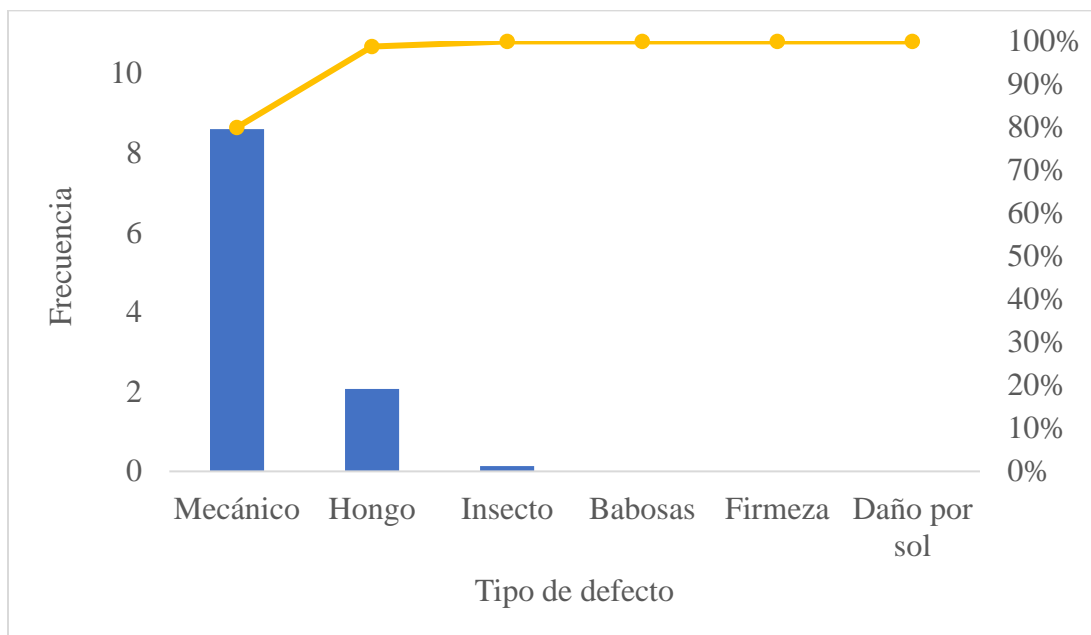


Figura 13. Diagrama de Pareto de los defectos encontrados en el muestreo de la calidad de la lechuga salanova en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

La presencia de defectos mecánicos repercute en la calidad del producto ya que los cortes pueden afectar directamente la calidad. Este defecto debe ser controlado ya que el daño mecánico puede aumentar el coeficiente de transpiración como respuesta fisiológica en la lechuga (Quirós, 2016). Al aumentar la transpiración se induce marchitez, deshidratación, pérdida de firmeza, crujencia y lozanía en el producto (Ottone, 2014).

Para abordar los problemas causados por estos daños se deben analizar las acciones correctivas en las etapas de manejo y procesamiento desde la cosecha hasta el lavado. En la Figura 14 se presenta un diagrama de Ishikawa que presenta las principales causas que generan este defecto. Dentro de estas se encuentran el manejo inadecuado de las cajas y el sobrellenado de las mismas que pueden afectar el producto previo al acondicionamiento.

Sin embargo, dado que la lechuga entregada por la empresa es utilizada principalmente para la elaboración de ensaladas pre-cortadas, se podría excluir el daño mecánico. De esta manera, el porcentaje de defectos en el producto sería de 13%, valor que comprendería la presencia por afectación de hongos e insectos.

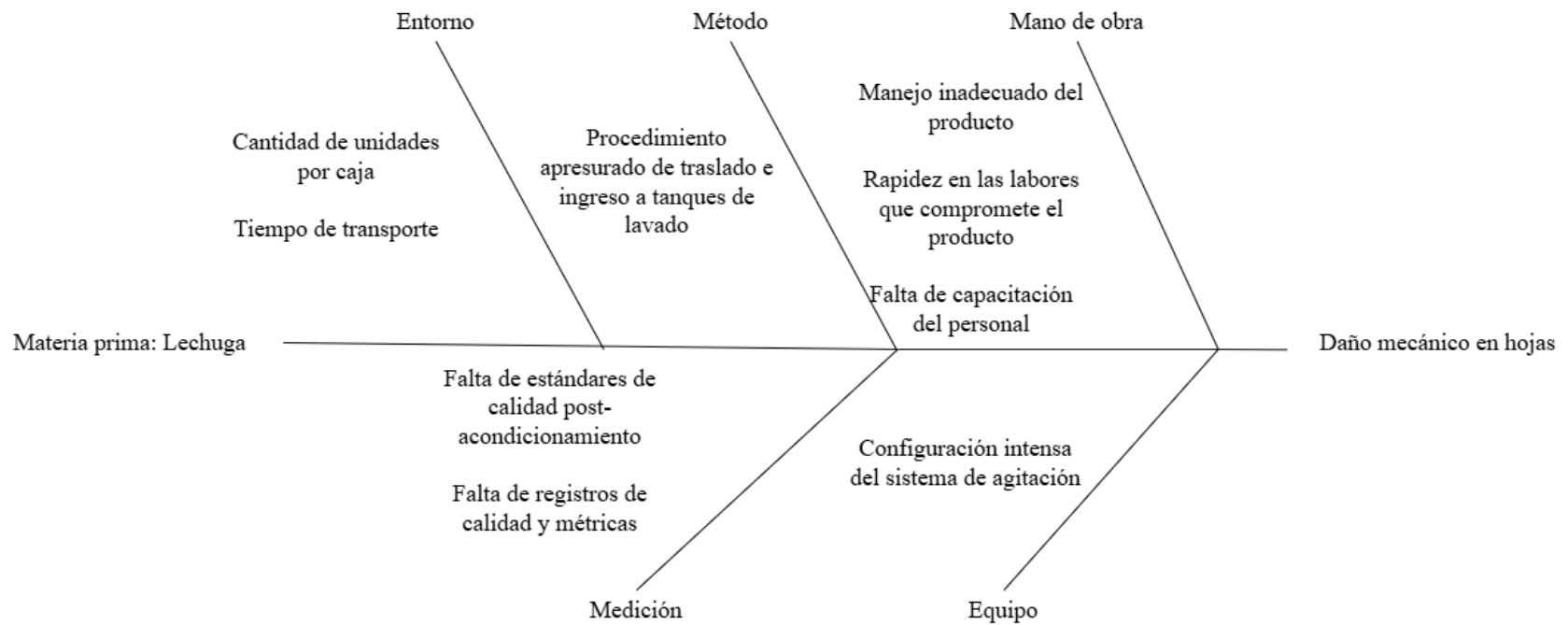


Figura 14. Diagrama de Ishikawa de las causas del daño mecánico de la lechuga salanova de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.
Fuente: Elaboración propia

La Figura 15 ejemplifica los defectos encontrados en el muestreo. El daño mecánico es el más influyente. Esto se puede identificar porque las hojas tienen cortes de unos 5 mm, a lo largo de su superficie y en los extremos se evidenciaron decoloraciones correspondientes a la presencia de hongos.



Figura 15. Muestras de defectos mecánicos y por hongo en muestras de lechugas de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

- **Evaluación del desempeño**

Tal como se mencionó la operación de la empresa se define y se comunica de manera verbal, según las descripciones brindadas por las jefaturas, mas no se encuentran estandarizados ni sistematizados. Actualmente, no se da un seguimiento ni una medición de los procesos, igualmente no se ejecuta un análisis de la percepción del cliente ni una medición de los parámetros de la calidad.

- **Mejora**

La empresa no cuenta con un proceso de mejora continua sistematizado. Sin embargo, se realizan constantemente pruebas en el proceso de lavado, ajustando tiempos, intensidades de aireación y dosis de desinfectantes para mejorar los resultados, aunque estos ajustes se dan de forma empírica y atendiendo las necesidades del día a día. Estos resultados deberían registrarse ya que permitiría

tomar decisiones más informadas. No obstante, este esfuerzo demuestra que la empresa está comprometida con mejorar sus procedimientos y ofrecer productos inocuos a sus clientes.

- **Instalaciones**

Los espacios de las materias primas y los productos procesados presentan medidas de separación física entre las áreas, sin embargo, tienen oportunidad de mejora utilizando materiales adecuados, que sean resistentes, fáciles de lavar y no tengan orificios o espacios abiertos. La planta según la norma ISO 22002 (2018) debe estar protegida de posibles infestaciones de plagas que se podrían producir tanto por los desechos de los alrededores como por los espacios abiertos que hay en la misma planta. Los materiales de separación de áreas son mallas, que son de un material frágil que puede cortarse fácilmente, permitiendo la entrada de plagas a las diferentes áreas. Además, en las uniones del suelo hay un espacio de aproximadamente 5 cm por donde pueden transitar plagas entre las áreas de acondicionamiento y alimentación del personal. En la Figura 16 se observa la división entre estas dos secciones de la planta.

Se cuenta con un flujo lógico de trabajo como se evidencia en la Figura 17 y Figura 18. Este flujo se da de manera que se permite llevar a cabo un orden de procesos que evita contraflujos de producto acondicionado, evitando el contacto entre el producto recién cosechado y el listo para el despacho. De esta manera se asegura que el producto mantenga sus características de limpieza, y una vez preparado se despacha el mismo día garantizando su frescura y calidad.



Figura 16. Separación entre área de alimentación (mostrada en la imagen) y área de acondicionamiento de producto

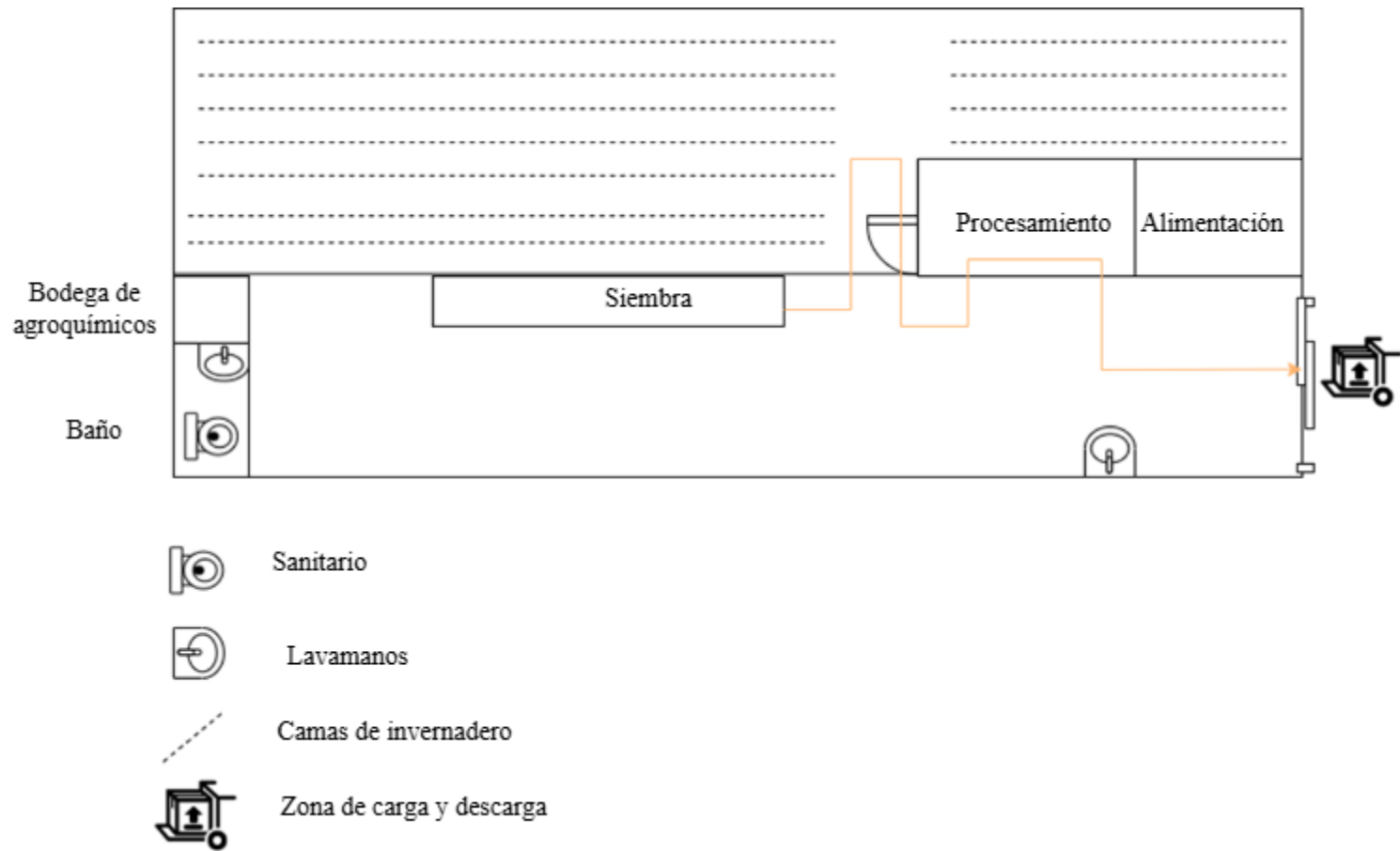


Figura 17

Figura 17. Distribución de las instalaciones de la empresa Suplidora Ideas Verdes.
Fuente: Elaboración propia

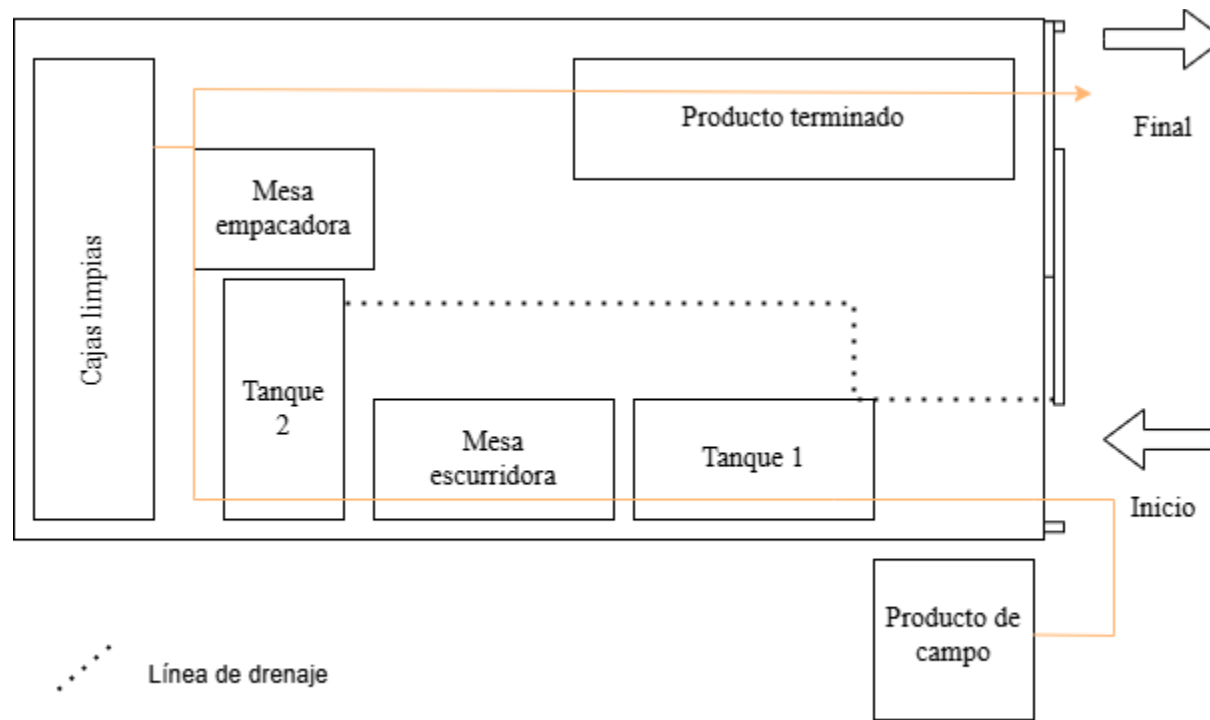


Figura 18. Distribución de la planta de procesamiento de la lechuga salanova de la empresa Suplidora Ideas Verdes.
Fuente: Elaboración propia

- **Servicios**

El agua utilizada en los procesos de la empresa se suministra localmente y proviene de un pozo, por lo que no es tratada por la municipalidad o ASADA, pero es considerada potable. El análisis de agua por el número más probable (NMP) permite a partir de diluciones de la muestra de agua observar si hay presencia de coliformes totales, termotolerantes y *E. coli*. Para los tres muestreos realizados del total de 45 tubos analizados ninguno presentó un resultado positivo, por lo que se considera que el agua no tiene presencia de coliformes totales termotolerantes o *E. coli*. En la Figura 19 se presenta un ejemplo de cada tubo con diferente concentración de la muestra de agua y se evidencia que no hay reacción positiva en ninguno de estos.

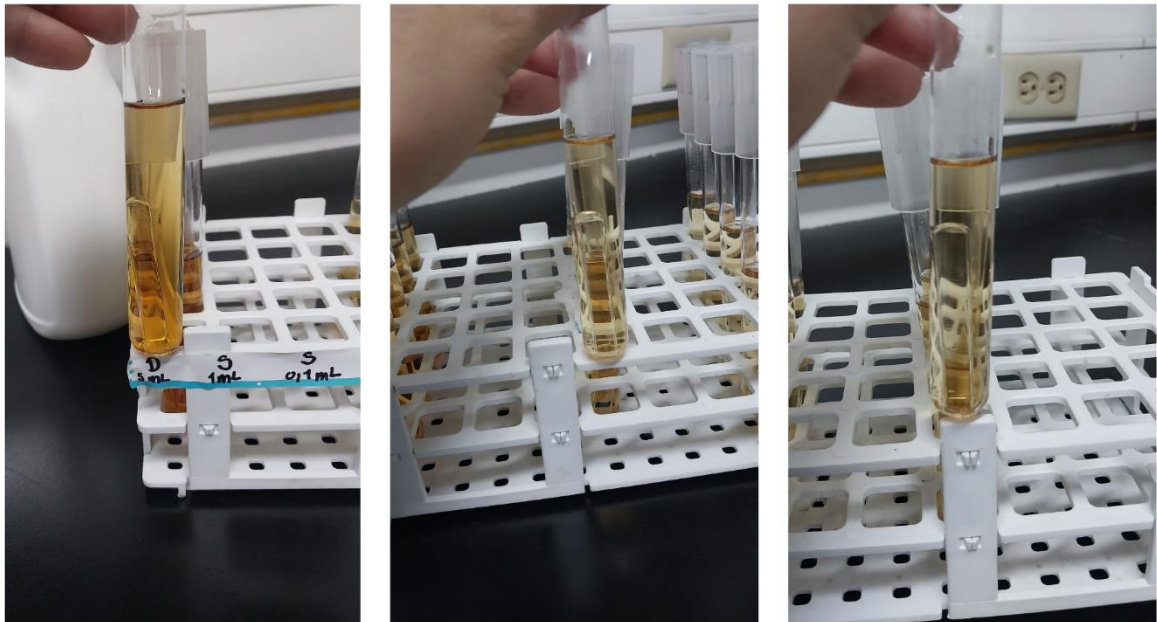


Figura 19. Tubos de ensayo con una muestra de agua de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

Estos resultados indican una buena calidad del suministro de agua utilizado para el acondicionamiento de los productos. Es fundamental que estos análisis sean negativos o que el recuento de coliformes se encuentre dentro de los rangos permitidos por las autoridades de cada país ya que el agua es un insumo crucial en el acondicionamiento y la inocuidad de los productos alimenticios. Se ha registrado en diversos estudios que realizar los procesos de lavado con agua contaminada puede contribuir a la aparición de brotes de infecciones

alimentarias y puede afectar la inocuidad de las frutas y hortalizas en general, incluyendo incluso los alimentos preparados para consumo inmediato (López y Gil, 2020).

Distintas investigaciones también han demostrado cómo la carga microbiana en el agua puede impactar negativamente en el producto durante las etapas de riego y lavado. Los microorganismos patógenos presentes en el agua pueden adherirse al producto a lo largo de toda la cadena de producción incluyendo el suelo y el sustrato comprometiendo la calidad de las futuras cosechas (Campos-Pinilla et.al 2015). Esto representa un riesgo sanitario tanto para el productor agrícola como para el consumidor final comprometiendo la inocuidad del producto alimenticio. La selección cuidadosa de agua de calidad para el riego y lavado es, por lo tanto, fundamental para prevenir la contaminación y asegurar la salud pública.

- **Disposición de los residuos**

En total se encontraron 4 basureros impermeables, de estos 3 contaban con tapa. Los residuos de la cosecha son recolectados en carritos por los mismos colaboradores de la empresa y se disponen en un sector de la finca a 5 m de los invernaderos donde son enterrados. Las líneas de drenaje de la planta también fueron analizadas y se encontró que están en la dirección correcta ya que el agua de desecho no pasa sobre lugares con producto limpio. En la Figura 20 se observan los basureros de la organización.



Figura 20. Basureros para la recolección de residuos usados en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

- **Idoneidad, limpieza y mantenimiento de los equipos**

El análisis de la idoneidad, limpieza y el mantenimiento de los equipos mostró que cuentan con características correctas para la actividad ya que son de fácil limpieza. Los vehículos de carga se lavan antes de cada uso, no obstante, se recomienda documentar y llevar registros de esta actividad. Para el control de las plagas de roedores se encontraron registros de la colocación de las trampas y las ubicaciones de estas con las fechas de colocación. Se sugiere llevar un control de las plagas de insecto especialmente áfidos (*Aphidoidea*), fungus gnat (*Bradysia paupera*), mosca doméstica (*Musca domestica*), trips (*Thysanoptera*) y otros organismos como babosas (*Deroceres spp*), debido a que la organización ha observado presencia de todos estos insectos en el producto en las etapas de crecimiento y cosecha.

Los resultados del análisis de microorganismos en las superficies de la planta de procesamiento se resumen en el Cuadro 5. En este se presentan las superficies analizadas, las repeticiones de cada muestra y las diluciones realizadas.

Cuadro 5. Resumen de los resultados de la presencia de carga microbiológica en las superficies de la planta de procesamiento de la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

Superficie	Tipo de material	Repetición	Dilución		
			10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Tanque 1	SS 304	1	+	+	
		2	+	+	
Tanque 2	SS 304	1	-	-	
		2	-	+	
Mesa empacadora	SS 304	1	-	-	-
		2	-	-	-
Mesa escurridora	SS 304	1	-	-	-
		2	-	-	-
Caja empaque	PP	1	-	-	-
		2	-	-	-
Caja campo	PP	1	-	-	-
		2	-	-	-

Nota: Se designa un signo + para indicar presencia de carga microbiológica y un – en los casos donde no se presentó carga.

En el tanque 1 se detectó la presencia de microorganismos en ambas muestras analizadas, sin embargo, esta carga no fue significativa para realizar un conteo de UFC. Durante la recolección de estas se identificaron problemas en las tuberías como la ausencia de filtros y la presencia de arena sedimentada lo cual probablemente contribuyó con la carga microbiana observada. Por otro lado, en el tanque 2 se encontró una menor carga microbiana

exclusivamente en la segunda repetición. Este resultado podría estar relacionado con los sedimentos mencionados en el tanque 1. Dado que el llenado de los tanques se hace iniciando con el tanque 1, es probable que la mayor parte de los sedimentos se acumulen en este. Esto explica la diferencia en la carga microbiológica entre ambos tanques.

Para el caso de las cajas a pesar de que se utilizan en el área de invernaderos donde hay sustrato presente, no presentaron carga microbiológica. Esto podría atribuirse a que son lavadas al finalizar las actividades de cosecha, lo que puede disminuir la presencia de microorganismos. La mesa empacadora y la escurridora no presentaron presencia de carga microbiana. Según se observó en la visita antes de iniciar con el proceso de lavado de la lechuga, se limpian las mesas y los tanques con agua y jabón. Este proceso es beneficioso para disminuir o eliminar la carga microbiológica en las superficies.

Es importante considerar que los procesos de limpieza y desinfección constituyen una etapa clave en el acondicionamiento de los productos alimenticios. Se deben realizar estos procesos de manera que se logre alcanzar los objetivos de reducción de carga microbiológica para garantizar que se están entregando productos seguros a los clientes. Para lograrlo es crucial que todas las instalaciones y equipos estén adecuadamente limpios garantizando así la seguridad en todo el proceso de manejo de alimentos. Además, se debe considerar la necesidad de establecer protocolos y evaluar constantemente la eficiencia de estos procesos para determinar si los resultados son los esperados y si se deben tomar medidas para garantizar que todos los productos procesados sean seguros para los consumidores (Rubio, Casero y Blanco, 2023).

Por su parte, con la evaluación en el producto se identificó la presencia de coliformes termotolerantes y totales en lechugas en tres fases distintas del ciclo de lavado: control (sin lavar), lavado 1 (tras el primer lavado) y lavado 2 (tras el segundo lavado).

Las primeras muestras recolectadas evidencian presencia de coliformes termotolerantes en la lechuga de control para la primera dilución, pero no en las siguientes. En la primera réplica se registró 29 UFC y en la segunda 27 UFC con un promedio de 28 UFC y un recuento total de 280 UFC/ml. En el segundo y tercer muestreo se observó presencia de UFC para la lechuga de control, pero la cantidad es despreciable por lo que no son cuantificables. Los resultados de este análisis se ilustran en la Figura 21. Tal como se puede observar, no se encontró presencia de UFC en las lechugas procedentes del lavado 1 y 2 para ninguno de los muestreos realizados.

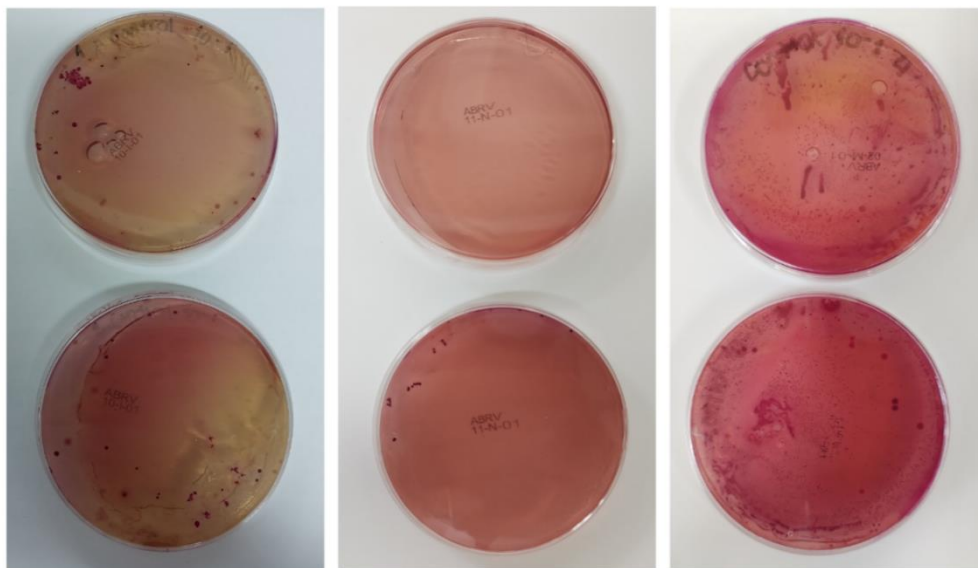


Figura 21. Placas con presencia de UFC de coliformes termotolerantes para la lechuga de control en el muestreo 1 (izquierda), muestreo 2 (centro) y muestreo 3 (derecha).

Con respecto a los coliformes totales se observó presencia de UFC en las tres lechugas analizadas para la dilución 10^{-1} sin embargo, la cantidad de coliformes presente en estas no es significativa para realizar el recuento. Esto se debe a que según la metodología realizada se deben contar al menos 25 UFC para estimar la carga. Se puede observar en la Figura 22, Figura 23 y Figura 24, los resultados de la primera, segunda y tercera visita, respectivamente. A partir de estos hallazgos el proceso de lavado aplicado en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes se considera efectivo para disminuir la carga microbiológica de las lechugas.

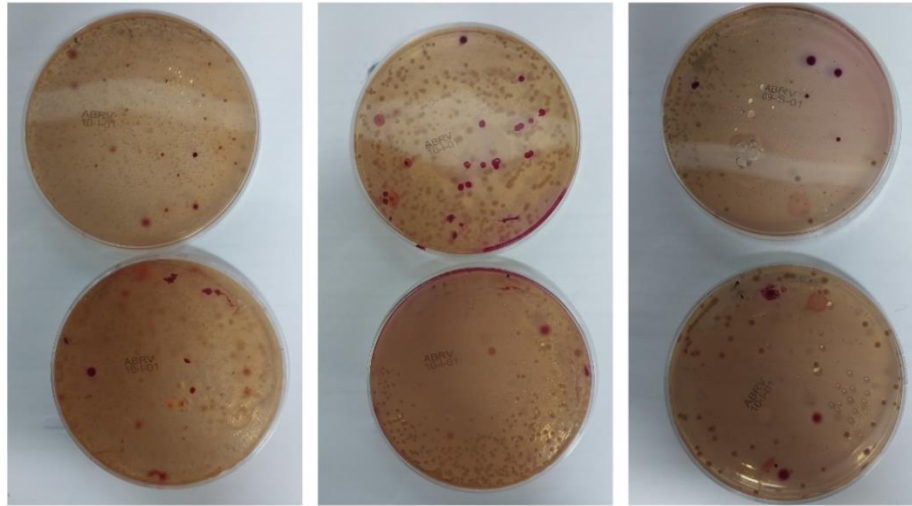


Figura 22. Resultados del análisis de coliformes totales en la lechuga control (derecha) después del lavado 1 (centro) y después del lavado 2 (izquierda) en el primer muestro realizado a la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

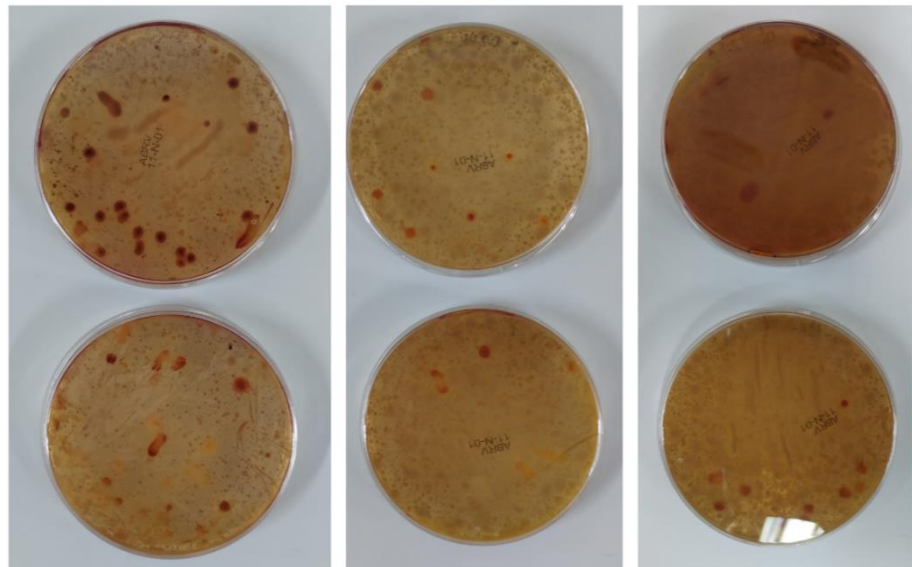


Figura 23. Resultados del análisis de coliformes totales en la lechuga control (derecha) después del lavado 1 (centro) y después del lavado 2 (izquierda) en la segunda visita de muestro en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

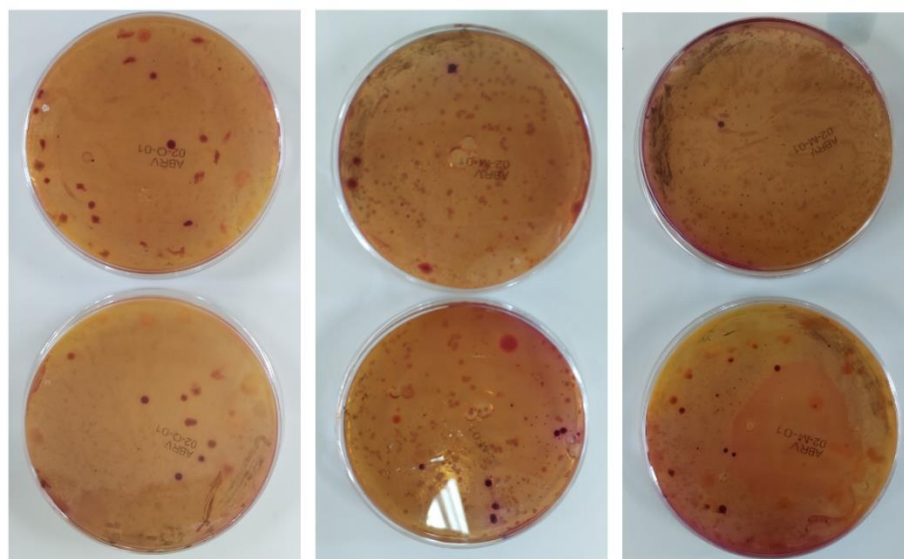


Figura 24. Resultados del análisis de coliformes totales en la lechuga control (derecha) después del lavado 1 (centro) y después del lavado 2 (izquierda) en la tercera visita de muestro en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

El análisis de coliformes en el producto evidenció que en las lechugas procesadas hay una carga microbiológica presente. Aunque esta no fue lo suficientemente elevada ya que no se alcanza el mínimo de 25 UFC para realizar un recuento, en la mayoría de las muestras sí fue detectable. Según el Reglamento Técnico Centroamericano, el límite máximo permitido de *E. Coli* para hortalizas frescas es de 102 UFC /g por lo que se debe realizar un análisis de caracterización del tipo de coliforme presente en las muestras para determinar la cantidad de *E. Coli* realmente presente. No obstante, considerando que la carga no es significativa para hacer un recuento en una gran parte de las muestras y que esta disminuye según el lavado; se puede determinar que el proceso de lavado cumple con su objetivo.

La importancia del lavado de la lechuga en la reducción de la carga microbiológica es evidente en los resultados obtenidos; se notó una disminución significativa de esta carga a medida que el producto era lavado. Giménez et al. (2020) afirman que un lavado adecuado de la lechuga puede reducir la presencia de microorganismos hasta en un 72%. Tradicionalmente, el lavado y desinfección de la lechuga se hacen con soluciones que contienen cloro, ácido acético, peróxido de hidrógeno y otros compuestos (Davidovich, 2021). Sin embargo, en este análisis se empleó KILOL LDF 100 11SL un bactericida y fungicida derivado de cítricos. Este producto además de tener propiedades conservantes actúa sobre las células microbianas a través de un mecanismo de ruptura y lisis celular. Dada

su base natural KILOL LDF 100 11SL no se considera tóxico y representa una alternativa eficaz y segura para la desinfección de alimentos (Visava Agroindustrial, 2023).

Además, utilizar una fuente de agua potable libre de coliformes totales coliformes termotolerantes y *E. coli* incrementa significativamente la seguridad en el proceso de lavado de la lechuga como se mencionó anteriormente. Utilizar una correcta fuente de agua más un agente de desinfección adecuado aumenta la eficiencia del proceso reduciendo aún más el riesgo de contaminación cruzada y la presencia de patógenos en el producto (López y Gil, 2020).

- **Gestión de los materiales comprados**

La revisión documental y las consultas realizadas a los encargados no evidenciaron la existencia de los registros de los protocolos de compra de insumos, ni un control sobre la examinación de los vehículos de carga.

- **Control de plagas**

Para el control de las plagas de roedores se encontraron los registros de la colocación de las trampas y las ubicaciones de estas con las fechas de la colocación. En la Figura 25 se observan las trampas utilizadas por la organización, las cuales consisten en trampas con pegamento adhesivo. En la Figura 26 se observa además el mapa de ubicación de las trampas y la fecha en que se colocó cada una. Se debe notar que este mapa está en una de las paredes de la organización, pero no se cuenta con documentación formal del mismo.



Figura 25. Trampas colocadas por la organización ante plagas de roedores

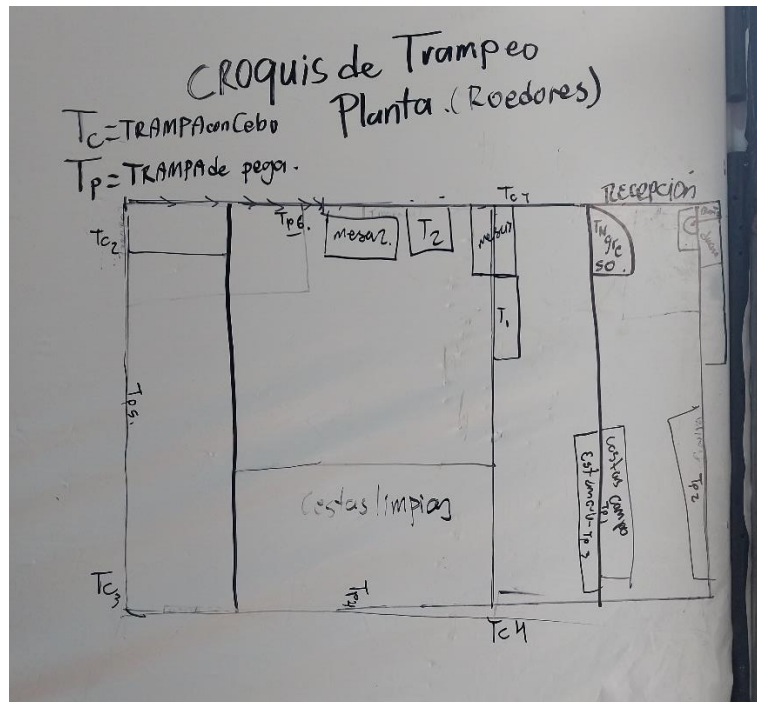


Figura 26. Croquis de colocación de trampas para roedores

- **Higiene del personal y de las instalaciones para los empleados**

La distribución de las instalaciones (Figura 17) demuestra que hay un espacio designado para los colaboradores como se indica en la sección de higiene del personal e instalaciones para los empleados. Además, en el sector de la planta se encuentran indicaciones sobre el ingreso con alhajas, cabello suelto y recordatorios para el lavado de manos. La oportunidad de mejora en esta sección se encuentra en el ingreso de personas ajenas a la organización ya que cuando una persona ingresa solo se le solicita que se lave las manos mas no se lleva el registro de su ingreso.

- **Retiro del producto**

La organización controla el lote de cada cliente, pero no tienen un proceso de trazabilidad documentado ni un plan de acción si se retiran los productos que se determinan inocuos.

- **Almacenamiento**

Los productos procesados son despachos el mismo día de su cosecha y acondicionamiento, por lo que no se cuenta con un inventario del producto almacenado. Conforme se acondiciona el producto este se carga en los camiones para su debido despacho. Estos camiones no cuentan con sistema de refrigeración.

- **Control de operaciones**

No se identificaron registros de un análisis de procesos e indicadores de la calidad del producto ni del proceso, por lo cual no se puede determinar que la organización controle sus operaciones sistematizadamente.

- **HACCP**

No se cuenta con un sistema HACCP establecido.

Análisis Integral

La evaluación realizada en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes demuestra que hay áreas que necesitan ser mejoradas respecto a los procesos. Estas se relacionan con la estandarización de procesos, lineamientos y comunicación desde la alta dirección, desarrollo de sistemas de gestión de calidad y control de procesos. El objetivo de establecer estas medidas radica en la importancia de lograr una mayor eficiencia y calidad en los procesos. Además, se busca implementar una gestión de calidad y riesgos que contribuya a mitigar posibles efectos adversos en las operaciones de la empresa y su entorno.

A continuación, se presenta una lista por prioridad de las áreas que requieren atención en función del establecimiento del sistema de gestión de calidad e inocuidad en la organización. Se establece el orden según el impacto que tiene cada acción en la seguridad y calidad el producto final.

- Establecimiento de políticas de calidad e inocuidad: Sin políticas establecidas no se cuenta con una base para llevar a la organización a los resultados deseados. Esto define los estándares y expectativas de la empresa.
- Capacitación del personal: El personal necesita capacitación constante para comprender y aplicar las políticas y procedimientos establecidos.
- Estandarización de procesos: La estandarización asegura que todos los procesos se realicen de manera uniforme, reduciendo la variabilidad y mejorando la consistencia del producto.
- Control de las operaciones: Implementar controles efectivos garantiza que los procesos se sigan adecuadamente, asegurando calidad y eficiencia en cada proceso.
- Trazabilidad: Permite identificar y resolver problemas de producto rápidamente, minimizando riesgos para la inocuidad alimentaria.

- Registro y control de los proveedores: Los insumos aportados por proveedores externos deben cumplir con los estándares de calidad e inocuidad establecidos por la organización. Además, se debe llevar un control de qué insumos aporta cada proveedor, para poder realizar acciones de trazabilidad de ser necesario.
- Conformidad del producto: Esta acción debe ser clave en la liberación del producto final para verificar que se cumple con los requisitos del cliente y la organización, manteniendo confianza y entregando productos de calidad.
- Documentación de operaciones: La documentación detallada y precisa de todos los procesos y procedimientos facilita la auditoría, el control y la mejora continua del sistema.
- Establecimiento de un sistema de mejora continua: Un sistema de mejora continua asegura que se identifiquen y se implementen mejoras regularmente, optimizando los procesos y la calidad del producto.
- Evaluación del desempeño del personal: Evaluar regularmente el desempeño del personal ayuda a identificar áreas de mejora, proporcionando retroalimentación y oportunidades de desarrollo.

Como se observa, la mayoría de estas oportunidades de mejora requieren sistematización de métricas, para determinar cómo se desempeña la organización en aspectos relacionados con la producción, la gestión logística, la calidad y la satisfacción del cliente. Su objetivo es medir la eficacia y eficiencia en procesos operacionales de las organizaciones, y ayudan a detectar mejoras y fundamentar decisiones dirigidas a la optimización de los procesos (SCM, 2023).

Tener controles y registros establecidos ayuda a gestionar de manera eficaz los recursos como el personal, los equipos e insumos, permitiendo una planificación y proyección más precisa de las necesidades de la organización para garantizar sus operaciones en escalas semanal, mensual y anual. Este enfoque no solo permite garantizar que los productos cumplan con los estándares regulatorios y las expectativas de los clientes, sino que también propicia la evaluación continua del rendimiento operacional. Esto permitirá mejorar la calidad y el seguimiento de los productos, así como optimizar el uso de recursos y la capacidad de respuesta de la empresa ante los cambios del entorno.

Según Chávez y Quirós (2018) la estandarización de los procesos juega un papel clave en este contexto ya que involucra la documentación de las tareas, la secuenciación de las actividades y la especificación de los materiales y herramientas de seguridad requeridos. Además, adoptar este enfoque no solo minimiza los errores en la cadena de producción, sino

que también asegura una mayor estabilidad en el proceso productivo permitiendo una eficiente detección y manejo de errores. Además, la presencia de procesos estandarizados y debidamente documentados es vital para el análisis y la identificación de oportunidades de mejora facilitando así la implementación de acciones correctivas y fomentando una cultura de mejora continua (Espíndola y Hernández, 2020).

4.3 Modelo de madurez

A partir de la herramienta diseñada para la evaluación de la gestión de calidad e inocuidad en la empresa (Apéndice A1), se desarrolló un modelo de madurez que sintetiza los criterios y los descriptores correspondientes a diferentes niveles de madurez, considerando las secciones de las normas que tienen requisitos en común y se agruparon. Este modelo está conformado por ejes temáticos y una clasificación que según el color identifica el nivel en que se encuentra la empresa.

El modelo se estructuró en seis secciones, que incluyen las 17 analizadas con la herramienta de evaluación. El modelo de madurez tiene como objetivo facilitar la evaluación de los procesos y capacidades de la organización para mejorar su eficiencia. De esta manera permite que la aplicación del modelo permita reconocer dónde se encuentra la empresa y qué acciones deben tomarse para avanzar hacia los siguientes niveles de madurez.

Al presentarlo de forma resumida, facilita la comunicación y el alineamiento organizacional, así como un vistazo integral sobre el estado actual de una organización. En el Cuadro 6 se detalla la relación entre las secciones de la herramienta y sus secciones homólogas en el modelo de madurez.

Cuadro 6. Resumen de herramienta para establecer secciones del modelo de madurez

Sección modelo de madurez	Sección herramienta de evaluación
Producto	Evaluación del desempeño
	Mejora continua
	Control de plagas
Infraestructura	Instalaciones
	Disposición de residuos
	Idoneidad, limpieza y mantenimiento de los equipos
	Servicios
	Almacenamiento
Documentación	Apoyo
Estandarización	Operación
	Control de operaciones
Trazabilidad	Despacho de producto
	Gestión de materiales comprados
	Retiro de producto
Gestión de calidad e inocuidad	Liderazgo
	Planificación
	HACCP

En el Cuadro 7 se presenta el modelo de madurez desarrollado.

Cuadro 7. Modelo de madurez de gestión de calidad e inocuidad alimentaria

Sección	N-1	N-2	N-3	N-4
Producto	No hay documentación formal sobre las características del producto, se abordan las desviaciones de forma reactiva con respuestas ad hoc no documentadas y no se realizan análisis del producto antes de su liberación	Se estandarizan y documentan procesos críticos formulando procedimientos entendibles que aseguren que toda persona los pueda replicar incluyendo el procesamiento y revisión antes del despacho del producto.	Los procesos están documentados, estandarizados y conocidos por los colaboradores, con descripciones detalladas de los productos accesibles y claras. Se implementan evaluaciones formales y revisiones periódicas de los procesos. Se establecen procedimientos claros de evaluación del producto antes de su liberación	Se cuenta con indicadores del rendimiento facilitando la identificación y respuesta rápida a toda desviación o área de mejora. Se recopila información sobre los procesos y productos y se analiza periódicamente en busca de posibilidades de mejora continua

Sección	N-1	N-2	N-3	N-4
Infraestructura	<p>La infraestructura muestra una falta de diseño adecuado y barreras físicas resultando en vulnerabilidades a contaminación de plagas y riesgos ambientales. No hay políticas y medidas efectivas para establecer el comportamiento de los colaboradores en las áreas de procesamiento para prevenir la contaminación cruzada y tener un control efectivo sobre los visitantes</p>	<p>Se establecen barreras físicas para reducir la exposición a contaminantes, plagas y riesgos ambientales. Se desarrollan políticas preliminares para minimizar la contaminación cruzada y se establecen reglas básicas para el comportamiento en áreas críticas, así como los procedimientos para el control de visitantes.</p>	<p>Se implementan políticas y procedimientos claros y efectivos contra la contaminación cruzada, se establecen y hacen cumplir rigurosamente las normas de comportamiento en áreas críticas y se mejora el control de los visitantes.</p>	<p>El diseño de la infraestructura previene eficazmente la contaminación por las plagas y los riesgos ambientales. Las políticas y medidas contra la contaminación cruzada son avanzadas y se revisan continuamente para su mejora. El comportamiento en áreas críticas y el control de los visitantes se gestionan mediante protocolos estrictos y auditables. El flujo de trabajo se optimiza constantemente para asegurar la máxima eficacia y seguridad</p>
Conocimiento	<p>No se establecen mecanismos de seguimiento y revisión periódica de los objetivos de la calidad e inocuidad y no se recopila información sobre sus resultados.</p>	<p>Los colaboradores conocen los objetivos de la calidad e inocuidad. Hay recopilación y seguimiento de este indicador.</p>	<p>Los objetivos de la calidad e inocuidad son implementados y revisados de manera periódica en busca de oportunidades de mejora, no hay una gestión documental de la información recopilada.</p>	<p>Los objetivos de la calidad e inocuidad se revisan regularmente en función de datos precisos sobre los procesos y resultados esperados identificando áreas de mejora y guardando registros documentados de los</p>

Sección	N-1	N-2	N-3	N-4
				resultados y acciones tomadas.
Estandarización	Los procesos se llevan a cabo de manera ad hoc y sin una supervisión efectiva.	El enfoque de inocuidad y/o calidad es conocido como principio para la ejecución de los procesos.	Las personas ejecutan los procesos de acuerdo con lo establecido en base a procedimientos estandarizados y documentados bajo los principios de la inocuidad y calidad en la toma de decisiones.	Los procesos se ejecutan según los procedimientos estandarizados de la organización y se mide el rendimiento a través de indicadores de la calidad e inocuidad.
Trazabilidad	No se lleva un registro adecuado de las materias primas, los productos intermedios y los productos terminados y no se hace un registro consistente de los requisitos legales, reglamentarios, del cliente y de la trazabilidad para los productos no conformes	Se establece un sistema de trazabilidad que incluye toda la línea de producción y los requisitos legales, reglamentarios y del cliente con información documentada. La conformidad de los requisitos y la trazabilidad son un requisito para la liberación de los productos y hay un	Se establece un sistema de trazabilidad que incluye documentación precisa de los lotes de materiales de los proveedores de insumos y productos en todas las etapas del proceso. Se cuenta con un proceso estructurado para tratar las salidas no conformes e investigar posibles causas de no	Existe un sistema de toma de decisiones a partir del análisis de los datos y hay proactividad en la identificación de los cambios en los requisitos del producto. Se mantiene un control estricto para identificar y tratar las salidas no conformes de manera eficiente. Hay un sistema de gestión de materiales comprados y

Sección	N-1	N-2	N-3	N-4
		procedimiento de gestión de las salidas no conformes	conformidad con un registro de la información relacionada	documentación sobre los proveedores
<p align="center">Gestión de la calidad e inocuidad</p>	<p>No realiza seguimiento y medición sistematizadamente de las variables del proceso y la percepción del cliente. No se planifican ni se establecen programas de auditoría. No se ha establecido un sistema de gestión de la calidad e inocuidad en la organización</p>	<p>La organización da seguimiento y medición a las variables del proceso y la percepción del cliente, establece métodos y frecuencia para el análisis de los resultados. Realiza auditorías internas recurrentes para analizar sus procesos</p>	<p>La organización realiza seguimiento y medición regulares de las variables del proceso y la percepción del cliente. Hay programas de auditoría y revisión regular del sistema de gestión de la calidad e inocuidad</p>	<p>La organización está comprometida con la mejora continua y es receptiva a las necesidades de actualización del sistema de gestión de la calidad e inocuidad, se somete a programas de auditoría interna y externa y registra información sobre los resultados para la toma de decisiones</p>

A partir de la aplicación del modelo, se muestra en la Figura 27 un resumen gráfico del estado de estas secciones.

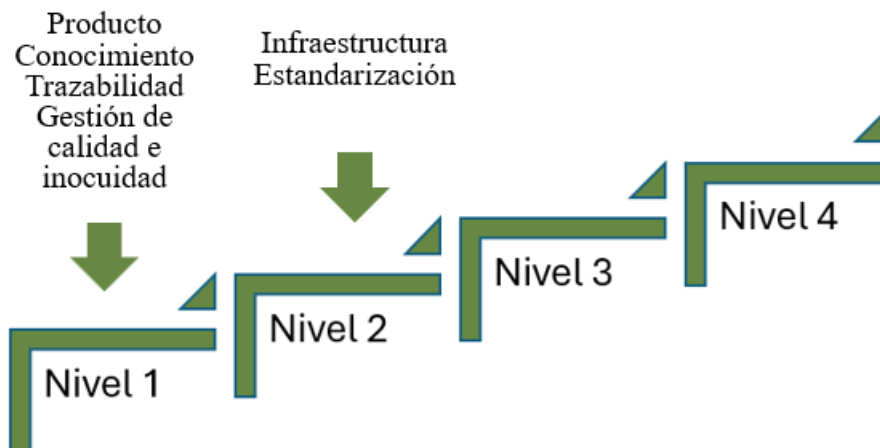


Figura 27. Nivel de madurez de las secciones analizadas mediante el modelo de madurez de procesos en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes.

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en general las secciones se encuentran entre los niveles 1 y 2, indicando oportunidades de mejora en los procesos de la organización, sin embargo, para considerar que la empresa está en un determinado nivel, se debe garantizar que cumpla con todos los descriptivos del nivel anterior, por lo que se evidencia que la empresa posee un grado de madurez inicial para soportar una gestión de calidad e inocuidad óptima. Con respecto al nivel de la sección del producto, esto se debe principalmente a que no hay procedimientos establecidos que determinen si se puede realizar la liberación del producto según los requisitos de la calidad, a pesar de contar con una ficha de producto que establece tolerancias para la liberación. En el caso de la infraestructura, este se encuentra en un nivel de madurez 2, debido a que en la planta se cuenta con barreras físicas y separación adecuada de espacios, sin embargo, no hay políticas o procedimientos establecidos para prevenir la contaminación cruzada entre las áreas de producto en sus diferentes etapas.

Para la sección de conocimiento, el nivel de madurez 1 se asigna porque la empresa no tiene objetivos de calidad e inocuidad establecidos, por lo que no se pueden someter a evaluaciones para recopilar información buscando mejoras de procesos. La estandarización de los procesos se encuentra en nivel de madurez 2 a causa de la falta de procedimientos escritos que describan cómo se deben ejecutar los procesos. En este caso, a pesar de que los colaboradores estén familiarizados con cada proceso y conocen los principios de la calidad e inocuidad, es necesario establecer procedimientos documentados que proporcionen una base sólida para mantener la consistencia, calidad, eficiencia y el cumplimiento de los requisitos, además de ayudar a recopilar la información y apoyar a la mejora continua de la organización, así como a la transferencia del conocimiento.

La trazabilidad es importante para poder identificar y tratar salidas no conformes, y el registro de proveedores permite tener una gestión más efectiva y transparente de la cadena de suministros. Estos elementos permiten obtener datos necesarios para optimizar los procesos y responder de manera proactiva a todo problema, asegurando así una mejora continua. Debido a que en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes no se cuenta con un registro de las materias primas y un sistema de trazabilidad documentado, se encuentra en el nivel de madurez 1. Por último, al no contar con un sistema de gestión de la calidad e inocuidad establecido y documentado, así como programas de auditorías internas, el nivel de madurez para la sección de gestión de la calidad e inocuidad también se encuentra en el nivel 1.

A partir de la evaluación realizada, es evidente que las secciones de la organización presentan áreas de oportunidad para mejorar la gestión de la calidad e inocuidad. La falta de procedimientos escritos, políticas claras, y sistemas de trazabilidad y el registro de los proveedores demuestran que es necesario desarrollar e implementar estándares estructurados que permitan una evaluación constante y mejora continua de sus procesos. Implementar estas medidas no solo elevará los niveles de madurez de la organización, sino que también fortalecerá la consistencia, eficiencia y el cumplimiento normativo de los requisitos reglamentarios y los clientes.

4.4 Plan de acción

El análisis de madurez de los procesos de la organización evidencia oportunidades de mejora en la gestión de la calidad e inocuidad y la estructura de los procesos. Esto se refleja en las deficiencias en el producto y la operación, como la incidencia de daños mecánicos en las lechugas procesadas. Además, la falta de estandarización resalta la necesidad de establecer sistemas de documentación y seguimiento que aseguren la consistencia y la trazabilidad de las operaciones. La importancia de trabajar sobre estas áreas se debe a que las deficiencias no solo afectan la calidad percibida por el cliente, sino que también demuestran que la organización puede mejorar sus mecanismos de respuesta ante incidentes, disminuyendo las afectaciones sobre su productividad.

Por otro lado, también se determinó la necesidad de establecer programas de capacitación del personal y de sistemas de trazabilidad de productos. Dado lo anterior, se propone adoptar medidas que implementen estos controles y ayuden a buscar oportunidades de mejora, buscando siempre aumentar la productividad y la sostenibilidad de las operaciones. En el Cuadro 8 se presentan las posibles soluciones para atender las necesidades de la organización, con acciones que al ser integradas pueden resultar en una operación más ágil y adaptable, capaces de hacer frente a desafíos del mercado y la producción y con una mejora constante.

Cuadro 8. Plan de acción propuesto para la Suplidora Hortícola Ideas Verdes

Hallazgo	Oportunidad de mejora	Solución propuesta
56% de las lechugas procesadas cuentan con daño mecánico de acuerdo con el Reglamento Técnico de Lechuga para Consumo en Estado Fresco N° 34100	Establecer el estándar de calidad del producto	Definir los estándares de calidad de la empresa considerando el reglamento técnico, los requerimientos del cliente y las reglas de negocio internas
		Definir, documentar y actualizar constantemente procedimientos para cada operación de la organización
		Implementar un plan básico de medición de datos de rendimiento de cada proceso
		Definir un proceso de muestreo de la calidad en cada lote de producto antes del despacho
		Implementar registros y programas de limpieza documentados y una caracterización física de la lechuga a despachar
No hay evidencia sobre la capacitación periódica del personal	Implementar programas de capacitación en BPA y BPM para el personal	Establecer programas de capacitación del personal al menos dos veces al año y llevar un registro de la capacitación que

Hallazgo	Oportunidad de mejora	Solución propuesta
		incluya los participantes y contenidos abarcados
		Implementar una gestión visual en la planta de manera que los colaboradores cuenten con apoyos, recordatorios, listas de verificación y otros para reforzar constantemente los temas relacionados con BPA y BPM
No existe un mecanismo para identificación y trazabilidad de los productos	Implementar un sistema de trazabilidad	Establecer un registro de insumos adquiridos, fecha y proveedor que sea actualizado todas las semanas
		Desarrollar procedimientos de control y retirada de salidas no conformes
No se cuenta con un control de los visitantes externos	Implementar un control de los visitantes externos	Establecer un registro de los visitantes y las infografías de los procedimientos de higiene para los colaboradores y visitantes
No se evidenció que la gestión sea conducida por datos sino por el conocimiento empírico y la atención cotidiana	Gestión de la información	Establecer los indicadores de la calidad en todas las etapas del procesamiento
		Implementar un sistema básico de las métricas de los procesos para formar una cultura de medición y de toma de decisiones basadas en datos
No se realiza mantenimiento a los equipos de medición	Calibrar las balanzas	Establecer un plan de calibración de la balanza cada 4 meses
La empresa no conoce su desempeño, sino que opera resolviendo los asuntos que acontecen diariamente	Implementar un programa de auditorías internas	Establecer un programa de auditorías internas anuales que permita recopilar la información sobre los procesos y eficacia de estos identificando oportunidades de mejora

5. CONCLUSIONES

- La herramienta de evaluación diseñada consolidó los requisitos de normas bajo el esquema FSSC 22000- Quality, permitiendo un diagnóstico integral para la identificación de oportunidades de mejora para fortalecer su gestión de calidad e inocuidad alimentaria.
- El sistema hidropónico empleado por la Suplidora Hortícola Ideas Verdes presentó pérdidas en su sistema de producción de un 15% de producto desde la siembra hasta la cosecha.
- El análisis de agua utilizada en el proceso de lavado mostró que cumple con los estándares microbiológicos establecidos, manteniendo una calidad adecuada para asegurar la inocuidad del producto.
 - El proceso de lavado es eficaz en la reducción de la carga microbiológica en las lechugas, disminuyendo la presencia de coliformes totales y termotolerantes en los productos procesados.
 - El proceso de lavado logró una reducción efectiva en la carga de coliformes en las lechugas procesadas.
- El 56% del producto presenta defectos, indicando que no califica como primera o segunda calidad.
 - De éstos, los daños mecánicos representan el 80% de los defectos observados en las lechugas, seguido por daños por hongos con un 19.7%.
 - La frecuencia de defectos por insectos fue menor, contribuyendo solo con un 0.13%.
 - Descartando los daños mecánicos considerando que el producto es para procesamiento, el porcentaje de defectos llegaría al 13%, debido a presencia de afectación por hongos e insectos.
- La falta de documentación formal y procedimientos estandarizados en varios procesos críticos, incluyendo la liberación de productos y la gestión de calidad, constituyen áreas significativas de mejora para asegurar la consistencia y la trazabilidad.
- El modelo de madurez desarrollado permite a las empresas determinar su nivel de madurez con respecto a los criterios del esquema FSSC 22000-Quality, así como identificar las características necesarias para avanzar en la consolidación y madurez de sus procesos de calidad e inocuidad.
- La organización posee un nivel de madurez inicial en el establecimiento de un sistema de gestión de calidad e inocuidad.

- La gestión actual basada en conocimiento empírico y atención reactiva sin un soporte basado en datos limita la capacidad de la empresa para realizar mejoras continuas y tomar decisiones informadas.
- La gestión de operaciones de la organización presenta oportunidades significativas de mejora. Es esencial desarrollar y documentar procedimientos estandarizados para todos los procesos, buscando fortalecer la consistencia, calidad y eficiencia de las operaciones, contribuyendo a una gestión más efectiva y sostenible.
- La Suplidora Hortícola Ideas Verdes demuestra un compromiso con la inocuidad alimentaria, reflejado en su control de la carga microbiológica en superficies y producto y sus esfuerzos por tener una infraestructura apta para las actividades.

6. RECOMENDACIONES

- Definir las especificaciones de calidad del producto a través de una vinculación proveedores – empresa – clientes, para definir el nivel deseado de servicio y a partir de ahí establecer los estándares y procedimientos para su gestión.
- Sistematizar los procesos organizacionales, implementar capacitación, establecer un sistema de medición de indicadores de desempeño y robustecer la evaluación de procesos para mejorar el control operacional y la consistencia en la producción de alimentos seguros y de alta calidad, fortaleciendo la competitividad y sostenibilidad de la empresa.
- Implementar un sistema de gestión visual como rótulos, afiches, infografías y otros, que permitan reforzar en la cultura organizacional el enfoque de calidad e inocuidad de la empresa.
- Definir un responsable de la organización para la implementación del plan de acción propuesto para trabajar sobre las oportunidades de mejora encontradas.
- Realizar un muestreo de calidad aumentando el número de muestra para validar los porcentajes de defectos encontrados y analizar posibles oportunidades de mejora adicionales en el procesamiento.
- Implementar el modelo de madurez desarrollado en organizaciones del área de procesamiento de productos frescos para validar su efectividad y encontrar oportunidades de mejora que puedan guiar a resultados confiables y a la optimización de procesos.
- Realizar un análisis económico que permita cuantificar los costos y beneficios de la implementación de un sistema de gestión de calidad e inocuidad.

7. REFERENCIAS

Arias ML, Antillón F, Chaves C., y L. Villalobos. 2008. Microbiología de aguas y alimentos. Principios y prácticas de laboratorio. Editorial Universidad de Costa Rica.

Asociación Americana para la Calidad. (2024). Quality Glossary. Asociación Americana para la Calidad. <https://asq.org/quality-resources/quality-glossary>

Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). (2014). Calidad del agua - Recuento de *Escherichia coli* y bacterias coliformes - Parte 2: Método por filtración por membrana (UNE-EN ISO 9308-2:2014). AENOR.

Campos-Pinilla, C., Contreras, A., y Leiva, F. (2015). Evaluación del riesgo sanitario en un cultivo de lechuga (*lactuca sativa*) debido al riego con aguas residuales sin tratar en el Centro Agropecuario Marengo (Cundinamarca, Colombia). Biosalud, 14(1), 69-78. <https://doi.org/10.17151/biosa.2015.14.1.8>

Cantwell, M. and T. Suslow. 2002. Lettuce, Crisphead: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. http://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center/_Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=19&ds=799

Castro-Granados, J., Brenes-Peralta, L. P., Campos-Rodríguez, R., Calderón-Cerdas R. A., & Gamboa-Murillo, M. (2019). Evaluación de pérdidas de alimento en lechuga (*Lactuca sativa*) durante las fases de pre cosecha, cosecha y comercialización bajo un sistema de cultivo orgánico y uno convencional. Revista Tecnología En Marcha, 32(8), Pág. 161–171. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i8.4573>

Chavez, Z. A., & Quiroz, G. (2018). Estandarización de procesos y su impacto en la productividad de la empresa negociaciones Minera Chávez S. A. C, año 2017 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/14117>

Cubillos, M., y Rozo, D. (2009). Modelo de madurez como base para el diagnóstico de la gestión de procesos PYME. Revista Universidad de La Salle, 48(4), 80-99. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1170&context=ruls>

Davidovich, G. (2021). Efecto del pelado y el troceado sobre la eficacia del cloro como desinfectante en lechuga, papa y zanahoria. [Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica]. Repositorio del SIBDI-UCR.

Díaz, G., y Salazar, D. (2021). La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. PODIUM, 39, 19-36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8290165>

Durán-Quirós, A., González-Lutz, M., Mora-Acedo, D., y Vargas-Hernández, G. (2016). Evaluación de los Riesgos de Contaminación Microbiológica en los Sistemas Hortícolas, Valle

Central de Costa Rica. Agronomía Costarricense, 40(2), 129-149.
http://www.mag.go.cr/rev_agr/v40n02_129.pdf

Espíndola, M., y Hernández, J. (2020). Revisión de la literatura sobre la estandarización de procesos productivos a nivel científico. Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals. Tabasco, México.
<https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/426/1/Revision%20de%20la%20literatura%20sobre%20la%20estandarizacion.pdf>

FDA. (2020). Manual Analítico Bacteriológico (BAM), Capítulo 4: Enumeración de *Escherichia coli* y Bacterias Coliformes. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam>

Foundation FSSC 22000. (2019). Versión 5 del Esquema de la FSSC 22000. Foundation FSSC 22000. https://www.fssc.com/wp-content/uploads/19.1217-FSSC-22000-Scheme-Version-5_incl-content_ES.pdf

García, J., Bautista, Y., y García, J. (2014). Etapas en la evolución de la mejora continua: Estudio multicaso. Intangible Capital, 10(3), 584-618.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54932488008>

Giménez, V., Padilla, N., Arroyo, A., Godoy, Y., Terán, Y., & Petit Jiménez, D. (2020). Evaluación de la calidad microbiológica y efecto del lavado en lechuga. Agroindustria, Sociedad Y Ambiente, 2(15), 33-54. <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/2851>

Grolleaud, M. (2002). Overview of the Phenomenon of Losses During the Post-harvest System. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/4/AC301E/AC301e00.htm>

Hammer. M. (2007). The Process Audit. Harvard Bussiness Review, 85 (4), 111-9. <http://www.krajciova.sk/Knihy/BPR/Michael%20Hammer%20%20The%20Process%20Audit%20-%200407.pdf>

Higuera, E. (2019). Modelos de madurez en la gerencia de proyectos. Negonotas Docentes, 13, 11-22. <https://revistas.cun.edu.co/index.php/negonotas/article/view/572/425>

Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). (2017). Manual de producción de Lechuga. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/e96ddc42-19df-4be3-85cc-ae0f6b0c3dcc/content>

Jara, D. (2016). Evaluación de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio Universidad de Guayaquil.

López-Gálvez, F. y Gil, M. I. (2020). La importancia del agua en la industria de alimentos vegetales. Arbor, 196 (795): a547. <https://doi.org/10.3989/arbor.2020.795n1011>

Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica. (2007). Reglamento Técnico Lechuga para Consumo en Estado Fresco N° 34100. San José, MEIC.

Monge, J. (2021). Guía ilustrativa de tipos de lechuga (*Lactuca sativa*). Universidad de Costa Rica. <https://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/83265/Hoja%20informativa-tipos%20de%20lechuga.pdf?sequence=1>

Muniz, R., y Vindas, M. (2023, 5 de setiembre). Ensaladas lavadas y listas para consumir pueden contener bacterias causantes de enfermedades. Universidad de Costa Rica. <https://vinv.ucr.ac.cr/es/noticias/ensaladas-lavadas-y-listas-para-consumir-pueden-contener-bacterias-causantes-de>

Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (12ª ed.). McGraw-Hill.

Norma NCR 230:1995. (1995). Productos Hortícolas Frescos Muestreo. San José, Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Organización Mundial de Salud. (2020). Inocuidad de los Alimentos. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>

Ottone, S. (2014). Comportamiento en postcosecha de cvs. de lechuga (*lactuca sativa* l.) gx906, drifter y valencia. [Tesis de grado]. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile

Páez, G., Rohvein, C., Paravie, D., y Jaureguiberry, M. (2018). Revisión de modelos de madurez en la gestión de los procesos de negocios. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 26(4), 685-698. <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v26n4/0718-3305-ingeniare-26-04-00685.pdf>

PAHO. (2020). Inocuidad de los alimentos, un asunto de todos. Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/sites/default/files/guia-wfsd-esp270420.pdf>

PROCOMER. (2020, 15 de julio). 10 desafíos para la exportación de productos agrícolas en Costa Rica. Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica. <https://www.procomer.com/noticia/exportador-noticia/blog-10-desafios-para-la-exportacion-de-productos-agricolas-en-costa-rica/>

Quirós, J. (2016). Dinámica de la pérdida de peso en hortalizas de hoja durante el almacenamiento [Tesis de licenciatura]. Escuela de Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica, San José, C.R

Reglamento Técnico Centroamericano RTCA. (2009). Alimentos: Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. San José, Ministerio de Salud.

Rohvein, C., Jaureguiberry, M., Urrutia, S., Roark, G., Chiodi, F., y Paravie, D. (2019). Modelo de madurez como base para el diagnóstico de la gestión de procesos PYME. *Revista Ingeniería Industrial*, 18(1), 5-26. <https://doi.org/10.22320/S07179103/2019.01>

Rubio, B., Casero, L., y Blanco, L. (2023). Importancia de la verificación de los procesos de limpieza y desinfección de superficies de zonas y equipos de producción en la industria cárnica. *Eurocarne*, 315. <https://imancorpfoundation.org/wp-content/uploads/2023/04/Eurocarne.pdf>

SCM. (2023, 18 de mayo). Indicadores de desempeño: Tipos, ejemplos y más. *SCM Latinoamérica*. <https://scmlatam.com/indicadores-de-desempeno-tipos-ejemplos-y-mas/#:~:text=Los%20indicadores%20operativos%20miden%20el,y%20el%20servicio%20al%20cliente>

Solano, M.A. (2019). Desarrollo del Sistema de Inocuidad para una Planta de Separación de Gases del Aire para el Producto Nitrógeno, siguiendo los requisitos que corresponden de Norma ISO 22000:2005 y la ISO/TS 22000-1. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio del SIBDI-UCR.

Soto, F. (2015). Hidroponía: Sistemas de cultivo en agua. Universidad de Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/86385/Sistemas%20de%20cultivo%20en%20agua%20en%20hidropon%20C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valverde, J. (2013). Solano, M.A. (2019). Desarrollo del Sistema de Inocuidad para una Planta de Separación de Gases del Aire para el Producto Nitrógeno, siguiendo los requisitos que corresponden de Norma ISO 22000:2005 y la ISO/TS 22000-1. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio del SIBDI-UCR.

Vargas-Hernández, G., Durán-Quirós, A., González-Lutz, M., y Mora-Acedo, D. (2015). Perfil de riesgos de contaminación microbiológica y química en la cadena de producción de nueve productos hortícolas para consumo fresco, de un grupo de empresas agrícolas del Valle Central de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 39(2), 105-120. <https://www.redalyc.org/journal/436/43642603008/html/>

VISAVA Agroindustrial. (2023). Ficha técnica: KILOL LDF-100 11SL. VISAVA Agroindustrial. <https://agroproca.com/wp-content/uploads/2021/04/Kilol-Agricola-ficha-tecnica-Act.-2023.pdf>

Willaert, T. (2018, 23 de julio). Una cultura de la seguridad alimentaria: La Iniciativa Mundial de Seguridad Alimentaria publica su documento de posición. DQS Consulting. <https://www.dqsglobal.com/es-sv/aprenda/blog/una-cultura-de-la-seguridad-alimentaria-la-iniciativa-mundial-de-seguridad-alimentaria-publica-su-documento-de-posicion>

Yucra, C. (2019). La carbonatita en el rendimiento y calidad de Lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional Universidad Agraria La Molina.

Zúñiga, M., y Niederle, P. (2017). Calidad de los alimentos, estandarización y ferias del agricultor en Costa Rica. *Perspectivas Rurales*, 30, 125-142. <http://dx.doi.org/10.15359/prne.15-30.8>

8. APÉNDICES

8.1 APÉNDICE A1. Herramienta de evaluación

Cuadro A1. Herramienta de evaluación de calidad e inocuidad alimentaria aplicada en la Suplidora Hortícola Ideas Verdes

Sección	Especificación	Método de evaluación	Observaciones
Liderazgo	La organización se compromete con el establecimiento del sistema de gestión de calidad e inocuidad. Se establecen políticas para su control y equipos de trabajo para la gestión y organización de los procesos	Matriz de roles y responsabilidades de colaboradores Revisión documental (documentación registrada sobre políticas y organización de equipos)	No cuentan con política de calidad o inocuidad establecida
Planificación	La organización establece objetivos de calidad e inocuidad a partir de la información recopilada sobre los procesos y resultados esperados	Análisis objetivos y resultados esperados Revisión documental	No tienen información documentada ni objetivos establecidos
Apoyo	Se cuenta con personal calificado para las labores de producción y un equipo capaz de operar y mantener un sistema de gestión de la calidad e inocuidad de manera eficaz	Matriz de responsabilidades y competencias de los colaboradores Revisión de los programas de capacitación y actualización de la organización	Los programas de capacitación en BPA se dan una vez al año por parte del cliente, no hay información documentada sobre estos
	La infraestructura, el ambiente y los recursos son adecuados para el desarrollo y la operación de las actividades de la organización. Se protegen y se calibran los equipos de medición	Análisis visual de las instalaciones y la distribución de la planta	Los equipos que se utilizan son balanzas, no se observa protección de éstas. No se realizan calibraciones. Los materiales de separación de espacios son de cedazo y los pisos son de cemento sin acabados

Sección	Especificación	Método de evaluación	Observaciones
			<p>lisos. Hay ventilación adecuada.</p>
	<p>La organización determina los recursos externos que necesita, realiza un control sobre los proveedores y documenta la información sobre estos procesos</p>	<p>Caracterización de los flujos de trabajo (control de los proveedores) Revisión documental (registros de los proveedores)</p>	<p>No se tiene control de proveedores de insumos, sino que se compran en almacenes locales según la necesidad del momento. La turba, fertilizantes y semillas varían de proveedor en proveedor.</p>
Operación	<p>La organización se basa en requisitos del cliente, legales y reglamentarios necesarios para el uso del producto</p>	<p>Revisión documental (Registro de requisitos) Análisis de parámetros de la calidad de la organización Ficha del producto</p>	<p>No se toman en cuenta los requisitos del cliente para el despacho del producto, no se cuenta con una ficha de producto de la organización.</p>
	<p>Se establece un sistema de trazabilidad que involucra lotes de materiales recibidos, ingredientes y productos intermedios hasta los productos terminados los requisitos del cliente y los requisitos legales y reglamentarios aplicables y se registra como información documentada. Además, se considera la conformidad de requisitos y la trazabilidad como un requisito para la liberación de productos</p>	<p>Caracterización de los flujos de trabajo Revisión documental (Registro escrito del proceso de trazabilidad) Medición de los parámetros de calidad</p>	<p>Se tiene un registro de fecha de siembra y cosecha por cama. No se tiene un sistema de trazabilidad documentado.</p>

Sección	Especificación	Método de evaluación	Observaciones
	<p>La organización debe tratar las salidas no conformes mediante corrección separación contención devolución o suspensión de productos e información al cliente. Si no se cumplen los requisitos de conformidad se debe asegurar que los productos no sean liberados buscar y afrentar la causa de la no conformidad e implementar el plan de peligros manteniendo información documentada</p>	<p>Caracterización de los flujos de trabajo Revisión documental (Registro del procedimiento y del control sobre salidas no conformes) Medición de los parámetros de la calidad</p>	<p>No se cuenta con un procedimiento para salidas no conformes. Todas las lechugas que entran a lavado se despachan sin determinar requisitos de calidad del cliente</p>
<p>Evaluación del desempeño</p>	<p>La organización da seguimiento y medición a variables del proceso y la percepción del cliente y establece métodos y frecuencia para el análisis de resultados buscando evaluar la conformidad de productos desempeño y eficiencia del sistema de gestión de calidad e inocuidad necesidades de actualización del sistema y oportunidades de mejora continua</p> <hr/> <p>La organización planifica, establece e implementa programas de auditoría que incluyan frecuencia, métodos, responsabilidades y requisitos considerando sus procesos y que los resultados de las auditorías se informen a la dirección</p> <hr/> <p>La alta dirección revisa el sistema de la gestión de la calidad e inocuidad para asegurar su conveniencia, adecuación, eficacia y alineación con los objetivos estratégicos de la organización y obtener información sobre el desempeño y la eficacia de este</p>	<p>Caracterización de los flujos de trabajo Revisión documental (Registro del procedimiento de auditoría interna y resultados) Medición de los parámetros de la calidad</p>	<p>No existe un procedimiento de auditoría interna o toma de resultados de procesos para análisis de mejora. Actúan sobre los acontecimientos en el momento que se dan y no se toman medidas para evitarlas.</p>

Sección	Especificación	Método de evaluación	Observaciones
Mejora	La organización considera los resultados del análisis y la evaluación por parte de la dirección para determinar si existen oportunidades de mejora y trabajar sobre la conveniencia, adecuación y eficacia del SGCIA	Revisión documental (Registro del proceso de mejora continua e implementación de las acciones correctivas)	Si se presenta un rechazo por el cliente o se detecta una desviación, como presencia de insectos en el producto terminado, actúan sobre la necesidad de ese momento, no hay un proceso de mejora continua o para implementar acciones correctivas establecidas
Instalaciones	El edificio debe brindar un espacio adecuado con un flujo lógico de materiales, productos y personal y una separación física entre las áreas de las materias primas y los productos procesados; además evitar la entrada de materiales extraños, plagas y otras fuentes de contaminación	Análisis de la distribución de la planta Diagrama del flujo de planta	La separación física de áreas presenta oportunidades de mejora ya que hay espacios abiertos y material de paredes que son de cedazo en el área de acondicionamiento. Es posible que ingresen plagas o agentes contaminantes. El flujo de trabajo permite seguir los procesos de manera que no hay un contraflujo de producto limpio a áreas con producto de campo o con riesgo de contaminación.
	Las instalaciones deben estar ubicadas en lugares que no supongan una amenaza para la inocuidad, alejadas de puntos de contaminación, zonas de inundación,	Inspección visual	No hay zonas industriales cerca, no se registran riesgos por inundación ya que las instalaciones están

Sección	Especificación	Método de evaluación	Observaciones
	<p data-bbox="512 237 1016 302">afectación de plagas y otras actividades industriales</p> <hr data-bbox="457 386 1066 389"/> <p data-bbox="474 461 1054 565">Las instalaciones están diseñadas con materiales de fácil limpieza, resistentes y que eviten la acumulación de suciedad</p>		<p data-bbox="1598 237 1877 337">elevadas del nivel del suelo. No hay otras actividades cerca.</p> <p data-bbox="1562 383 1913 630">Los materiales del área de acondicionamiento son de acero inoxidable y plástico, por lo que son de fácil limpieza. El piso es de cemento y hay grietas que pueden acumular suciedad.</p>
Servicios: Aire, agua y energía	<p data-bbox="487 643 1037 743">El suministro de agua potable es suficiente para satisfacer las necesidades de los procesos de producción</p> <hr data-bbox="457 743 1066 747"/> <p data-bbox="474 753 1054 889">El agua que entra en contacto con el producto cumple con los requisitos microbiológicos y de calidad y fluye a través de tubos que pueden ser desinfectados</p>	<p data-bbox="1142 675 1472 708">Diagrama de los procesos</p> <p data-bbox="1108 789 1505 854">Análisis de la calidad del agua (coliformes)</p>	<p data-bbox="1583 643 1885 743">Se cuenta con un suministro constante de agua potable no clorada</p> <p data-bbox="1570 769 1898 870">Se realizó el análisis en el laboratorio. Las tuberías son de PVC</p>
Disposición de residuos	<p data-bbox="474 902 1054 1078">Los recipientes para los residuos y las sustancias no comestibles están identificados, ubicados en áreas designadas, son impermeables y de materiales fáciles de limpiar y cuentan con una tapa</p> <hr data-bbox="457 1078 1066 1081"/> <p data-bbox="474 1088 1054 1338">No se permite la acumulación de residuos en las áreas de manipulación y almacenamiento de alimentos y se realiza como mínimo una remoción diaria de estos. El centro de acopio de los residuos está alejado de las zonas de procesamiento de alimentos para evitar la infestación por plagas</p>	<p data-bbox="1192 1101 1419 1133">Inspección visual</p>	<p data-bbox="1562 902 1906 967">Hay 4 basureros de plástico, solo 3 tienen tapa</p> <p data-bbox="1562 1013 1913 1114">La bodega de agroquímicos está alejada del área de acondicionamiento</p> <p data-bbox="1604 1159 1871 1224">Hay lavamanos en la entrada y los baños</p> <p data-bbox="1562 1269 1906 1334">No hay residuos en el área de acondicionamiento, solo</p>

Sección	Especificación	Método de evaluación	Observaciones
	<p>Los desagües no pasan sobre las líneas de procesamiento y tienen capacidad suficiente para el afluente esperado, la dirección del drenaje no debe fluir de un área contaminada a un área limpia y los desagües cuentan con rejillas</p>		<p>en los invernaderos, una vez que se cosecha estos se llevan en caretillos al área de disposición que está alejada de la planta.</p> <p>Los drenajes salen del área de acondicionamiento y tienen rejillas. El flujo del agua de desecho por el área donde se tiene el producto acondicionado</p>
<p>Idoneidad, limpieza y mantenimiento de los equipos</p>	<p>Los equipos y superficies que entran en contacto con alimentos están diseñados y construidos para facilitar la limpieza, desinfección y mantenimiento; además de minimizar el contacto entre las manos del operario y el producto</p>	<p>Inspección visual Detección de las superficies no limpias</p>	<p>Los equipos son de materiales aptos para la limpieza como acero inoxidable y plástico.</p>
	<p>Hay programas documentados de limpieza húmeda y seca para asegurarse de que toda la planta, utensilios y equipos sean limpiados, la responsabilidad, el método de limpieza, el uso de herramientas, los requisitos de remoción o desensamble y los métodos para verificar la eficacia de la limpieza</p>	<p>Revisión documental</p>	<p>No hay un programa de limpieza y desinfección establecido</p>
	<p>Se implementa un programa de mantenimiento preventivo que incluya todos los dispositivos usados para dar seguimiento y/o controlar los peligros para la inocuidad de los alimentos</p>	<p>Caracterización de los flujos de trabajo</p>	<p>No hay programas de mantenimiento</p>

Sección	Especificación	Método de evaluación	Observaciones
Gestión de materiales comprados	Existe un proceso definido para la selección, aprobación y seguimiento de los proveedores que busca evaluar sus capacidades para cumplir con las expectativas, requisitos y especificaciones de la calidad e inocuidad de los alimentos	Caracterización de los flujos de trabajo Análisis de trazabilidad	No se cuenta con un control de proveedores de insumos
	Los vehículos de entrega de las materias primas se examinan antes y durante la descarga para verificar que la calidad y la inocuidad del material se hayan mantenido durante el transporte	Revisión documental (Registros de los protocolos y procedimientos de cómo examinar los vehículos)	Mencionan que los camiones se lavan antes de la carga, pero no se observó en las visitas que lo realicen.
Control de plagas	La organización designa una persona para gestionar las actividades de control de las plagas, los programas de gestión de las plagas se documentan y deben identificar las plagas a combatir y tener en cuenta los planes, métodos, cronogramas Se mantienen registros del uso de plaguicidas que incluyen el tipo, cantidad y concentraciones usadas, donde, cuándo y cómo se aplicó y la plaga a combatir	Revisión documental (Registro de uso de plaguicidas) Matriz de responsabilidades y calificaciones del personal	No hay una persona encargada del control. El registro que se observa es un diagrama en las paredes, no hay un registro formal
Higiene personal e instalaciones para empleados	Los servicios de alimentación y áreas designadas para el almacenamiento y consumo de alimentos están situados de manera que se minimice el potencial de contaminación cruzada a las áreas de producción y los alimentos llevados por los propios empleados se deben almacenar y consumir solamente en las áreas designadas	Inspección visual Revisión documental	Hay un lugar designado con separación física y recordatorios sobre el ingreso con joyas, cabello suelto y lavado de manos. No hay políticas documentadas

Sección	Especificación	Método de evaluación	Observaciones
	<p>Hay una política documentada que describe los comportamientos requeridos del personal en las áreas de proceso, empaque y almacenamiento y se dan instrucciones y supervisa cuando proceda a quienes visitan empresas de alimentos incluidos los trabajadores de mantenimiento conservando información documentada de quienes ingresan a la organización</p>		
<p>Retiro de productos</p>	<p>Se implementan sistemas para asegurar que se puedan identificar, localizar y retirar los productos que no cumplan con las normas de inocuidad requeridas de todos los puntos necesarios de la cadena de suministro</p> <hr/> <p>Se mantiene una lista actualizada de contactos clave en caso de un retiro de productos y se evalúa la necesidad de crear una advertencia pública</p>	<p>Revisión de procedimientos Análisis del proceso</p>	<p>No tienen un procedimiento para el retiro de productos, no se controlan las características de salidas</p>
<p>Almacenamiento</p>	<p>Los materiales y productos se almacenan en espacios limpios, secos, ventilados, protegidos del polvo, condensación, vapores, olores u otras fuentes de contaminación, cuando los productos estén estibados, se consideran las medidas necesarias para proteger los niveles más bajos y se siguen los sistemas de rotación de existencias (PEPS/PCPS)</p> <hr/> <p>Se dispone de un área separada u otro medio de separación de materiales identificados como no conformes y se siguen los sistemas de rotación de existencias (PEPS/PCPS)</p>	<p>Inspección visual de las instalaciones y la rotulación de los espacios físicos Detección de las superficies no limpias Caracterización de los flujos de trabajo, de la trazabilidad de los productos almacenados</p>	<p>La bodega de insumos cumple con las características de ventilación, ya que hay espacios abiertos con rejillas en las partes altas para la circulación del aire. Los espacios están rotulados. No hay un área específica de almacenamiento porque el producto se despacha el mismo día que se cosecha y lava</p>

Sección	Especificación	Método de evaluación	Observaciones
Control de operaciones	<p>La organización cuenta con una descripción de los productos de manera individual o en grupos y determina si las BPM y otros programas que tenga implementados son suficientes para abordar la calidad e inocuidad de los alimentos y debe llevar a cabo actividades de verificación que resulten pertinentes para su actividad a fin de comprobar que se han aplicado eficazmente las BPM</p> <hr/> <p>Cuando los resultados de la vigilancia indiquen una desviación, la organización toma medidas correctivas conservando información documentada de estas y evaluando el impacto de las desviaciones en la inocuidad</p>	<p>Caracterización de los flujos de trabajo e indicadores de la calidad del producto</p> <p>Revisión documental (Registro de los resultados del análisis de los indicadores de la calidad)</p>	<p>No existe una descripción de productos ni procesos, tampoco un control de vigilancia</p>
HACCP	<p>Se establece un equipo y programa HACCP, se describe el producto y se realizan y confirman los diagramas de flujo de los procesos según los requerimientos de la norma INTE A2; además de mantener información documentada del sistema y todas las tareas relacionadas con este</p>	<p>Diagrama de flujo</p> <p>Revisión documental</p>	<p>No está establecido</p>

8.2 APÉNDICE A2. Resultados de muestreo de calidad

Muestreo	Caja	Lechugas por caja	Peso (kg)	Defecto					
				Babosas	Hongo	Insecto	Mecánico	Firmeza	Daño por sol
1	1	29,0	3,8	0,0	3,0	1,0	11,0	0,0	0,0
	2	20,0	4,8	0,0	7,0	0,0	8,0	0,0	0,0
	3	18,0	4,3	0,0	2,0	0,0	7,0	0,0	0,0
	4	18,0	4,5	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0
	5	21,0	5,3	0,0	1,0	1,0	11,0	0,0	0,0
	Promedio	21,2	4,5	0,0	2,6	0,4	8,8	0,0	0,0
	Desviación estándar	4,5	0,6	0,0	2,7	0,5	2,0	0,0	0,0
2	1	18,0	4,2	0,0	4,0	0,0	8,0	0,0	0,0
	2	20,0	4,6	0,0	3,0	0,0	10,0	0,0	0,0
	3	21,0	0,0	0,0	5,0	0,0	7,0	0,0	0,0
	4	17,0	3,9	0,0	2,0	0,0	7,0	0,0	0,0
	5	19,0	4,3	0,0	4,0	0,0	9,0	0,0	0,0
	Promedio	19,0	3,4	0,0	3,6	0,0	8,2	0,0	0,0
	Desviación estándar	1,6	1,9	0,0	1,1	0,0	1,3	0,0	0,0
3	1	19,0	4,5	0,0	1,0	0,0	6,0	0,0	0,0
	2	18,0	4,2	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0
	3	19,0	4,5	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0
	4	20,0	4,6	0,0	2,0	0,0	9,0	0,0	0,0
	5	20,0	4,5	0,0	1,0	0,0	11,0	0,0	0,0
	Promedio	19,2	4,4	0,0	0,8	0,0	8,0	0,0	0,0
	Desviación estándar	0,8	0,2	0,0	0,8	0,0	2,0	0,0	0,0

