



Escuela de Agronegocios

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronegocios

“Diseño de un plan de medición y monitoreo para la prevención
y reducción de pérdidas de alimentos seleccionados en la línea
de producto procesado de la empresa Vegetales la Huerta S.A.”

Presentado por:

María Laura Jiménez Poveda

II Semestre, 2024

Hoja de Aprobación del Trabajo Final de Graduación

“Diseño de un plan de medición y monitoreo para la prevención y reducción de pérdidas de alimentos seleccionados en la línea de producto procesado de la empresa Vegetales la Huerta S.A.”

Proyecto Final de Graduación defendido públicamente por María Laura Jiménez Poveda ante el Tribunal Evaluador de la Escuela de Agronegocios del Tecnológico de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el título de Ingeniera en Agronegocios con el grado de Licenciatura.

Ing. Marianella Gamboa Murillo. M.Ed.

Profesora Asesora

Ing. Rooel Campos Rodríguez. Ph.D.

Profesor Consultor

Ing. Rubén Calderón Cerdas. M.Sc.

Profesor Lector

Dedicatoria

Primeramente, a mis padres y hermanos por su amor y apoyo incondicional, por creer en mí, que me han acompañado en todo momento y en cada paso de este camino. Porque sin su esfuerzo, ejemplo y dedicación, nada de esto habría sido posible.

A mi familia, a los Jiménez y a los Poveda, por ser la raíz y la fortaleza que me han sostenido. Gracias por el amor, el ejemplo y los valores que me han transmitido, y por creer siempre en mí y en mis sueños. Este logro es tanto mío como suyo.

A mis amigos, quienes siempre estuvieron para ofrecerme ánimo, risas y consejos en los momentos más desafiantes. Gracias por hacerme recordar que los sueños valen la pena.

Y, por último, a todos aquellos que creyeron en mí, esta meta alcanzada también les pertenece.

Agradecimientos

A mi familia, quienes siempre han sido mi apoyo incondicional. Gracias por su paciencia, amor y sacrificios, por estar conmigo en cada momento de este camino y por creer en mí cuando más lo necesitaba. Su aliento ha sido fundamental para alcanzar este logro.

A mis profesores (as), quienes con su dedicación y conocimiento me guiaron en la construcción de este proyecto. Agradezco sus enseñanzas y consejos, que no solo han enriquecido mi formación académica, sino también mi crecimiento personal. Gracias por inspirarme y motivarme a dar siempre lo mejor de mí.

También expreso mi gratitud a la empresa Vegetales La Huerta S.A., por brindarme la oportunidad de llevar a cabo esta investigación y abrirme las puertas para conocer de cerca su proceso productivo. Su colaboración fue fundamental para el desarrollo de este trabajo y para el aprendizaje profundo que he obtenido en el área de estudio.

A todos ustedes, muchas gracias por ser parte de este logro.

Resumen

Vegetales La Huerta S.A., ubicada en Cartago, Costa Rica, es una empresa dedicada al acopio y distribución de frutas, vegetales y productos precortados, con más de 20 años de experiencia en el mercado. Aunque la empresa se distingue por sus buenas prácticas operativas, enfrenta un problema significativo de pérdidas de alimentos debido a la ausencia de un sistema de monitoreo específico para prevenir y reducir dichas pérdidas de sus productos. Esto afecta tanto los costos económicos de la empresa y genera impactos ambientales y sociales considerables.

El proyecto tuvo como objetivo diseñar un plan de monitoreo para la prevención y reducción de pérdidas de alimentos en la línea de productos procesados de lechuga, espinaca, apio y zuchini.

Para el cumplimiento de este objetivo se llevó a cabo un mapeo detallado del proceso, donde se identificaron puntos críticos como el deshojado, cortado y troceado, donde las pérdidas fueron mayores debido a la eliminación de partes no conformes o partes no demandadas por los clientes.

Se diseñó un sistema de medición y registro que cuantificó las pérdidas lo que permitió observar patrones de deterioro. Los resultados mostraron que el 41,9% de las pérdidas fueron por daños mecánicos, 29,4% por daños patológicos y 28,6% por daños fisiológicos. Con una tasa de pérdida promedio de 40,7%.

Además, se realizó un diagrama de Ishikawa para investigar las causas raíz de estas pérdidas. Las principales causas encontradas fueron los defectos postcosecha en el producto, problemas de manejo y la falta de aprovechamiento de las partes del producto que no son demandadas.

Además, se desarrolló una herramienta de monitoreo adaptada a las operaciones de la empresa, lo cual permite dar seguimiento. Este sistema busca no solo minimizar y prevenir las pérdidas económicas, sino también contribuir al manejo responsable de los recursos naturales y a la sostenibilidad de la empresa.

Palabras clave: pérdida de alimentos, vegetales procesados, sistema de monitoreo, cuantificación, causa raíz.

Abstract

Vegetales La Huerta S.A., located in Cartago, Costa Rica, is a company dedicated to the collection and distribution of fruits, vegetables and pre-cut products, with more than 20 years of experience in the market. Although the company is distinguished by its good operating practices, it faces a significant problem of food losses due to the absence of a specific monitoring system to prevent and reduce such losses of its products. This affects both the economic costs of the company and generates considerable environmental and social impacts.

The project aimed to design a monitoring plan for the prevention and reduction of food losses in the line of processed lettuce, spinach, celery and zucchini products.

To meet this objective, a detailed mapping of the process was carried out, where critical points such as leaf stripping, cutting and chopping were identified, where losses were greater due to the elimination of non-conforming parts or parts not demanded by customers.

A measurement and recording system was designed that quantified losses, which allowed deterioration patterns to be observed. The results showed that 41.9% of the losses were due to mechanical damage, 29.4% to pathological damage and 28.6% to physiological damage. With an average loss rate of 40.7%.

In addition, an Ishikawa diagram was made to investigate the root causes of these losses. The main causes found were post-harvest defects in the product, handling problems and the lack of use of parts of the product that are not in demand.

In addition, a monitoring tool adapted to the company's operations was developed, which allows for follow-up. This system seeks not only to minimize and prevent economic losses, but also to contribute to the responsible management of natural resources and the sustainability of the company.

Keywords: food loss, processed vegetables, monitoring system, quantification, root cause.

Índice General

Hoja de Aprobación del Trabajo Final de Graduación	2
Dedicatoria.....	3
Agradecimientos.....	4
Resumen.....	5
Abstract.....	6
Índice General	7
Índice de Tablas	10
Índice de Figuras.....	11
Capítulo I. Introducción	12
1.1 El problema y su importancia.....	14
1.2 Antecedentes del problema	14
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo General	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
Capítulo II. Marco Teórico	18
2.1 Alimento.....	18
2.1.1 Pérdidas de alimentos: Definición de la FAO	18
2.1.2 Pérdidas de Alimentos: Definición Comisión Europea	18
2.1.3 Mermas	18
2.2 Clasificación de pérdidas	18
2.2.1 Perdidas Inevitables.....	19
2.2.2 Pérdidas Evitables.....	19
2.3 Caracterización sectorial de la problemática.....	19

2.4 Porcentaje de pérdida en los grupos de alimentos.....	20
2.5 Gestión de pérdidas	21
2.5.1 Gestión de las pérdidas a escala global	21
2.5.2 Gestión de las pérdidas en las empresas o actores privados.....	22
2.6 Mapeo de proceso.....	28
2.6.1 Proceso.....	28
2.6.2 Mapa de proceso	29
2.6.3 Herramienta SIPOC.....	29
2.7 Análisis de causa raíz	29
2.7.1 Diagrama de Ishikawa	29
2.7.2 Importancia de la determinación de la causa raíz.....	30
2.7.3 Principales causas que contribuyen a las pérdidas de alimentos	30
2.8 Cuantificación de las pérdidas de alimentos	31
2.8.1 Factores que afectan la cuantificación de las pérdidas reales.....	31
2.8.2 Ejemplos de los costos y beneficios asociados a la cuantificación y reducción de las pérdidas de alimentos	32
2.9 Monitoreo	33
2.9.1 Importancia del monitoreo.....	34
2.9.2 Tableros de control	34
2.10 Diseño del programa de prevención y reducción de pérdidas de alimentos	35
2.10.1 Plan de prevención y reducción.....	35
2.10.2 Cómo se crea un plan de prevención y reducción	35
2.10.3 Beneficios al elaborar un plan de prevención y reducción de pérdidas de alimentos	36
Capítulo III. Metodología.....	38
3.1 Enfoque de la investigación.....	38

3.2	Tipo de investigación	38
3.3	Marco espacial y temporal	39
3.4	Sujetos de información	41
3.5	Fuentes de información	41
3.6	Atributos o categorías de análisis	44
3.7	Herramientas	46
3.8	Sistematización de objetivos.....	47
Capítulo IV. Resultados y Discusión de Resultados		55
4.1	Identificación las etapas críticas dónde se generan las pérdidas en el proceso de producción.	55
4.2	Cuantificación las pérdidas producidas en la empresa.	63
4.3	Causas subyacentes de las pérdidas generadas en Vegetales la Huerta S.A.	84
4.4	Herramienta de monitoreo de las pérdidas generadas en la empresa Vegetales la Huerta S.A.	86
5.1	Conclusiones	93
5.2	Recomendaciones	94
Bibliografía		95
Capítulo VII. Apéndices y Anexos.....		107
7.1	Apéndices	107
	Apéndice 1.....	107
	Apéndice 2.....	109
	Apéndice 3.....	111
	Apéndice 4.....	112
7.2	Anexos	120
	Anexo 1	120

Índice de Tablas

Tabla 1 Acciones prioritarias por hacer en el sector privado (manipulación y almacenamiento)	23
Tabla 2 Acciones prioritarias por hacer en el sector privado (procesamiento y empaquetado) ..	25
Tabla 3 Acciones prioritarias por hacer en el sector privado (distribución y comercialización).	26
Tabla 4 Ejemplos de los costos y beneficios asociados con la cuantificación y la reducción de la pérdida de alimentos	33
Tabla 5 Sujetos de información necesarios para llevar a cabo los objetivos en la empresa Vegetales la Huerta S.A.....	41
Tabla 6 Tabla de atributos y mediciones	44
Tabla 7 Lista de literatura y expertos consultados	63
Tabla 8 Selección de los productos.....	64
Tabla 9 Revisión preliminar de pérdidas en los productos seleccionados	69
Tabla 10 Variables de riesgo de las pérdidas de alimento	70
Tabla 11 Sistema de clasificación de calidad de la lechuga	72
Tabla 12 Sistema de clasificación de calidad de la espinaca	75
Tabla 13 Sistema de clasificación de calidad del Apio.....	78
Tabla 14 Sistema de clasificación de calidad del Zuquini	80
Tabla 15 Mediciones de las pérdidas de alimentos en la empresa Vegetales la Huerta	82
Tabla 16 Matriz de Marco Teórico	107
Tabla 17 Presentación de resultados: seguimiento de lote y muestreo	111
Tabla 18 Características evaluadas para el análisis cualitativo en lechuga	112
Tabla 19 Características evaluadas para el análisis cualitativo en Espinaca	113
Tabla 20 Características evaluadas para el análisis cualitativo en Apio.....	115
Tabla 21 Características evaluadas para el análisis cualitativo en Zuquini	117

Índice de Figuras

Figura 1 Comportamiento de las empresas respecto de políticas, prácticas o soluciones de abordaje	20
Figura 2 Pérdida de alimentos desde la etapa posterior a la cosecha hasta la distribución en 2016, porcentajes por grupos de productos.....	21
Figura 3 Representación esquemática de los elementos de cada proceso.	28
Figura 4 Imagen georreferenciada de la empresa Vegetales la Huerta.....	40
Figura 5 Métodos 4S.....	52
Figura 6 Diagrama SIPOC Lechuga	59
Figura 7 Diagrama SIPOC de la Espinaca.....	60
Figura 8 Diagrama SIPOC del Apio	61
Figura 9 Diagrama SIPOC del Zuquini	62
Figura 10 Diagrama de flujo de la Lechuga	65
Figura 11 Diagrama de flujo de la espinaca	66
Figura 12 Diagrama de flujo del Apio	67
Figura 13 Diagrama de flujo del Zuquini	68
Figura 14 Diagrama de Ishikawa.....	84
Figura 15 Tablero de control para el monitoreo de Pérdidas de Alimentos	87
Figura 16 Filtros Superiores	88
Figura 17 Tarjetas de Peso Inicial y Peso Final.....	88
Figura 18 Gráfico de barras de Peso Inicial y el Peso Final	89
Figura 19 Gráfico de líneas de pérdida de peso total por mes	89
Figura 20 Gráfico de pastel promedio de tasa de pérdida y promedio de merma en Vegetales la Huerta S.A.....	90
Figura 21 Gráfico de mínimo, máximo y promedio de la tasa de pérdidas.....	90
Figura 22 Gráfico de barras sobre tipo de daño o deterioro	91
Figura 23 Manual de Uso del Tablero de Control	92
Figura 24 QR para visualizar el Manual.....	92
Figura 25 Hoja de % de mermas que maneja la empresa Vegetales la Huerta S.A	120

Capítulo I. Introducción

La Agenda 2030 de la ONU, adoptada en 2015, incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que enfrentan desafíos globales. Entre ellos, el ODS 12, "Producción y Consumo Responsables", el cual busca mejorar la calidad de vida reduciendo el uso de recursos, la degradación y la contaminación, mientras se optimizan las ganancias económicas (ONU, 2018, p.55). Una de sus metas, la 12.3, propone reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial y minimizar las pérdidas en las cadenas de producción y suministro para 2030.

Anualmente, se pierde 1/3 de la producción para el consumo humano, esto en las primeras etapas de la cadena (UNEP, 2021). Entre la cosecha y la producción se pierden 220 millones de toneladas provocando que más de 60 millones de personas sufran de inseguridad alimentaria severa en la región (UNEP, 2021). Las pérdidas y el desperdicio de alimentos (PDA) implican pérdidas económicas de alrededor de \$97.000 millones anuales, además, genera un costo ambiental, ya que cerca del 8% de las emisiones del efecto invernadero a nivel global tienen su origen en la producción de alimentos que se pierden en la actualidad (UNEP, 2021).

Con respecto a América Latina y el Caribe, las estimaciones indican que un total de 348 mil toneladas de alimentos se pierden y desperdician por día (Rodríguez et al., 2021, p.19). Suele considerarse que, si se pierden menos alimentos, se aumentará su disponibilidad, lo que mejora la seguridad alimentaria y la nutrición. Sin embargo, esta mejora depende del punto en la cadena de suministro y el lugar geográfico donde se producen, así como de las principales zonas en las que exista inseguridad alimentaria (FAO, 2019, p.74).

Se demuestra que el sistema actual de producción, procesamiento y distribución de alimentos no ha sido capaz de frenar los problemas de suficiencia e inseguridad alimentaria a nivel mundial (Hidalgo y Marroquín, 2020, p.33). Esto es más evidente en el sector de alimentos procesados, donde los elevados niveles de pérdidas se traducen en mayores costos, y el tener procesos con tiempos elevados trae una afectación, debido al tipo de materias primas utilizadas (Chávez et al., 2019, p.1). Asimismo, la problemática más común que enfrentan las empresas agroalimentarias es el trabajar con alimentos perecederos (Chávez et al., 2019, p.1). Cualquiera que sea el proceso que emplea el actor de la cadena, debe asegurarse de no generar pérdidas, ya que se traduce en costos, y dependiendo de la pérdida, es difícil reutilizarlo o reprocesarlo (Chávez et al., 2019, p.1).

Lo anteriormente descrito puede evidenciar el interés de las industrias del sector alimentario por reducir las pérdidas de alimentos (PA). Por lo que la empresa Vegetales la Huerta S.A requiere el diseño de un plan de monitoreo que les permita reducir y prevenir las pérdidas generadas en la línea de producto procesado.

Seguidamente, se presentan las diferentes secciones que componen esta investigación, cada una enfocada en aspectos clave para el diseño de un programa de prevención y reducción de pérdidas de alimentos en la empresa Vegetales la Huerta S.A.

1.1 El problema y su importancia

El problema que presenta la empresa es que carecen de un plan de prevención y reducción de pérdidas que les permita cuantificar con precisión las pérdidas que ocurren en sus procesos productivos. Además, requieren identificar las etapas críticas donde se concentran las mayores pérdidas, determinar las causas principales que hay detrás de estas pérdidas, y establecer un sistema de monitoreo efectivo de las mismas.

Esta falta de enfoque sistemático les impide obtener datos confiables sobre los niveles de pérdidas, analizar las tendencias y patrones, detectar los puntos vulnerables del proceso, e implementar acciones correctivas focalizadas para mitigar las ineficiencias y maximizar el rendimiento de sus operaciones de producción.

La atención a este problema es clave para incrementar tanto la eficiencia económica como la sostenibilidad de la empresa. En este sentido, el diseño de un plan de reducción y prevención de pérdidas se convierte en una prioridad estratégica, ya que no solo responde a los principios fundamentales de su misión y visión, sino que también permite optimizar el uso de recursos, maximizar los rendimientos y consolidar un modelo de operación más eficiente (Baena, 2023).

1.2 Antecedentes del problema

Distintos estudios abordan el tema de la pérdida de alimentos que se producen a lo largo de la cadena de suministro. Estos se centran en la identificación de las distintas causas que genera este problema (Dora, Manoj et al., 2021 ;Luo et al., 2021). De la misma manera, diversos artículos se enfocan en la aplicación de estrategias a implementar desde el punto de vista tecnológico, comportamiento de los actores, políticas locales y gubernamentales (Agnusdei et al., 2022), integración en la cadena de suministro (Sarkar et al., 2022) y producción, hasta la gestión y comunicación de los productores (Bloise, 2019).

Investigaciones estudian que la reducción de la pérdida de los alimentos y los residuos agrícolas generados requiere de coordinación entre las cadenas de suministro para que coincidan con los planes de producción y de mercado (Krishnan et al., 2019), lo que incluye la cantidad, calidad, variedad y los tiempos de entrega. Otro punto importante que mencionan los autores es que este tema involucra múltiples actores con diversos desafíos e intereses (Kusnandar et al., 2021) . Esto hace que se requiera de un sistema con múltiples reglas y con una estructura para la toma de

decisiones, lo cual es necesario para permitir una coordinación y que con ello se fortalezca el compromiso de los actores involucrados (Trebbin y Hassler, 2012).

Ruiz et al., (2019, p.7) indicaron que el 55% de las pérdidas provienen de las frutas y las verduras. De igual forma estudiaron las medidas para reducir el desperdicio de frutas y hortalizas ya que esto contribuye a incrementar el valor de las cadenas productivas, así como a mejorar la oferta y el acceso a los alimentos, permitiendo que se mitiguen situaciones de desnutrición, bienestar y la alineación con los "Objetivos de Desarrollo Sostenible" (Bebbington y Unerman, 2018; Souza et al., 2021, p.34)

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) han realizado informes en donde se ha evidenciado que la pérdida y el desperdicio de los alimentos se produce por diversas causas y factores. Entre las causas identificadas están las prácticas agrícolas ineficientes, almacenamiento inadecuado, problemas logísticos, falta de coordinación en la cadena de suministro, altos estándares estéticos, patrones de consumo inadecuados y escasa conciencia sobre sostenibilidad (FAO, 2012, p.11).

En Costa Rica, la Red Costarricense para Disminuir el Desperdicio y las Pérdidas de Alimentos se estableció en noviembre de 2014. Su propósito es desarrollar estrategias para reducir este problema en el país mediante la investigación y el monitoreo, la comunicación y concientización, la implementación de políticas públicas y la coordinación de acciones conjuntas de acuerdo con el rol de cada miembro. Actualmente, el Instituto Tecnológico de Costa Rica coordina esta red, la cual cuenta con asesoría técnica de la FAO y está integrada por miembros de los sectores público, privado, académico y de iniciativas ciudadanas (Tecnológico de Costa Rica, 2020).

Se han llevado a cabo diversos estudios en el país enfocados en aspectos relacionados con las pérdidas de alimentos. Por un lado, se realizó una investigación centrada en grupos específicos de alimentos, con el objetivo de determinar la influencia de variables socioeconómicas, características intrínsecas de los productos y patrones de comportamiento en la intención de generar pérdidas alimentarias (Montero y Sánchez, 2022). Además, se ha evaluado y cuantificado el volumen de pérdidas y desperdicios de alimentos en diversas instituciones públicas, como el caso del análisis realizado en el restaurante institucional del Tecnológico de Costa Rica. Estos diagnósticos permiten establecer líneas base y monitorear el impacto de las estrategias implementadas para mejorar la gestión de alimentos en el sector público (Rodríguez et al., 2021). Por otra parte, se han

estudiado las agrocadenas a nivel nacional, con el fin de identificar y cuantificar las pérdidas y desperdicios en las diferentes etapas de la cadena de suministro, desde la producción hasta el consumo final (Rodríguez, 2022).

En el contexto de Vegetales La Huerta S.A., una empresa de acopio y distribución a nivel nacional, que se especializa en frutas, vegetales y productos precortados, ubicada en Cartago, Costa Rica y que cuenta con más de 20 años de experiencia en el mercado, distribuyendo a diario en el área metropolitana. En la empresa se aplican las buenas prácticas operativas y administrativas logrando la satisfacción de sus clientes y la confianza con los proveedores los cuales son principalmente productores y comerciantes. Su misión es centrarse en la alta calidad de los productos, la excelencia en el servicio, y la atención a sus clientes. En un futuro se proyectan al mercado internacional y aumentar el posicionamiento en el mercado nacional a través de una excelente calidad, un precio competitivo y un servicio personalizado (Vegetales la Huerta, 2024).

En cuanto a la situación actual de la empresa Vegetales la Huerta S.A, se enfrenta a un problema significativo relacionado con la pérdida de alimentos, ya que no cuentan con un programa de monitoreo para la prevención y reducción. A pesar de sus esfuerzos por mantener una cadena de producción y suministro eficiente, una parte de sus materias primas y productos se pierden antes de llegar en manos del consumidor final. Esta situación les está generando tanto consecuencias económicas, sociales y ambientales considerables en la empresa, principalmente porque es una empresa dedicada al procesamiento y distribución de frutas y vegetales el cual es un grupo de alimentos altamente perecederos (Hidalgo, 2024).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un plan de monitoreo para la prevención y reducción de pérdidas de alimentos seleccionados en la línea de producto procesado de la empresa Vegetales la Huerta S.A.

1.3.2 Objetivos Específicos

Identificar las etapas críticas dónde se generan las pérdidas en el proceso de producción mediante un mapeo detallado del flujo de proceso.

Cuantificar las pérdidas producidas en la empresa por medio un método de medición y registro.

Determinar las causas subyacentes de las pérdidas para la prevención en la planta agroindustrial de Vegetales la Huerta S.A.

Elaborar una herramienta de monitoreo de las pérdidas generadas que se adapte a las condiciones de la empresa Vegetales la Huerta S.A.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1 Alimento

Se entiende por alimento toda sustancia, elaborada, semielaborada o bruta, que se destina al consumo humano, incluyendo las bebidas, el chicle y cualesquiera otras sustancias que se utilicen en la fabricación, preparación o tratamiento de los alimentos, pero no incluye los cosméticos ni el tabaco ni las sustancias utilizadas solamente como medicamentos (FAO,1966).

2.1.1 Pérdidas de alimentos: Definición de la FAO

La FAO, incluye en "pérdida de alimentos" la disminución de los atributos de calidad de los alimentos, lo que se traduce en la reducción del valor nutricional, el valor económico, la inocuidad de los alimentos y la apreciación de los consumidores (FAO, 2014, p.1).

2.1.2 Pérdidas de Alimentos: Definición Comisión Europea

La Comisión Europea no incluye el termino pérdidas de alimentos, solamente define el desperdicio de alimentos como cualquier alimento, y sus partes no comestibles, retirado de la cadena de suministro de alimentos para ser recuperado o eliminado (incluido el compostaje, los cultivos arados o no cosechados, la digestión anaeróbica, la producción de bioenergía, la cogeneración, la incineración, la eliminación en alcantarillado, vertedero o desechado al mar) (Comisión Europea, 2014, p.6).

2.1.3 Mermas

Se entiende por merma la pérdida de alguna de las características físicas de los productos obtenidos o de alguno de los factores utilizados para su obtención: su peso, su volumen, longitud, etc. No se debe confundir el concepto de pérdida con el concepto de merma, porque la merma se conoce antes de llevar a cabo el proceso productivo, mientras que la pérdida, a pesar de que la empresa establezca un margen de tolerancia, no se conoce a priori (Rodríguez, 2020).

2.2 Clasificación de pérdidas

Según Shaw et al., (2023) las pérdidas de alimentos se clasifican básicamente en dos tipos: inevitable y evitable.

2.2.1 Pérdidas Inevitables

La pérdida de alimentos inevitable o normal se refiere a la pérdida de alimentos que los humanos no pueden consumir debido a que no son comestibles, como cáscaras, huesos y otros restos (Baquero et al., 2023 ;Barker et al., 2023). Además, son aquellas que tienen una relación directa con el proceso productivo o de comercialización y que depende principalmente de las características del bien o material utilizado (Ydrogo y Pérez, 2016, p.17).

2.2.2 Pérdidas Evitables

La pérdida de alimentos evitable, por otro lado, se refiere a los alimentos comestibles que se desechan a pesar de ser aptos para el consumo humano (Baquero et al., 2023; Barker et al., 2023). Son aquellas pérdidas que se producen por negligencia o ineficiencias en la cadena de suministro por mala manipulación o mal manejo del inventario (Ydrogo y Pérez, 2016, p.17).

2.3 Caracterización sectorial de la problemática

Si bien las empresas alimentarias están al tanto de las implicaciones económicas de las pérdidas producidas, en menor medida, prestan atención a sus consecuencias sociales y ambientales. Aunque reconocen que la pérdida de alimentos es un signo de ineficiencia productiva, no todas las empresas cuentan con sistemas confiables para medir, cuantificar y diagnosticar el problema. Los mecanismos que utilizan algunas empresas resultan inadecuados para gestionar adecuadamente las pérdidas de alimentos (Berardo et al., 2022, p.13).

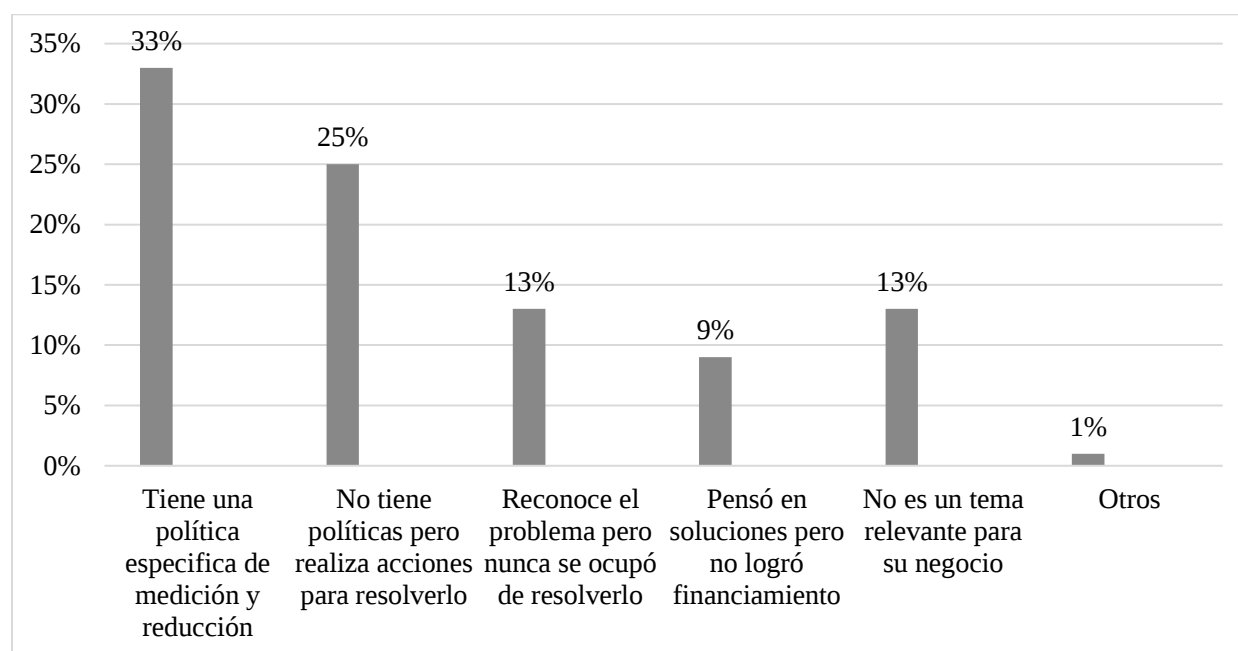
Por otra parte, las empresas pueden experimentar beneficios económicos directos si se hicieran mejoras, en la eficiencia para reducir las pérdidas de alimentos en sus sistemas productivos, aunque esto puede requerir compensaciones con otras partes interesadas. Calcular el costo económico de las pérdidas de alimentos para el sector puede ayudar a identificar políticas más viables para reducirla (Aldaco et al., 2020 ;Nahman y De Lange, 2013).

Un estudio realizado por Berardo et al (2022, p.13) confirma que el tema si es un desafío reconocido y priorizado por la mayoría de las empresas, y examina las posturas que adoptan al respecto. La mayor parte consideran las pérdidas de alimentos como un tema relevante para el negocio, por lo que toman medidas concretas para abordar este problema o han identificado soluciones orientadas a mitigarlo.

Los resultados que se obtuvieron en la indagación realizada por Berardo et al (2022, p.13) se observan en la Figura 1, revela que el 67% de las empresas de América Latina y el Caribe están tomando medidas contra la pérdida de alimentos: un 33% cuenta con una política específica para reducir estas pérdidas, un 25% está realizando acciones concretas para abordar el problema, y un 9% ha identificado soluciones, pero no las ha implementado por falta de financiamiento. Solo el 13% de las compañías considera que las pérdidas no es un tema relevante para su negocio. La mayoría de estas últimas son empresas pequeñas que admiten no medir las pérdidas generadas durante su proceso productivo.

Figura 1

Comportamiento de las empresas respecto de políticas, prácticas o soluciones de abordaje



Nota. De Pérdidas de alimentos en el sector de agronegocios: La mirada de las empresas en América Latina y el Caribe [Fotografía], por Berardi et al, 2022, (<https://idbinvest.org/es/publicaciones/pérdidas-de-alimentos-en-el-sector-de-agronegocios-la-mirada-de-las-empresas-en>).

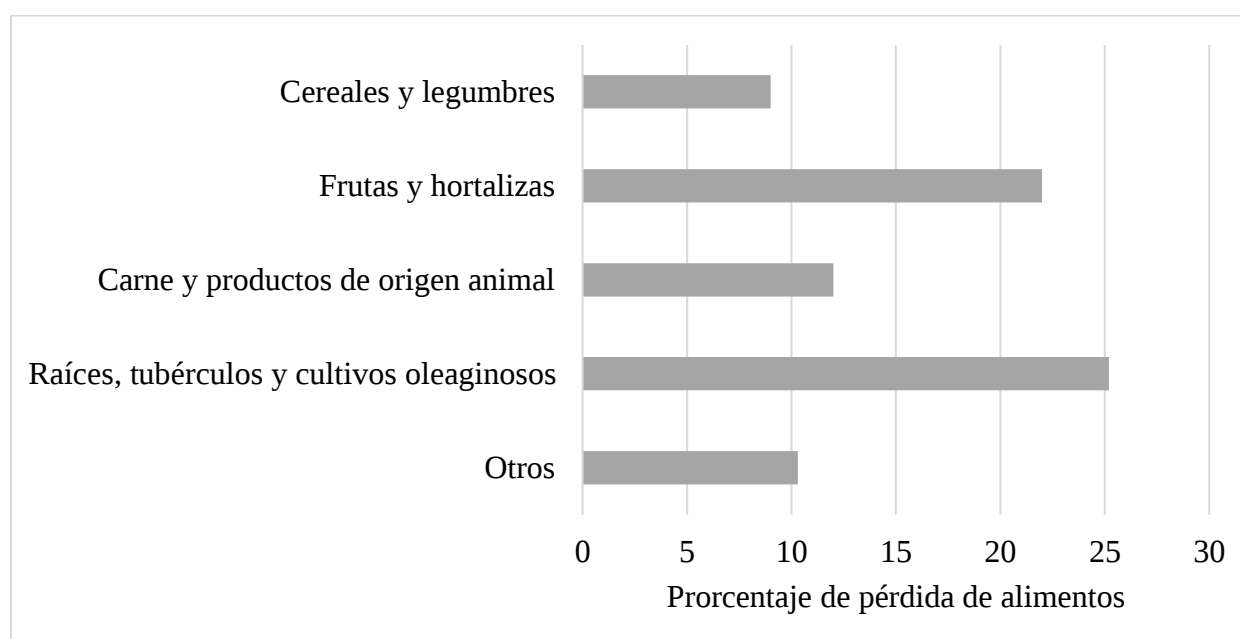
2.4 Porcentaje de pérdida en los grupos de alimentos

En cuanto a los diferentes grupos de alimentos, los que sufren las mayores pérdidas son las raíces, los tubérculos y los cultivos oleaginosos, seguidos de cerca por las frutas y las hortalizas (Figura 2). No resulta sorprendente que estas últimas experimenten niveles tan elevados de pérdidas, dado

su carácter altamente perecedero (Berardo et al., 2022, p.13). Lu y Wang (2022) enfatizaran que, en términos cuantitativos, los alimentos perecederos como las hortalizas y frutas a menudo sufren pérdidas más significativas en comparación con otros productos vegetales. Desde una perspectiva nutricional-económica, las hortalizas son las más afectadas por las ineficiencias en la cadena de suministro de alimentos, seguidas de la carne, los cereales y las frutas.

Figura 2

Pérdida de alimentos desde la etapa posterior a la cosecha hasta la distribución en 2016, porcentajes por grupos de productos.



Nota. De Pérdidas de alimentos en el sector de agronegocios: La mirada de las empresas en América Latina y el Caribe [Fotografía], por Berardi et al, 2022, (<https://idbinvest.org/es/publicaciones/pérdidas-de-alimentos-en-el-sector-de-agronegocios-la-mirada-de-las-empresas-en>).

2.5 Gestión de pérdidas

A continuación, se presentan los conceptos fundamentales relacionados con la gestión de pérdidas.

2.5.1 Gestión de las pérdidas a escala global

A escala global, varias partes tienen diferentes métodos y procedimientos para gestionar las pérdidas de alimentos. De Los Mozos (2020) menciona que se pueden gestionar en función de su

disponibilidad geográfica, económica y de fuente. Las medidas preventivas serían evitar (menos generación de pérdidas de alimentos), reducir (utilizando todos los recursos) y reutilizar (tener el uso original) (Ishangulyyev et al., 2019). En el caso de la gestión sostenible de los alimentos, el problema de las pérdidas debe abordarse con una perspectiva sistémica como por ejemplo mediante la jerarquía de recuperación de alimentos y pensar mejor en la cadena de suministro y las interconexiones para reducir la ineficiencia (Dafdie, 2023). La guía de esta estructura jerárquica es controlar la pérdida de alimentos y utilizarlos en su máximo potencial (Lemaire y Limbourg, 2019).

Otro método para gestionar las pérdidas de alimentos es la manufactura esbelta, un enfoque de gestión de la calidad que se considera una filosofía más que una simple colección de herramientas (Hines et al., 2004) y puede considerarse como una puerta de entrada a un pensamiento sistémico que requiere la colaboración de todos los actores de la cadena de valor con el objetivo colectivo de aumentar la satisfacción del cliente (Halloran et al., 2014). La identificación y eliminación de pérdidas es clave para el concepto de manufactura esbelta y se ha aplicado cada vez más en otros sectores, particularmente en la industria agroalimentaria. Sin embargo, su penetración en el sector agrícola ha sido lenta y esto se atribuye a la perecibilidad de una amplia gama de productos alimenticios, la complejidad de la cadena de suministro agroalimentaria y las preferencias dinámicas de los consumidores (Dora et al., 2014).

2.5.2 Gestión de las pérdidas en las empresas o actores privados

No existe una única acción inmediata que permita a las empresas o a los actores privados, como los agricultores y consumidores, reducir las pérdidas de alimentos. Para lograr una disminución significativa, se necesitan muchos actores durante la cadena de valor para que se tomen medidas y apliquen intervenciones adaptadas en cada caso particular (Hanson et al., 2022).

En las siguientes tablas, se presentan listas de prioridades o “acciones prioritarias” para cada tipo de actor privado, según la etapa en la cadena de valor de alimentos. Estas listas incluyen pasos iniciales que pueden activar los esfuerzos de reducción de PA y están alineados con las recomendaciones del Código Voluntario de Conducta para la Reducción de la Pérdida y Desperdicio de Alimentos de la FAO (2021). No son exhaustivas, y los actores privados deben buscar soluciones innovadoras y adaptadas a su realidad (Hanson et al., 2022).

Manipulación y Almacenamiento

Las PA en las etapas de manipulación y almacenamiento pueden deberse a diversos factores, como el manejo inadecuado, la presencia de plagas, el control insuficiente de calor y humedad durante el almacenamiento, las vibraciones de los vehículos en caminos en mal estado, la falta de infraestructura adecuada para mantener la cadena de frío, los retrasos logísticos y las interrupciones provocadas por condiciones climáticas, entre otros (Hanson et al., 2022). La **Tabla 1** presenta una lista de acciones para los actores clave en esta fase de la cadena de valor de alimentos, principalmente agricultores, empresas de empaque, proveedores de almacenamiento y empresas de transporte.

Tabla 1

Acciones prioritarias por hacer en el sector privado (manipulación y almacenamiento)

Manipulación y Almacenado	
Productores primarios	• Mejorar la capacitación sobre las mejores prácticas agrícolas. Establecer centros de agregado que proporcionen opciones de almacenamiento y preservación adecuadas, como cámaras de refrigeración.
Casas de empaquetado	• Adoptar las mejores prácticas para proporcionar condiciones limpias, frías o secas requeridas para reducir las pérdidas luego de la cosecha. • Reexaminar las prácticas de manipulación y almacenamiento para reducir el daño. • Construir instalaciones cerca de las fincas para convertir los cultivos y subproductos no comercializables en productos de valor agregado.
Proveedores de almacenamiento	• Utilizar contenedores de almacenamiento que protejan contra variaciones de la temperatura, humedad y precipitaciones y la

	infestación de insectos y roedores. • Adoptar tecnologías de almacenamiento y manipulación de bajo costo que eviten el deterioro y aumenten la vida útil. • Trabajar con los usuarios y expertos de la comunidad para diseñar y producir soluciones de almacenamiento relevantes.
Proveedores de transporte y logística	• Mejorar las prácticas de manipulación durante la carga y descarga. • Utilizar innovaciones tecnológicas para mejorar el flujo de información para optimizar el movimiento de los alimentos. • Presentar o expandir cadenas de frío de eficiencia energética, limpias y bajas en carbono desde las fincas hasta los vendedores mayoristas. • Trabajar con los clientes para proporcionar herramientas de planificación y tecnologías de manipulación y almacenamiento que les ayuden a reducir las pérdidas. • Crear acceso a mercados alternativos para productos que no se pueden comercializar.

Nota. La tabla muestra algunas Acciones prioritarias por hacer en el sector privado. Adaptado de Manual de estrategias para reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos en América Latina y el Caribe por BID, 2019, Banco Interamericano de Desarrollo, (<https://publications.iadb.org/es/manual-de-estrategias-para-reducir-la-perdida-y-el-desperdicio-de-alimentos-en-america-latina-y-el>). Derechos de autor 2022 BID.

Procesamiento y empaquetado

Las PA en las etapas de procesamiento y empaquetado pueden deberse a factores como la mala gestión del inventario, previsiones inexactas, errores humanos e interrupciones en los procesos de producción. También contribuyen los residuos alimentarios no aprovechados durante los cambios en la línea de producción y los defectos en los productos o en sus empaques. La **Tabla 2** se muestra

una lista de acciones prioritarias para los actores clave en esta etapa de la cadena de valor alimentaria, principalmente fabricantes de alimentos y proveedores de empaques.

Tabla 2

Acciones prioritarias por hacer en el sector privado (procesamiento y empaquetado)

Procesamiento y empaquetado	
Procesadores y Fabricantes	• Mejorar la capacitación del personal para reducir las fallas técnicas y errores durante el procesamiento. • Rediseñar los procesos de producción y el diseño del producto para reducir los residuos durante los cambios en la línea del producto. • Presentar software y tecnologías relacionadas con la información y las comunicaciones para optimizar las operaciones.
Proveedores de empaquetado	• Inventar, diseñar, producir e incorporar opciones de empaquetado o capas que extiendan la vida útil de los productos. • Ofrecer empaquetados que se puedan volver a sellar para permitir un mayor consumo y extender el tiempo en el que el producto permanece apto para su consumo. • Proporcionar a los clientes comerciales una amplia variedad de tamaños de empaquetado para ayudar a los compradores a obtener la cantidad apropiada para sus necesidades. • Ajustar el empaquetado para que sea más sencillo para los consumidores vaciar todo el contenido.

Nota. La tabla muestra algunas Acciones prioritarias por hacer en el sector privado. Adaptado de Manual de estrategias para reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos en América Latina y el Caribe por BID, 2019, Banco Interamericano de Desarrollo,

(<https://publications.iadb.org/es/manual-de-estrategias-para-reducir-la-perdida-y-el-desperdicio-de-alimentos-en-america-latina-y-el>). Derechos de autor 2022 BID.

Distribución y comercialización

Las PA en las etapas de venta mayorista y minorista pueden generarse por factores como el mal manejo de los productos, el almacenamiento o transporte a temperaturas inadecuadas, fallos en el equipo, exceso de inventario debido a una evaluación incorrecta de la oferta y demanda o a la eliminación de alimentos no vendidos, entre otros. La **Tabla 3** ofrece una lista de acciones prioritarias para los actores clave en esta fase de la cadena de valor alimentaria, principalmente distribuidores mayoristas y minoristas de alimentos, tanto formales como informales.

Tabla 3

Acciones prioritarias por hacer en el sector privado (distribución y comercialización)

Distribución y Comercialización	
Vendedores por mayor	• Obtener capacidad para realizar mejores prácticas de manipulación y almacenamiento con el objetivo de reducir los errores que causen pérdidas de alimentos.
	• Expandir los sistemas de almacenamiento en frío durante las ventas por mayor y las logísticas con el objetivo de proteger los productos vulnerables al daño por calor.
	• Encontrar socios que utilicen los alimentos o establecer mercados en línea que faciliten la venta o donación de envíos rechazados o productos de corta duración.
	• Utilizar la línea de retorno (u otras soluciones logísticas) para permitir el retorno de contenedores de almacenamiento reutilizables o rescatar alimentos perecederos para las personas que lo necesitan.
	• Invertir en tecnologías para rastrear la temperatura y asegurar la refrigeración, optimizar las rutas, rastrear el movimiento de los

	bienes dentro y fuera de los almacenes y monitorear la pérdida y el desperdicio de alimentos.
Vendedores por menor (formales)	• Mejorar la capacitación del personal sobre el control de temperatura, la manipulación de los productos y la rotación de la mercadería. • Optimizar los sistemas de gestión del inventario (y mejorar la flexibilidad en los contratos con los proveedores) para que la previsión y las órdenes coincidan. • Revisar las especificaciones estéticas y aceptar una amplia diversidad del producto.
Vendedores por menor (informales)	• Participar en grupos o asociaciones de operadores informales para acceder a las pautas y capacitaciones sobre las mejores prácticas de la manipulación y almacenamiento de alimentos • Aprovechar el respaldo municipal para acceder a agua limpia, áreas de almacenamiento, equipamiento que mejore la seguridad de los alimentos y capacitación sobre cómo reducir la contaminación de los alimentos. • Utilizar prácticas que minimicen el daño, como manipular los productos con cuidado, apilarlos de manera apropiada, casos de marcación para rastrear el inventario y rotar la mercadería luego de un método de “primera entrada, primera salida”. • Asegurarse de que los exhibidores permitan la circulación de aire y las condiciones de temperatura apropiados para que el producto permanezca fresco. • Evitar rociar agua sucia sobre los productos (para minimizar el marchitamiento y secado) ya que estas prácticas hacen que los alimentos sean inseguros y rechazados por los compradores.

Nota. La tabla muestra algunas Acciones prioritarias por hacer en el sector privado. Adaptado de Manual de estrategias para reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos en América Latina y el Caribe por BID, 2019, Banco Interamericano de Desarrollo, (<https://publications.iadb.org/es/manual-de-estrategias-para-reducir-la-perdida-y-el-desperdicio-de-alimentos-en-america-latina-y-el>). Derechos de autor 2022 BID.

2.6 Mapeo de proceso

A continuación, se presentan los conceptos fundamentales relacionados con el mapeo de procesos.

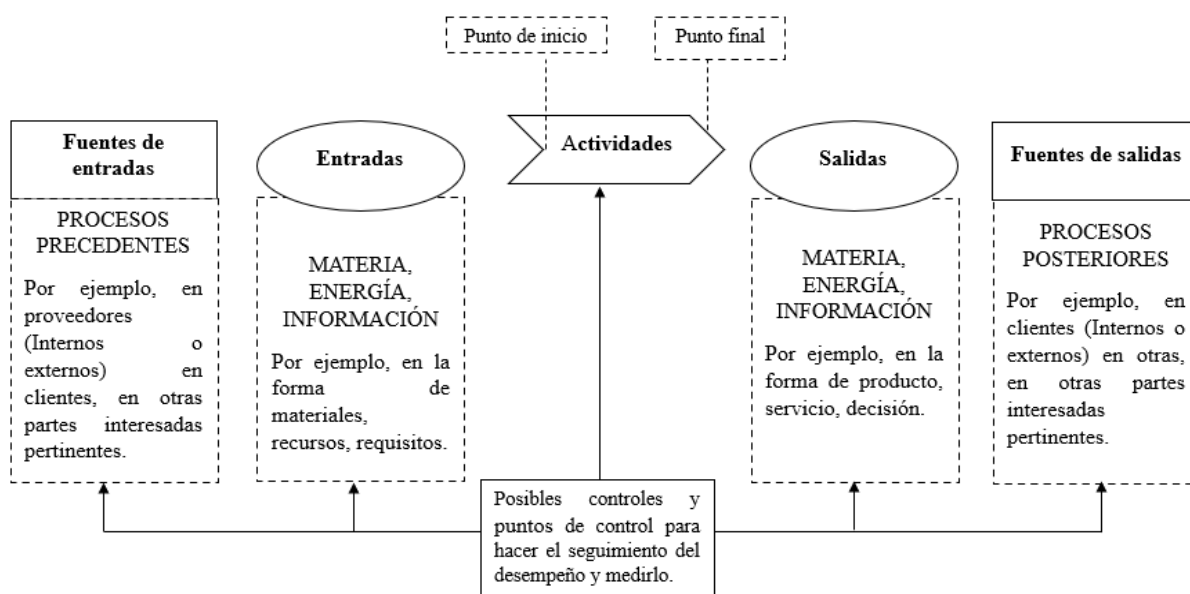
2.6.1 Proceso

Un proceso puede entenderse como un conjunto de actividades interrelacionadas, repetitivas y sistemáticamente organizadas. Estas actividades trabajan de forma conjunta para transformar las entradas en salidas o resultados, agregando valor en el proceso. El vínculo entre las actividades implica que no son independientes, sino que se enlazan secuencialmente en un ciclo que se reitera cada vez que se pone en marcha el proceso. Además, su organización sistemática conlleva que estas tareas se realizan en un orden específico para lograr resultados predecibles (Álvarez, 2017).

En la **Figura 3** se puede observar la representación esquemática de los elementos que componen el proceso.

Figura 3

Representación esquemática de los elementos de cada proceso.



Nota. De Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001:2015 [Fotografía], por Agencomex, 2015, (<https://www.forpo.gov.co/es/planeacion-gestion-y-control/control-interno-1/normatividad-2/5159-norma-iso-9001-2015/file>).

2.6.2 Mapa de proceso

"Se considera que un mapa de proceso es una ayuda visual para imaginarse el proceso donde se muestra la unión de entradas, resultados y tareas" (Nariño et al., 2009, p.1). Es una técnica muy utilizada que posibilita definir, describir, analizar y mejorar los procesos para optimizar los resultados deseados. Mediante el mapeo de procesos, se pueden identificar áreas susceptibles de mejora, como reducir la pérdida de producto durante el envasado u optimizar las etapas (Nariño et al., 2009, p.1). Existen herramientas sencillas como los diagramas de flujo o los mapas de la cadena de valor que permiten esquematizar fácilmente un proceso y brindar una estructura para emprender cualquier iniciativa orientada a la mejora de procesos (McDaniel, 2023).

2.6.3 Herramienta SIPOC

El diagrama SIPOC sirve para trazar un proceso de negocio a través de la documentación de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. No está diseñado para proporcionar demasiados detalles, sino más bien para brindar información clave sobre un proceso a los responsables de la toma de decisiones. El diagrama SIPOC es un tipo de diagrama de flujo de trabajo que se centra en quién crea y recibe materiales o datos a lo largo de un proceso de negocios (MacNeil, 2024).

2.7 Análisis de causa raíz

El Análisis Causal de Raíz (ACR) es un proceso secuencial de preguntas que proporciona un método estructurado para que las personas identifiquen y analicen la ejecución de tareas dentro de una organización, así como su cultura organizacional. Este enfoque suele utilizarse para descubrir errores latentes que podrían estar presentes en incidentes críticos. Su estructura ofrece un marco detallado y orientado al proceso. El análisis causal es una de las etapas esenciales del ciclo de mejora continua. Para realizar este análisis, es fundamental la participación de quienes están involucrados en el proceso en cuestión (Ruiz et al., 2005, p.71).

2.7.1 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado, es una técnica utilizada para identificar posibles causas de un problema central y es aplicable en la mejora de

procesos y recursos dentro de una organización. El diagrama de espina de pescado presenta los resultados insatisfactorios, o “efectos,” junto con los factores o “causas” que los originan. Dado que el diagrama incorpora múltiples variables, existen dos métodos para desarrollarlo: uno implica trabajar en grupo para generar ideas sobre el posible problema mediante lluvia de ideas, mientras que el otro consiste en identificar una idea central y, a través de las “espinas” del diagrama, identificar las causas secundarias que contribuyen al problema (Delgado et al., 2021).

2.7.2 Importancia de la determinación de la causa raíz

La identificación de las diferentes causas de las PA debería ser el primer paso para establecer esas estrategias e identificar dónde y cómo deben aplicarse (Priefer et al., 2016). Dado que las causas pueden estar interconectadas e influir entre sí, los enfoques con perspectivas holísticas de la cadena de suministro son útiles para mapear sus relaciones y guiar la selección, el diseño y la implementación de las estrategias de mitigación apropiadas. Los productos alimenticios pueden deteriorarse y desecharse en todas las etapas de la cadena de suministro de alimentos (CSA), mientras son transportados, enfriados, procesados, comercializados, tratados y envasados. Por lo tanto, es necesario un análisis centrado en las diferentes etapas de la CSA para comprender completamente por qué se desechan los productos alimenticios y qué se puede hacer para evitarlo (Martínez et al., 2014, p.284)

2.7.3 Principales causas que contribuyen a las pérdidas de alimentos

Según Hanson et al (2022) en su informe “Food Loss and Waste Account and Reporting Standard” presenta las siguientes causas de pérdidas de alimentos que se producen en la agrocadena:

- Producción:

Las pérdidas de alimentos en la etapa de cosecha pueden deberse a diversos factores, tales como daños ocasionados durante la misma recolección, fallas en los métodos de cosecha que impiden aprovechar toda la producción disponible, altos costos de producción (p.ej. mano de obra) en comparación con los precios de mercado, y falta de un mercado económicamente viable para los excedentes alimentarios (p.ej. productos que no cumplen los estándares estéticos o sobrantes por cancelación de pedidos), entre otros (Hanson et al., 2022).

- Manipulación y almacenamiento:

El desperdicio de alimentos durante las etapas de manipulación y almacenamiento puede ocurrir por múltiples causas, incluyendo manejo descuidado, plagas, control inadecuado de calor y humedad durante el almacenaje, vibración de vehículos en rutas en mal estado, falta de infraestructura para la cadena de frío, demoras en cruces fronterizos y alteraciones climáticas, entre otros factores (Hanson et al., 2022).

- Procesamiento y empaque:

La pérdida de alimentos en el procesamiento y empaque puede derivar de causas como manejo inapropiado de inventarios, previsiones de demanda imprecisas, errores humanos e interrupciones durante el procesado, desechos de productos no utilizados al cambiar de línea, y defectos en el producto o en el envase (Hanson et al., 2022) .

2.8 Cuantificación de las pérdidas de alimentos

Saber cuánta pérdida de alimentos se genera constituye un primer paso para apoyar marcos operativos para su reducción (Corrado y Sala, 2018). No solo es necesaria información detallada sobre el volumen de la pérdida de alimentos, sino también sobre qué tipos de alimentos se pierden, dónde y por qué (Spang et al., 2019). Sin embargo, dichos datos no están fácilmente disponibles y requieren marcos específicos para su recopilación y procesamiento. Según Berarado et al (2022, p.13) la cuantificación de pérdidas de alimentos es propensa a una serie de interpretaciones metodológicas subjetivas que podrían conducir a su sobreestimación o subestimación.

2.8.1 Factores que afectan la cuantificación de las pérdidas reales

- Estimaciones parciales

Suelen darse en empresas integradas verticalmente, que limitan sus estimaciones a un solo eslabón de la cadena más precisamente, a la etapa de procesamiento donde las mediciones son más frecuentes. También ocurre en compañías que producen más de un alimento, pues solo incluyen en el cálculo las pérdidas del producto más relevante de su oferta (Berardo et al., 2022, p.13). Al centrarse en un único producto o proceso, se puede pasar por alto información valiosa sobre pérdidas en otras partes de la cadena, esto puede provocar una subestimación de la magnitud real de las pérdidas. Además de limitar las estrategias de reducción de pérdidas ya que no se está considerando completamente el panorama (García, 2024).

- Pérdidas ocultas

Son efectivamente pérdidas de alimentos aptos para consumo, pero que el productor no percibe como tales porque son mermas de productos accesorios al principal y, por tanto, no se dimensionan. Por ejemplo, en frutihorticultura no se contabilizan las cáscaras, ya que las estimaciones se realizan una vez separadas (Berardo et al., 2022, p.13). Este tipo de enfoque puede subestimar la cantidad de alimentos que se pierden y limitan oportunidades de implementar prácticas de aprovechamiento, ya que por productos secundarios no se están gestionando no contabilizando formalmente en la empresa (Goodwin, 2023).

- Aspectos de percepción

Se identificaron ciertas inconsistencias entre las respuestas aportadas por las propias empresas. Hay casos que perciben como “muy bajas” las cantidades de pérdidas generadas en su proceso, pero luego indican una estimación de pérdidas del 20% de su producción. Otros lo perciben como “alto” y luego estiman pérdidas de alrededor de un 5% de la producción. La comparación con otras empresas del sector o con la situación de la misma empresa en el pasado (por ejemplo, antes de realizar mejoras en sus procesos) puede explicar estas percepciones, en algunos casos reforzadas por una connotación negativa de la problemática (Berardo et al., 2022, p.13). Esas percepciones subjetivas pueden influir la manera en que las empresas cuantifican y registran las pérdidas, afectando la precisión y la comparación de la información (García, 2023).

2.8.2 Ejemplos de los costos y beneficios asociados a la cuantificación y reducción de las pérdidas de alimentos

Aunque cuantificar inicialmente las pérdidas de alimentos e implementar un programa para reducirlas puede implicar costos iniciales, esto se traduce en un flujo constante de beneficios económicos durante años con solo una inversión continua mínima. Cuando las empresas comienzan a medir las mermas, suelen buscar obtener retornos rápidos. En muchos casos, un conjunto de soluciones sencillas puede reducir de forma expedita y sustancial las pérdidas de alimentos y sus costos asociados. Además de las ventajas económicas, disminuir las pérdidas de alimentos puede coadyuvar al logro de objetivos corporativos ambientales y de responsabilidad social; mejorar la imagen de la empresa; y fortalecer los vínculos con los actores clave (CCA, 2021).

En **Tabla 4** se muestra una lista ilustrativa de los costos y beneficios asociados con la medición de la PDA.

Tabla 4

Ejemplos de los costos y beneficios asociados con la cuantificación y la reducción de la pérdida de alimentos.

Costos	Beneficios
Medición de la pérdida y el desperdicio de alimentos e identificación de puntos críticos.	Mayor eficiencia operativa.
Gastos por concepto de consultoría y capacitación de personal.	Menores costos de operación (incluidos los de adquisición, energía y mano de obra).
Adquisición de equipo nuevo o reparación del disponible.	Ingresos adicionales por alimentos que anteriormente no se vendían.
Cambios en las prácticas de compra o gestión de inventarios.	Menores costos por concepto de recolección y gestión de residuos.
Modificación de procedimientos diarios de operación empresarial.	

Nota. La tabla muestra algunos de los principales ejemplos de los costos y beneficios asociados con la cuantificación y la reducción de la pérdida de alimentos. Adaptado de “Por qué y cómo cuantificar la pérdida y el desperdicio de alimentos” por CCA, 2019, Comisión para la Cooperación Ambiental, p.72 (<http://www.cec.org/files/documents/publications/11814-why-and-how-measure-food-loss-and-waste-practical-guide-es.pdf>). Derechos de autor 2019 Comisión para la Cooperación Ambiental.

2.9 Monitoreo

El monitoreo se define según González (2011) como un seguimiento sistemático y regular de la implementación de una actividad tiene como objetivo evaluar hasta qué punto su resultado se

alinea con lo planificado, permitiendo identificar con anticipación deficiencias, obstáculos o necesidades de ajuste en su ejecución.

2.9.1 Importancia del monitoreo

Monitorear las pérdidas en el entorno de producción de alimentos es fundamental para mejorar la eficiencia productiva. Los programas de monitoreo permiten evaluar la efectividad de los controles preventivos y operativos que se realicen en las plantas procesadoras de alimentos (Crandall et al., 2023). La mayoría de las empresas recurren a diversas fuentes de datos y métodos. En algunos casos, ya existen datos sobre la cantidad de pérdidas, por ejemplo, cuando estos están separados de otros flujos de materiales. En otros casos, una empresa podría estimar la pérdida utilizando datos de almacenamiento, expedientes, y otras fuentes que le permiten comparar la cantidad de alimentos adquiridos o generados con la cantidad vendida la diferencia sería la PDA. Las empresas también pueden identificar fuentes de datos existentes al rastrear la generación de PDA e identificar su destino a través de recibos de recolección de residuos u otros datos (Hanson et al., 2022).

2.9.2 Tableros de control

El tablero de control es una herramienta cuyo principal objetivo es presentar el estado actual de uno o varios elementos de medición (indicadores, planes, estrategias, iniciativas) de la gestión de una compañía, surgiendo de la necesidad de contar con herramientas que apoyen los procesos de gestión y toma de decisiones. Para lograr el cometido de suministrar información confiable, los tableros de control deben cumplir ciertas características: ser visualmente claros, permitir realizar gráficos y análisis a partir de los datos, incluir semáforos de cumplimiento que sean comprensibles para el equipo de trabajo y faciliten la toma de decisiones, ser integrales al contener datos de diferentes áreas, y tener la capacidad de integrar y presentar los datos provenientes de los diversos sistemas de medición de la organización (Orozco, 2020).

Las empresas pueden implementar tableros de control o cuadros de mando como herramientas visuales para monitorear y gestionar las pérdidas de alimentos a lo largo de sus procesos. Estos tableros muestran de manera centralizada y accesible los principales indicadores y métricas claves relacionadas con las pérdidas, permitiendo identificar áreas problemáticas, definir objetivos de reducción y realizar un seguimiento continuo del desempeño. La visualización de datos facilita la toma de decisiones oportunas para prevenir y mitigar las pérdidas en las distintas etapas de la

cadena de suministro alimentaria. Los tableros de control brindan una visión integral y en tiempo real del estado de las pérdidas, posibilitando una gestión más efectiva y medidas correctivas rápidas cuando se detectan desviaciones (Orozco, 2020).

La FAO (FAO, 2022) presentó un tablero operativo de mermas y sostenibilidad de alimentos, una herramienta colaborativa público-privada que aborda las pérdidas y desperdicios de alimentos en el comercio minorista de supermercados y la industria alimentaria. Este tablero, desarrollado en el marco del Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos, permitió estimar el desperdicio a partir de la información proporcionada por las empresas participantes, ofreciendo valores en toneladas, porcentaje de desperdicio o valor monetario local.

2.10 Diseño del programa de prevención y reducción de pérdidas de alimentos

A continuación, se presentan los conceptos fundamentales relacionados con diseño de un programa de prevención y reducción de pérdidas de alimentos.

2.10.1 Plan de prevención y reducción

El plan de prevención y reducción de pérdidas es una lista de acciones que una empresa se propone llevar a cabo para evitar y minimizar las pérdidas generadas por su actividad. La empresa crea un documento en el que define concretamente las medidas que tomará para prevenir y reducir las pérdidas que produce. El plan permite reflexionar sobre el impacto de las acciones de cada empresa, tanto dentro como fuera de sus instalaciones o explotaciones, y además sirve para dar visibilidad a esas acciones a otros actores de la cadena alimentaria (Phenix, 2024).

El objetivo principal de un plan de pérdidas alimentarias es minimizar la cantidad de alimentos que se descartan y se convierten en pérdidas, tanto a nivel de producción, procesamiento, distribución, como en los puntos de venta y consumo final (Phenix, 2024).

2.10.2 Cómo se crea un plan de prevención y reducción

Según Alisios Consultores (2024) un plan típico para reducir la pérdida alimentaria suele incluir las siguientes acciones:

Medición y monitoreo: Recopilar datos sobre la cantidad y tipos de alimentos que se desaprovechan en las diferentes etapas de producción y distribución.

Análisis y diagnóstico: Identificar las principales causas y puntos críticos de desperdicio a lo largo de la cadena de suministro de la empresa.

Establecer metas: Definir objetivos cuantificables para reducir el volumen, peso o porcentaje de alimentos desaprovechados.

Optimizar procesos: Implementar prácticas que prevengan el despilfarro, como mejorar la planificación de producción, gestión de inventarios, capacitación del personal, adoptar tecnologías de conservación de alimentos, etc.

Donación de excedentes: Colaborar con bancos de alimentos u ONGs para donar los productos alimenticios aptos pero excedentes.

Educación y concientización: Promover la sensibilización sobre la importancia de reducir el desperdicio entre el personal, proveedores y consumidores.

Monitoreo y evaluación: Hacer seguimiento continuo de las acciones, medir resultados y ajustar lo necesario para una mejora constante en la reducción del despilfarro.

2.10.3 Beneficios al elaborar un plan de prevención y reducción de pérdidas de alimentos

Mejora de la Eficiencia Operativa

Implementar prácticas y procesos que prevengan las pérdidas y el desperdicio de alimentos puede aumentar la eficiencia en la cadena de suministro y en las operaciones de una organización. Esto abarca una mejor planificación de la producción, una gestión adecuada de inventarios, la optimización de la logística y la reducción de tiempos de espera y almacenamiento (AlisiosConsultores, 2024).

Reducción de Costos

Al identificar y abordar las áreas donde ocurre el desperdicio de alimentos, las empresas pueden lograr ahorros significativos. Esto se debe a la evitación de compras y producciones innecesarias de alimentos, la disminución de los costos asociados con la eliminación de residuos y la optimización de la gestión de inventarios (AlisiosConsultores, 2024).

Responsabilidad Social y Sostenibilidad

Desarrollar un plan para prevenir la pérdida de alimentos muestra el compromiso de la empresa con la responsabilidad social y la sostenibilidad. Reducir el desperdicio de alimentos ayuda a

conservar los recursos naturales utilizados en su producción y evita la emisión de gases de efecto invernadero que se generan cuando los alimentos se descomponen en los vertederos (AlisiosConsultores, 2024).

Mejora de la Imagen de la Marca

Las empresas y organizaciones que se dedican a reducir las pérdidas de alimentos pueden mejorar su reputación y la percepción de su marca. Esto es particularmente importante para los consumidores y clientes que valoran la sostenibilidad, la responsabilidad social y el compromiso con la lucha contra el hambre y la malnutrición (AlisiosConsultores, 2024).

Oportunidades de Colaboración

Crear un plan para la prevención de pérdidas alimentarias puede abrir puertas a colaboraciones con organizaciones benéficas, bancos de alimentos y otras entidades dedicadas a la redistribución de alimentos. Estas asociaciones pueden generar beneficios adicionales, como la donación de excedentes alimentarios a comunidades necesitadas (AlisiosConsultores, 2024).

Cumplimiento de Regulaciones y Requisitos

En algunos casos, existen regulaciones y requisitos legales o comerciales relacionados con la gestión del desperdicio de alimentos. Elaborar un plan para la prevención y reducción de pérdidas alimentarias puede ayudar a cumplir con estas regulaciones y mantenerse al día con las mejores prácticas del sector (AlisiosConsultores, 2024).

Capítulo III. Metodología

3.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación fue diseñada bajo el planteamiento metodológico del enfoque cualitativo complementado con el análisis de datos susceptibles a medición. Su enfoque principal se basó en la comprensión de las pérdidas de alimentos que se generaron en los procesos de producción de cuatro vegetales distintos.

Este enfoque permitió analizar atributos como la identificación de los principales tipos de daños o deterioro, la evaluación de diferentes características de calidad, causas de las no conformidades, el funcionamiento del proceso productivo y sus componentes como proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes, además se comprendió los métodos empleados, las condiciones del medio ambiente, el uso de materiales, maquinaria y mano de obra. Con estos atributos se identificaron patrones, causas y efectos desde una perspectiva contextual y descriptiva.

Sin embargo, se complementó con el análisis de datos susceptibles a medición para evaluar variables clave como la pérdida de peso total, el peso inicial y final de los productos y la tasa de pérdida de alimentos. Estas mediciones y el uso de visualizaciones como gráficos y tablas que proporcionaron un panorama más profundo. El análisis se reforzó mediante herramientas como filtros y segmentadores, paneles de datos e indicadores clave, lo que facilitó la interpretación de resultados.

3.2 Tipo de investigación

El presente estudio, fue de tipo descriptivo, se enfocó en analizar las pérdidas de alimentos en la línea de productos procesados de la empresa Vegetales La Huerta S.A., abordó cuatro objetivos específicos: identificar etapas críticas, cuantificar las pérdidas, determinar sus causas y elaborar una herramienta de monitoreo.

Primeramente, se identificó las etapas críticas donde se generaron las mayores pérdidas, se realizó un mapeo detallado del flujo de procesos utilizando el diagrama SIPOC. Esta herramienta permitió visualizar las diferentes etapas desde la recepción de los vegetales hasta su empaque. Además, se llevó a cabo distintas observaciones directas en las instalaciones de la planta, donde se documentaron los puntos críticos de pérdida.

Para cuantificar las pérdidas, se diseñó un formato de registro que permitió documentarlos pesos de las pérdidas. Este formato incluyó categorías específicas como daño mecánico, fisiológico y patológico como también una evaluación sobre cumplimiento de estándares de calidad. Se recolectó los datos que luego fueron analizados mediante cálculos de porcentajes.

Con el fin de determinar las causas subyacentes de las pérdidas, se realizó entrevistas semiestructuradas con el personal de la empresa. Con estas entrevistas se recolecto las percepciones sobre los factores que contribuyen a las pérdidas. Asimismo, se utilizaron herramientas como el diagrama de Ishikawa para identificar las causas raíz.

Por último, se diseñó una herramienta de monitoreo ajustada a las condiciones y capacidades de la empresa. Esta herramienta, se elaboró en formato dashboard, lo que permitió registrar de manera sencilla los peso, los tipos de daño o deterioro, tasa de perdida, etc. Para asegurar su funcionalidad, se realizó un manual sencillo y un video tutorial de uso. La herramienta resultante facilitó el monitoreo continuo y ayuda a identificar patrones de pérdida, proporcionando datos clave para la toma de decisiones.

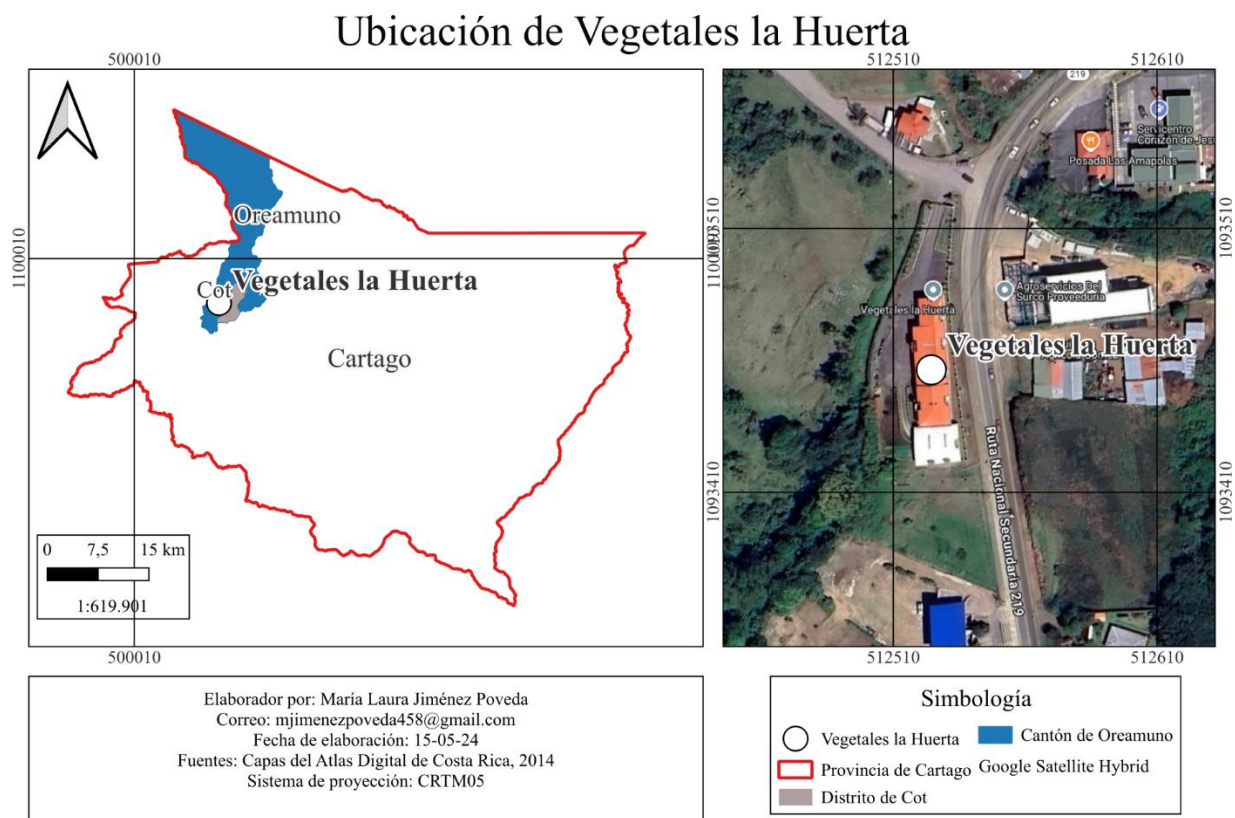
3.3 Marco espacial y temporal

La investigación se realizó en la empresa Vegetales la Huerta S.A, localizada en el distrito de Cot del cantón Oreamuno, en la provincia de Cartago. Esta empresa se sitúa en un área que se ha convertido en un centro de actividad comercial, particularmente agroindustrial. En este lugar se encuentran las plantas de procesamiento de diversas compañías independientes.

El proyecto se llevó a cabo durante el segundo semestre del año 2024. En este período se realizaron las diferentes actividades planificadas en el cronograma, tales como visitas a la empresa, mapeo de los procesos, investigación de las causas, cuantificación de pérdidas, análisis de datos y la elaboración de la propuesta de un programa de prevención y reducción de pérdidas de alimentos que se le presentó a la empresa.

Figura 4

Imagen georreferenciada de la empresa Vegetales la Huerta



Nota. De Ubicación Vegetales la Huerta S.A QGIS [Fotografía], por Jiménez, 2024, (<https://www.qgis.org/es/site/>).

3.4 Sujetos de información

En la **Tabla 5** se muestran los sujetos de información sobre los cuales se recolectó y analizó la información para responder a la pregunta de investigación.

Tabla 5

Sujetos de información necesarios para llevar a cabo los objetivos en la empresa Vegetales la Huerta S.A.

Sujetos	Descripción	Cantidad
Gerente General	Encargada de la toma de decisiones sobre el proceso productivo.	1
Encargada de Planta	Responsable de supervisar las líneas de producción.	1
Empleados de proceso	Trabajadores que realizan la transformación de los mínimamente procesados.	4
Empleados de planta	Trabajadores que operan en la distribución de los productos enteros.	3
Proveedores	Encargados de abastecer la materia prima.	8

3.5 Fuentes de información

Las fuentes de información que se utilizaron se muestran a continuación:

Fuentes Primarias

- Entrevistas

Se realizaron entrevistas a profundidad con personal de las distintas áreas de la empresa Vegetales la Huerta S.A. El recolectar la información permitió conocer de forma detallada las prácticas que podrían estar contribuyendo a las pérdidas de alimentos, así como identificar puntos críticos en

donde se generaban mayores cantidades y además explorar posibles soluciones desde la perspectiva de quienes estaban directamente involucrados en el proceso.

- Cuestionarios

Se realizaron cuestionarios para la recopilación de datos tanto cualitativos como mediciones sobre las pérdidas de alimentos. Estos cuestionarios incluyeron preguntas abiertas para obtener opiniones y sugerencias del personal y preguntas cerradas que permitieron identificar la magnitud de las pérdidas en diferentes etapas del proceso productivo.

- Observaciones Directas

Se realizó un seguimiento de los procesos en la planta para observar directamente los momentos y las circunstancias en que ocurrieron las pérdidas de alimentos. La observación directa permitió identificar, de manera precisa, los puntos en los que se generaban pérdidas, evaluando factores como la manipulación, las condiciones y las prácticas de manejo.

Fuentes Secundarias

- Artículos Académicos

Se utilizaron artículos académicos que mostraban estudios detallados sobre las causas y consecuencias de las pérdidas a lo largo de la cadena de suministro. Además, estos artículos también mostraron estudios comparativos entre diferentes métodos de producción y distribución, proporcionando un marco para implementar mejoras en la empresa. La búsqueda de los artículos se realizó bases de datos como Scopus, Science Direct, Scielo, Google Académico entre otras.

- Informes Técnicos

Se utilizaron informes técnicos elaborados por instituciones, organizaciones no gubernamentales o empresas que analizan temas específicos, relacionados las pérdidas y desperdicio de alimentos tanto a nivel nacional como internacional. Estos informes proporcionaron datos actualizados y específicos del sector.

- Tesis o trabajos académicos

Se revisaron tesis o trabajos académicos realizados por estudiantes que abordaran temas similares al estudiado en esta investigación. Estos documentos ofrecieron revisiones exhaustivas de la literatura, así como metodologías probadas, hallazgos relevantes sobre la reducción de pérdidas en la cadena de suministro de alimentos, estudios de caso comparables, y datos específicos útiles para este estudio.

3.6 Atributos o categorías de análisis

Para analizar las pérdidas de alimentos en la empresa Vegetales La Huerta S.A., se definieron atributos que permitieron estructurar el estudio.

Tabla 6

Tabla de atributos y mediciones

OBJETIVO ESPECÍFICO	ATRIBUTO	MEDICIONES	ANÁLISIS DE DATOS	INDICADOR/ UNIDAD
Identificar las etapas críticas dónde se generan las pérdidas en el proceso de producción mediante un mapeo detallado del flujo de proceso.	Proveedores. Entradas. Proceso. Salidas. Clientes.		Por medio de un diagrama SIPOC se detalló cada etapa del proceso, se incluyó proveedores, entradas procesos, salidas y clientes, para ello se utilizó el programa Lucichart para hacer el diagrama general. Con la persona encargada del proceso de producción se validó y revisó el SIPOC realizado.	Diagrama SIPOC. Flujo de proceso. Etapas Críticas en dónde se generan las pérdidas.
Cuantificar las pérdidas por medio un método de medición y registro de mermas.		Pérdida de peso total. Peso inicial. Peso final.	Los datos recopilados se transfirieron a una hoja de cálculo de Excel para llevar los registros de manera digital.	Cantidad de pérdidas de alimentos. En kg, unidades y porcentaje.

		Tasa de pérdida de alimentos.		
Determinar las causas subyacentes de las pérdidas para la prevención y su recurrencia en la planta agroindustrial de Vegetales la Huerta S.A.	Mano de obra. Métodos. Materiales. Maquinaria. Mediciones. Medio ambiente.		Se utilizó la herramienta del diagrama de Ishikawa en donde se desglosaron y analizaron las causas raíz, utilizando ramas secundarias y terciarias, además, se comprendieron las relaciones entre causa y efecto. Una vez se identificaron todas las posibles causas, se analizó cuáles son las causas raíz o causas fundamentales del problema. Estas son las causas que, al ser abordadas, tendrán el mayor impacto en la resolución del problema.	Causas subyacentes y su recurrencia.
Elaborar una herramienta de monitoreo de las pérdidas generadas en la empresa Vegetales la Huerta S.A para el ajuste de la estrategia según sea necesario.	Visualizaciones (gráficos, mapas, tablas, matrices, tarjetas y KPI). Filtros y segmentadores (slicers). Paneles e indicadores de datos. Texto y objetos multimedia.		Se analizaron visualizaciones relevantes para el monitoreo de pérdidas de alimentos por medio de la herramienta Power BI, se incluyeron gráficos de barras, gráficos de líneas, tarjetas, etc. Se utilizaron distintos tipos de visualizaciones para representar diferentes aspectos de las mediciones, como la cantidad de pérdidas, por tipo de producto, etc. Las visualizaciones fueron personalizadas ajustando los colores, títulos, ejes y leyendas según fue necesario.	Tablero de control y monitoreo.

3.7 Herramientas

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se utilizaron las siguientes herramientas:

Mediante la herramienta Lucidchart se elaboró el diagrama SIPOC permitiendo el mapeo de los procesos y mostrando una visión general del flujo en la empresa. Se identificaron los proveedores que suministran las entradas necesarias, el flujo de proceso, las salidas resultantes, y los clientes que reciben esas salidas.

Para la cuantificación se utilizó la herramienta 4S (Screening, Survey, Sampling, Synthesis) esta metodología estructurada permitió la cuantificación y análisis de pérdidas que se estaban produciendo en la empresa. Comenzando con una revisión preliminar para identificar posibles áreas de pérdida a través de información secundaria y entrevistas con expertos. Luego, se realizó un sondeo que incluye observaciones directas y entrevistas en la empresa para identificar detalles cualitativos y mediciones de las pérdidas. El muestreo se lleva a cabo para medir pérdidas específicas. Finalmente, la síntesis se enfocó en identificar las causas subyacentes de las pérdidas y desarrollar estrategias para su reducción. Cada uno de estos pasos fue documentado en mediante las herramientas de Microsoft como lo fueron Word y Excel.

Otra de las herramientas utilizadas fue el diagrama de Ishikawa realizado en Lucidchart, esta herramienta permitió analizar y visualizar las causas del problema. Se estructuraron en varias ramas que representan las categorías principales de causas. Esta herramienta fue útil para identificar las causas raíz de las pérdidas de alimentos en el proceso.

La herramienta Power BI permitió la visualización de datos mediante el tablero de control para que con ello se pudiera monitorear y analizar la información. En el contexto del monitoreo de pérdidas de alimentos, Power BI se utilizó para integrar datos de diferentes fuentes (como hojas de cálculo y bases de datos), y transformarlos en visualizaciones claras y comprensibles. Los gráficos de barras, líneas, tablas y otros elementos visuales ayudaron a identificar tendencias, comparar variables y tomar decisiones informadas.

3.8 Sistematización de objetivos

Para la realización de esta investigación se siguió una metodología rigurosa y sistemática para abordar los objetivos planteados.

- **Identificar las etapas críticas dónde se generan las pérdidas en el proceso de producción mediante un mapeo detallado del flujo de proceso.**

El primer objetivo se realizó mediante la herramienta SIPOC, la cual fue utilizada para mapear y analizar los procesos. El enfoque SIPOC, desde el contexto de las pérdidas de alimentos, permitió comprender de manera integral las etapas críticas donde se producían las mayores pérdidas, lo que facilitó la identificación de oportunidades de mejora para reducirlas (Caeleigh, 2024).

La metodología para la realización del diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers) fue una adaptación de las propuestas de Morga y Brenig (2012, p.85) y Universidad de Illinois (2016). Sin embargo, para obtener una representación precisa y detallada del proceso, fue fundamental complementar esta metodología con la recopilación de información a través de técnicas como entrevistas a profundidad y observaciones directas.

1. Se definió el proceso a analizar, identificando y delimitando claramente el proceso que se deseaba mapear y analizar, debido a la importancia de comprender con claridad el alcance y los límites del proceso.
2. Se identificaron los proveedores (suppliers) con el objetivo de determinar quiénes o qué entidades proporcionaban las entradas (inputs) necesarias para iniciar el proceso. Estos podían ser departamentos internos, proveedores externos, clientes, etc.
3. Se identificaron las entradas (inputs), enumerando todos los recursos, materiales, información o requisitos necesarios para llevar a cabo el proceso. Estas entradas podían ser físicas, digitales o intangibles.
4. Se describió detalladamente el proceso (process), especificando las actividades, tareas y pasos realizados dentro del proceso. Esto se realizó mediante diagramas de flujo, una de las herramientas clave para el mapeo de procesos.
5. Se identificaron las salidas (outputs) para determinar los productos, servicios, información o resultados generados al final del proceso, que constituían el objetivo final.

6. Se identificaron los clientes (customers) para definir quiénes o qué entidades recibían las salidas del proceso. Estos podían ser clientes internos (otros departamentos), clientes externos, proveedores, etc.
 7. Se diseñó el diagrama utilizando la herramienta Lucidchart, donde se colocaron cada una de las secciones que componían el diagrama SIPOC.
 8. Con la persona encargada del proceso de producción, se validó y revisó el SIPOC una vez completados los pasos anteriores.
 9. Finalmente, se analizó el diagrama SIPOC para observar de manera más completa el proceso, identificar áreas de mejora donde se producían pérdidas, evaluar el flujo de trabajo y hacer cambios si era necesario.
- **Cuantificar las pérdidas producidas en la empresa por medio un método de medición y registro.**

Para realizar la cuantificación de pérdidas se utilizó la metodología mostrada por la FAO y la iniciativa Global Save Food (2015, p.1) y artículos donde se utilizó una metodología similar (Campos et al., 2021).

Enfoque de las 4S

1. Revisión preliminar de Pérdidas de Alimento (Screening).

Este método consistió en revisar información secundaria y procedente de expertos a través de comunicaciones con ellos. Ayudó a comprender las pérdidas desde un punto de vista cualitativo y proporcionó indicadores respecto a la evaluación total de las pérdidas. Facilitó una vista general de la empresa y, consecuentemente, permitió elegir los productos de las líneas a seleccionar para la aplicación posterior de los métodos de Sondeo y Muestreo. Finalmente, esta Revisión Preliminar pre-identificó los Puntos Críticos de Pérdida (PCP) en los procesos, donde se enfocaron el Sondeo y el Muestreo.

1.1 Revisión de información secundaria y entrevistas a informantes clave (expertos)

Los datos de fuentes secundarias y otra información proveniente de documentación y expertos incluyeron fuentes como instituciones locales (departamentos de ciencias de los alimentos, ministerio de agricultura, estadísticas nacionales, instituciones de investigación), para adquirir

investigaciones realizadas en el pasado, organizaciones no gubernamentales, organizaciones internacionales, proyectos en ejecución, medios de comunicación e internet.

1.2 Selección de los productos que componen las líneas

Los productos se seleccionaron de acuerdo con la siguiente clasificación A, B, C:

Categoría A: Productos de Alta Pérdida

- Representan aproximadamente el 20% de los productos, pero el 80% de las pérdidas.

Categoría B: Productos de Media Pérdida

- Representan alrededor del 30% de los productos y contribuyen al 15% de las pérdidas.

Categoría C: Productos de Baja Pérdida

- Constituyen el 50% restante de los productos y el 5% de las pérdidas.

1.3 Caracterización de las pérdidas en CSA seleccionadas- Puntos Críticos de Pérdida (PCP).

Los PCP fueron aquellos puntos del flujo de proceso donde las pérdidas de alimento tenían la mayor magnitud. El estudio se centró en aquellos PCPs donde también existía factibilidad de realizar una buena evaluación. Con este enfoque, el impacto de las posibles soluciones fue mayor. Para esto se utilizó el diagrama de flujo que se realizó previamente en el objetivo 1.

1.4 Revisión Preliminar de pérdidas en los procesos

La información se recolectó de fuentes secundarias y entrevistas con expertos.

2. Sondeo de evaluación de Pérdidas de Alimentos (Survey).

Las observaciones de la fase de sondeo se llevaron a cabo en la empresa, y se realizaron entrevistas a la gerente general, encargada de producción y operarios. Este método se basó mucho en la evaluación interna. Se fue sensible y detallado a la hora de aplicar este método del estudio y las entrevistas, de manera que permitió identificar más claramente la información a diferencia de lo hallado en la fase de revisión preliminar. Fue muy importante, con la autorización debida, mirar en los alrededores y hacer observaciones.

2.1 Observaciones y variables de las pérdidas de alimentos

Para esto, se realizó esta lista de comprobación para guiar el proceso de observación, esta se puede visualizar en el **Apéndice 2**.

2.2 Variables de riesgo de las pérdidas de alimento

Se identificaron las variables potenciales de riesgo durante el estudio sobre pérdidas de alimentos en Vegetales La Huerta S.A., se consideraron factores que impactan las pérdidas en los productos seleccionados.

3. Seguimiento de lotes y Método de Muestreo (Sampling)

El seguimiento de los lotes (SL) se usó para medir pérdidas específicas. Típicamente, se usó para medir pérdidas durante el procesamiento, respaldándose en las pérdidas físicas y de calidad, antes y después de cada uno de esos eventos o de varios de ellos. En el seguimiento de lotes se realizó la medición.

3.1 Reportes y datos de la Revisión Preliminar y Sondeo

Los hallazgos que se obtuvieron permitieron identificar las pérdidas que prioritariamente serán investigadas en la fase de SL. En esos hallazgos se identificaron dónde se dan esas pérdidas y quiénes son afectados por ellas, por lo tanto, deberían involucrarse.

3.2 Selección del “lote”

Se entendió por lote una cantidad específica de producto, que puede ser seguida en su paso por la empresa y a partir del cual pueden medirse los cambios en peso y calidad.

3.3 Unidad de medida o unidad experimental

Fueron las unidades muestreadas o tomadas de cada lote estas se midieron en kilogramos que es la medida utilizada por la empresa.

3.4 Muestreo

Usualmente se realizó una fase de muestreo para generar una unidad medible. En todos los casos, se midió el peso de la unidad.

Para cada lote, se calculó la diferencia entre el peso inicial y el peso final. Esta diferencia representó la pérdida de peso directa.

Luego se calculó el promedio de pérdida de peso de todas las unidades de muestra y se expresó como un porcentaje del peso inicial total. Este valor representó la tasa de pérdida de alimentos para el producto.

3.5 Repeticiones

Fue requerido replicar el seguimiento de lotes varias veces. Como guía general la metodología indica que podrían hacerse tres repeticiones.

3.6 Resultados de las mediciones

Los datos del SL se analizaron mediante el uso de herramientas estadísticas que facilitaron el proceso de análisis de datos. Lo más común fue el uso de promedios. Los resultados pudieron ser presentados en una tabla. Además, se realizaron métodos gráficos para visualizar los resultados del SL, como la presentación de promedios y totales, y luego se utilizaron esos datos para generar gráficos de barras o líneas. Los histogramas también fueron útiles para examinar la distribución de una respuesta.

3.6 Análisis cualitativo

El análisis cualitativo se ejecutó al producto que ya se consideraba perdido o que había sido rechazado, determinando la razón de dicho rechazo (o de deterioro). Para ello, el primer paso fue la determinación de la calidad sensorial general del producto (usualmente de forma visual). Se utilizó una escala de 5 puntos para evaluar la calidad del producto, donde cero era completamente inapropiado para consumo y 5 indicaba que estaba en condición perfecta. Posteriormente, se hizo una tabla para cada producto evaluado.

4. Búsqueda de soluciones (Synthesis).

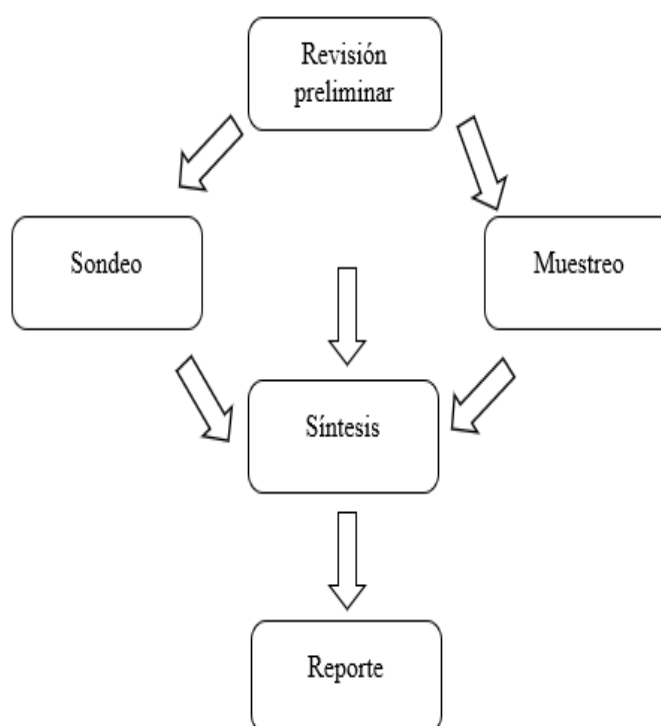
4.1 Causas de pérdida de alimentos

Se recurrió a procesos de verificación e identificación de las causas de pérdida de alimentos, siguiendo los siguientes pasos:

- a) La evaluación de pérdidas de alimento ha revelado que un lote de productos se ha perdido o es de baja calidad.
 - b) Identificar y describir los síntomas que llevaron a esa pérdida.
 - c) Verificar las causas alternas consultando a expertos y en la literatura, y mediante investigación de campo.
 - d) Identificar la causa real de la pérdida en calidad y consecuentemente de la pérdida de alimento.
 - e) Detectar las razones subyacentes de la causa (por qué el problema no ha sido resuelto aún).
10. Una vez finalizado el proceso de cuantificación de pérdidas de alimentos, se procedió a registrar y documentar cuidadosamente todos los datos obtenidos.
11. Los datos recopilados se transfirieron a una hoja de cálculo de Excel para llevar los registros de manera digital.

Figura 5

Métodos 4S



Nota. De Evaluación de Pérdida de Alimentos: Causas y Soluciones [Fotografía], por FAO, 2015.

- **Determinar las causas subyacentes de las pérdidas para la prevención y su recurrencia en la planta agroindustrial de Vegetales la Huerta S.A.**

Para construir un diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa-efecto o diagrama de espina de pescado se utilizó la metodología de (Kaoru Ishikawa, 1989, p.252).

1. Como primer paso, se identificó el problema o efecto, definiendo claramente la característica o efecto que se deseaba analizar. Este se colocó en el extremo derecho de la línea horizontal principal.
2. Se identificaron las ramas principales o causas generales que podrían haber estado contribuyendo al problema. Estas se representaron como líneas oblicuas que se extendieron desde la línea horizontal principal. Algunas de las categorías comunes fueron: Mano de obra, Materiales, Métodos, Maquinaria, Medio ambiente y Medición.
3. Luego, se realizó una sesión de lluvia de ideas para cada categoría principal, en la que se incluyó al equipo involucrado para identificar posibles causas más específicas que contribuyeran al problema. Estas causas se representaron como líneas más pequeñas que se extendieron desde las líneas oblicuas de las categorías principales.
4. Posteriormente, se desglosaron y analizaron las causas raíz, utilizando ramas secundarias y terciarias. Además, se comprendieron las relaciones entre causa y efecto tanto como fue posible. Una vez identificadas todas las posibles causas, se analizaron cuáles eran las causas raíz o causas fundamentales del problema. Estas fueron las causas que, al ser abordadas, tendrían el mayor impacto en la resolución del problema.

- **Elaborar una herramienta de monitoreo de las pérdidas generadas en la empresa Vegetales la Huerta S.A para el ajuste de la estrategia según sea necesario.**

La metodología de este objetivo se basó en el análisis y visualización de los datos que se obtuvieron de las pérdidas de alimentos generadas en la empresa Vegetales La Huerta, y se utilizó Power BI mediante la documentación oficial de Microsoft "Creación de informes y paneles en Power BI" (LearnMicrosoft, 2024). Esta documentación proporcionó una guía completa y actualizada sobre las mejores prácticas para aprovechar todas las capacidades de Power BI.

1. Se recopilaron y prepararon los datos para poder identificar las fuentes de datos relevantes, como hojas de cálculo y bases de datos, que se utilizaron para registrar la información sobre las pérdidas

de alimentos en las diferentes etapas. Se limpiaron y transformaron los datos según fue necesario, utilizando herramientas como Power Query Editor en Power BI. En este punto, fue importante que los datos estuvieran estructurados de manera adecuada y contuvieran columnas clave como la etapa, el tipo de producto, la cantidad de pérdidas, la fecha, etc.

2. Luego, se cargaron los datos en Power BI; en este paso se creó un nuevo archivo de Power BI Desktop y se importaron los datos preparados utilizando el editor de consultas o conectándose directamente a las fuentes de datos de Excel.

3. Seguidamente, se procedió al modelado de datos; en la vista de modelo se crearon relaciones entre las tablas de datos para facilitar el análisis y la creación del informe. Se aplicaron cálculos y medidas personalizadas, si fue necesario, para realizar análisis más complejos.

4. Se creó la vista de Informe; en este paso se comenzaron a crear visualizaciones relevantes para el monitoreo de pérdidas de alimentos, como gráficos de barras, gráficos de líneas, tablas, tarjetas, etc. Se utilizaron distintos tipos de visualizaciones para representar diferentes aspectos de los datos, como la cantidad de pérdidas por etapa, por tipo de producto, etc. Las visualizaciones fueron personalizadas ajustando los colores, títulos, ejes y leyendas según fue necesario.

5. Se procedió a diseñar el tablero de control; se creó una nueva página en Power BI Desktop y se añadieron las visualizaciones relevantes a esta página, organizando las visualizaciones de manera lógica y clara, agrupándolas por temas o áreas de interés. Se utilizaron funciones de filtrado y segmentación de datos para permitir a los usuarios explorar los datos de manera interactiva. Además, se consideró agregar elementos adicionales como imágenes, logotipos, títulos y descripciones para mejorar la presentación del tablero de control.

6. Una vez que se terminó de diseñar el tablero de control, se publicó el informe en el servicio Power BI en la nube. Además, se configuró la actualización automática de los datos, si fue necesario, y se compartió el tablero de control con los usuarios relevantes, otorgando permisos de visualización o edición según fue necesario.

7. Por último, se estableció un proceso para actualizar regularmente los datos subyacentes y mantener el tablero de control actualizado. Y se creó un manual para usar la herramienta.

Capítulo IV. Resultados y Discusión de Resultados

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en relación con los objetivos planteados en este estudio.

4.1 Identificación las etapas críticas dónde se generan las pérdidas en el proceso de producción.

Para la identificación de las etapas críticas donde se generan las pérdidas de alimentos en el proceso de producción, se llevó a cabo un mapeo detallado del flujo. Este se realizó mediante la herramienta SIPOC en donde se identificaron de manera integral las etapas clave que van desde los proveedores de las materias primas hasta los clientes. Por medio de estos diagramas se visualizó de forma estructurada los proveedores, las entradas, diagramas de procesos, salidas y clientes asociados a cada producto.

El diagrama SIPOC cumple la función principal de visualizar los flujos y facilita que se puedan tomar decisiones al comprender el proceso en términos sencillos sin entrar en excesivos detalles operativos, lo que facilita la interpretación (MacNeil, 2024). A continuación, se explican cada uno de los componentes del SIPOC, cabe destacar los puntos se abordarán de forma integral ya que los procesos son muy similares en cada uno de los productos.

Proveedores

En la empresa Vegetales la Huerta S.A., los proveedores juegan un papel crucial al suministrar la materia prima, en este caso vegetales frescos, necesarios para el proceso de producción. En el caso de los productos estudiados la empresa cuenta con 8 proveedores. Además de estos también dependen de otros proveedores clave, como aquellos que brindan materiales de empaque, productos desinfectantes, y servicios públicos (agua, electricidad) que son fundamentales para mantener las operaciones diarias en marcha.

Dentro de la empresa también existen varios departamentos internos los cuales aportan información y recursos esenciales para coordinar y ejecutar el procesamiento y distribución de los productos.

Entradas

Las entradas incluyen la materia prima recibida la cual ha pasado previamente por una inspección visual para verificar que se cumplan con los estándares de calidad. Esta inspección supone asegurar que solo productos en buen estado sean aceptados para continuar con el proceso de producción.

En el caso del plan de producción este se elabora basado en los pedidos que se reciben de los clientes y permite determinar la cantidad a procesar y estimar la cantidad de producto que los proveedores traerán a la empresa diariamente. Este plan se alinea con las necesidades específicas de cada cliente para asegurar que se cumplan las cantidades solicitadas.

En cuanto a los insumos necesarios para el proceso se requiere de planificación y gestión ya que para el procesamiento se necesitan desinfectantes para el lavado y desinfectado de los vegetales, además de materiales de empaque y etiquetas que se utilizarán al final del proceso de producción.

Procesos

El proceso productivo va desde la recepción de la materia prima, pasando por etapas de selección, lavado, desinfección, corte, y empaque, hasta llegar a las etapas finales como el almacenamiento y envío del producto terminado. A lo largo de cada uno de los procesos, se identificaron los puntos críticos donde ocurren las pérdidas.

Recepción y selección: En esta primera etapa los productos son recibidos en la un área específica de recepción de materia prima para ser inspeccionados de forma visual con el fin de seleccionar aquellos productos que cumplen con los estándares de calidad establecidos. Se revisan características como tamaño, color, textura, si su condición es la óptima pasarán al área de procesamiento.

Lavado y desinfectado: En esta etapa los productos pasan por un lavado para remover cualquier impureza o suciedad, posteriormente, se realiza la desinfección con hipoclorito de sodio a una concentración del 2% para asegurar que los vegetales queden libres de patógenos, se sumergen por un tiempo aproximado de 5 minutos.

Deshojado (lechuga y espinaca): Este proceso se centra en la eliminación de hojas que no cumplen con los estándares de calidad, se seleccionan y revisan cuidadosamente para apartar las

hojas que se encuentran marchitas, aquellas con daños por plagas, o las que presentan daños o deterioro físico.

Troceado (apio): En el caso del troceado este se realiza haciendo cortes en el tallo, generalmente solo se comercializan los tallos, por lo que el resto de las hojas se pierden al no ser parte del producto demandado por el cliente, la mayor parte de estas partes se descartan o en algunos casos se donan a los trabajadores.

Corte y despulpado (Zuquini): Esta etapa implica remover el pedúnculo que es la parte superior del zuquini, mientras que el despulpado implica en remover las semillas y la pulpa interna.

Ecurrido: En esta etapa se remueve el exceso de agua y humedad para que no afecte la calidad del producto y que estos continúen a las siguientes etapas posteriores.

Inspección de calidad: Antes de pasar al proceso de empaque al producto se le realiza una inspección final de calidad, donde se realiza que cumpla con los estándares de apariencia, tamaño y frescura.

Empaque y etiquetado: Los vegetales procesados se empaican en bolas plásticas y se etiquetan. El empaque asegura que el producto se mantenga en las condiciones óptimas de frescura y protegidos durante el almacenamiento y transporte.

Almacenamiento: Los productos se almacenan bajo temperaturas de 4-6 °C esta práctica es importante para conservar los vegetales frescos ya que este es el rango de temperatura óptimo para evitar el deterioro natural de los productos y así conservar su frescura, calidad y valor nutricional.

Salidas

Entre las salidas se incluyen los productos terminados, que son los vegetales que han sido procesados previamente, estos se encuentran listos para ser distribuidos a diversos clientes. En las salidas también se contemplan aquellos residuos generados, que pueden incluir residuos orgánicos como aquellos que no cumplen con los estándares de calidad y que son descartados o aquellas partes no comestibles. En el caso de los residuos orgánicos son utilizados para alimentación animal. Además, en las salidas también se incluyen materiales no orgánicos como sobrantes o restos de empaque.

Clientes

Los clientes de Vegetales La Huerta S.A. son variados, entre los principales se incluyen sodas, supermercados, aeropuertos y restaurantes, todos los cuales requieren productos frescos y de alta calidad para satisfacer las necesidades de sus consumidores finales.

Seguidamente se muestran los diagramas SIPOC de cada producto.

Diagrama SIPOC de la Lechuga

En la **Figura 6** se muestra el flujo del proceso para la producción y procesamiento de la lechuga.

Figura 6

Diagrama SIPOC de la Lechuga

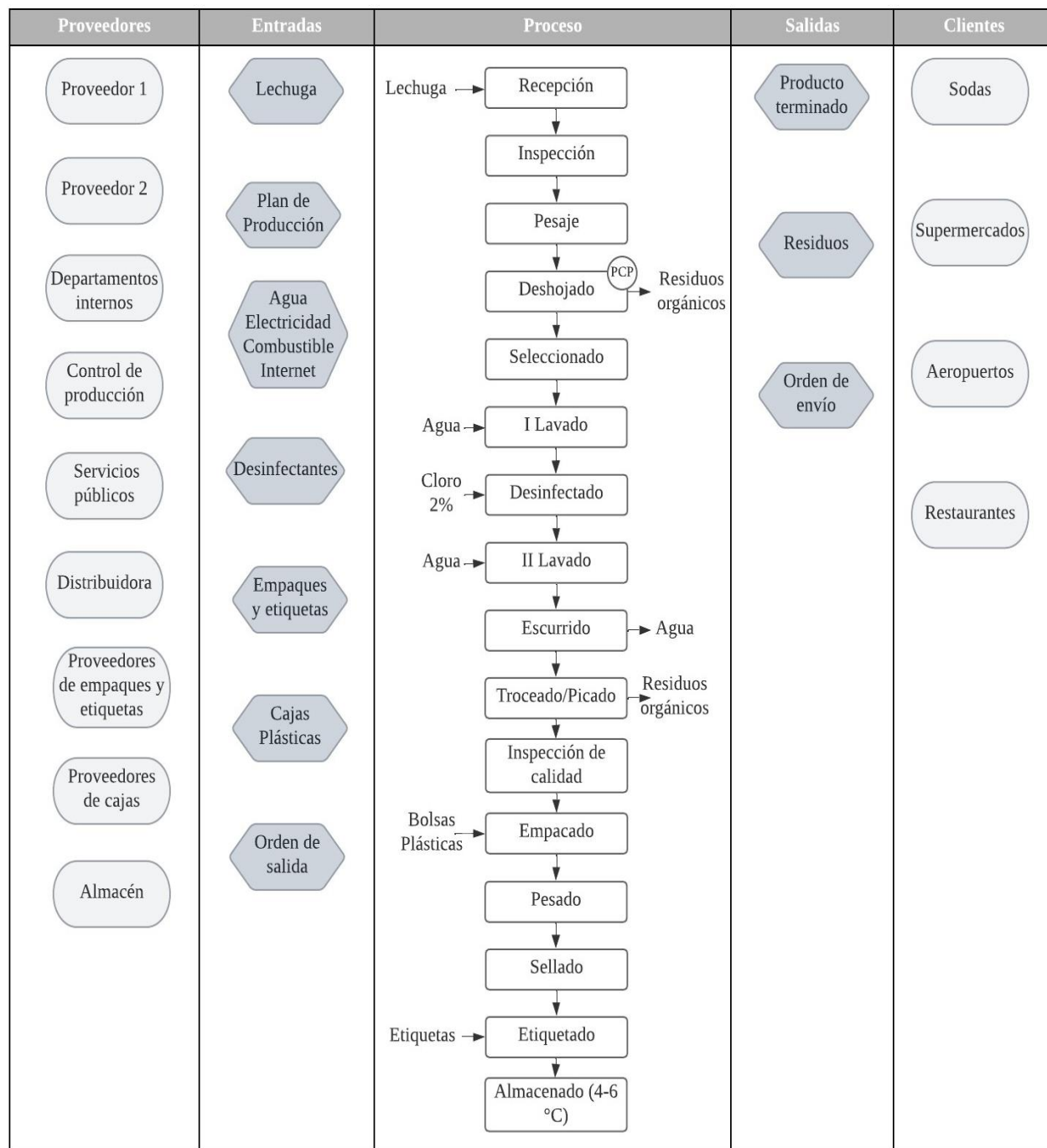


Diagrama SIPOC Espinaca

En la **Figura 7**, se muestra el diagrama SIPOC de la espinaca.

Figura 7

Diagrama SIPOC de la Espinaca

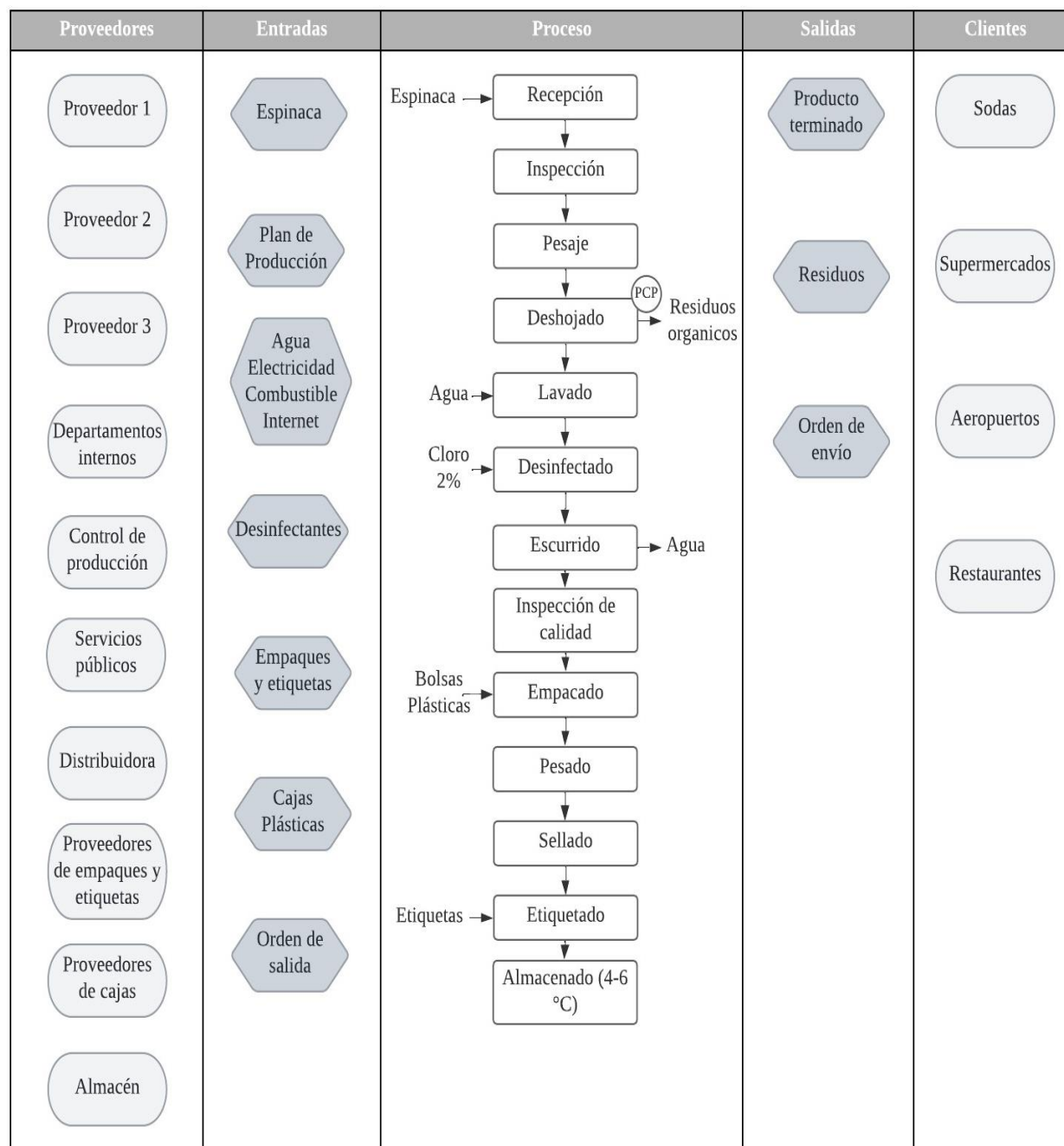


Diagrama SIPOC Apio

En la **Figura 8** se muestra el diagrama SIPOC del apio.

Figura 8

Diagrama SIPOC del Apio

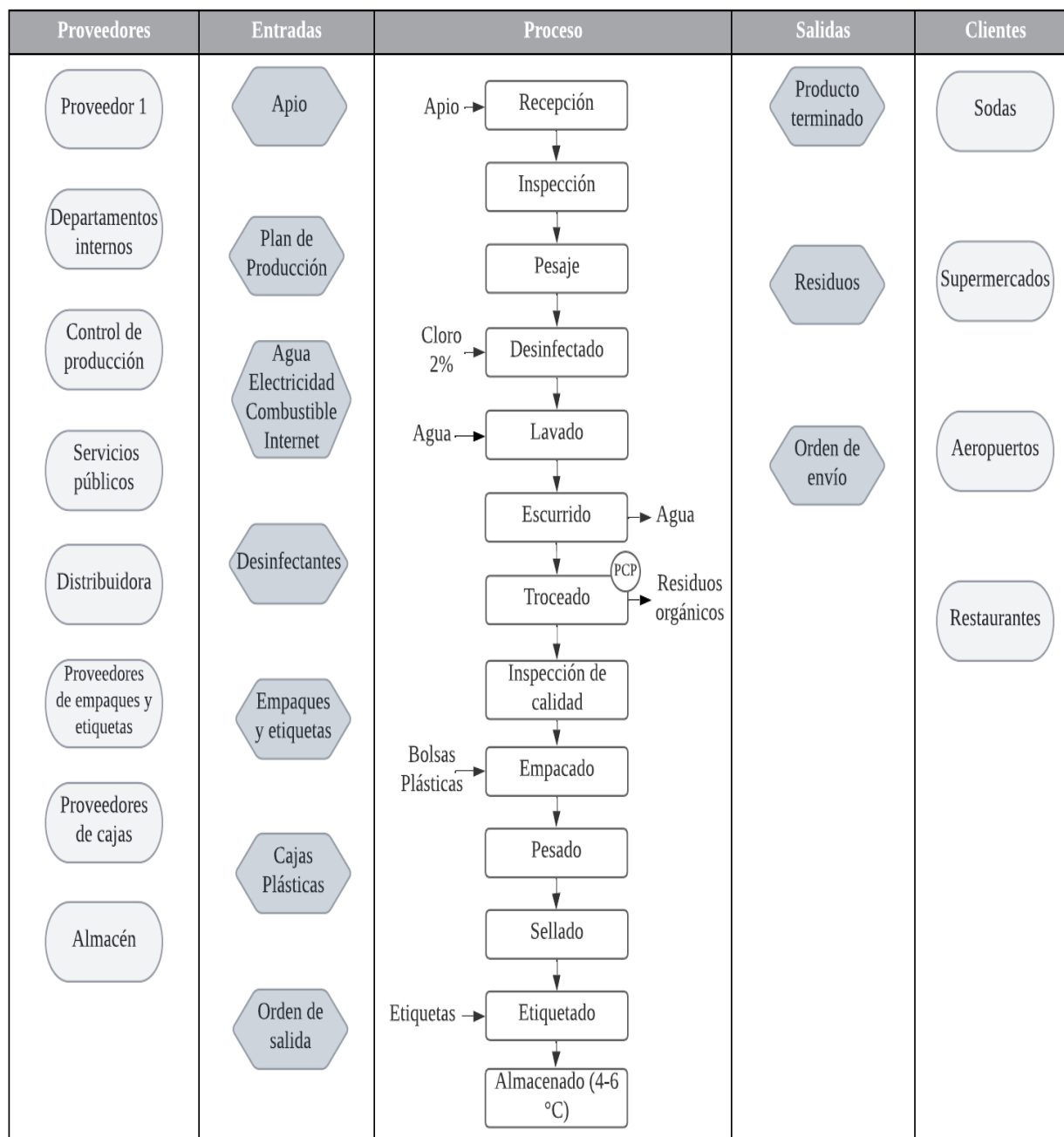
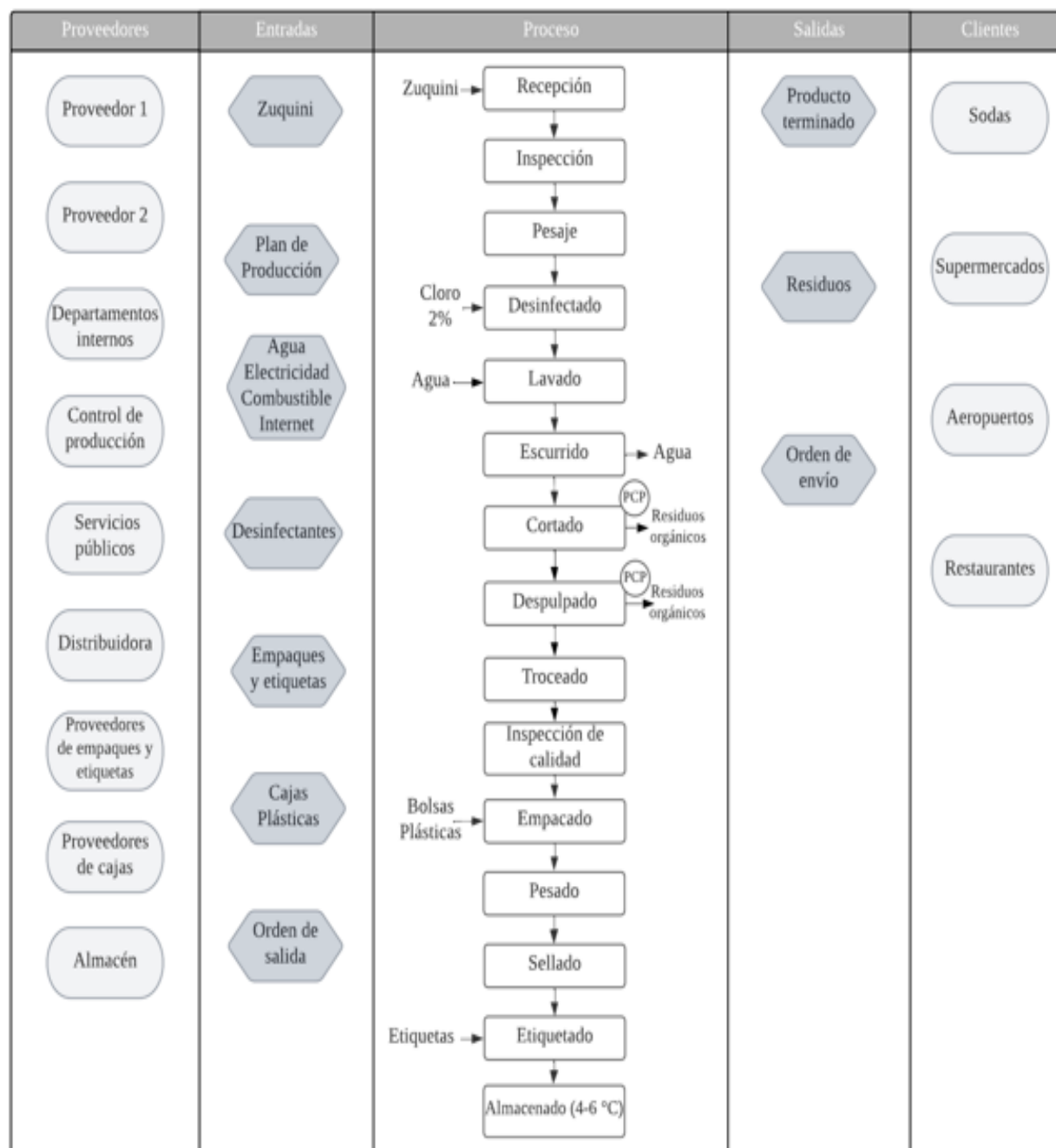


Diagrama SIPOC Zuquini

En la **Figura 9** se visualiza el diagrama SIPOC del Zuquini.

Figura 9

Diagrama SIPOC del Zuquini



4.2 Cuantificación las pérdidas producidas en la empresa.

1. Revisión preliminar de Pérdidas de Alimento (Screening).

Revisión de información secundaria y entrevistas a informantes clave (expertos).

En esta etapa, se llevó a cabo una revisión de informes, guías, artículos y otros documentos relevantes para obtener un panorama completo sobre el tema. Además, se consultó a expertos quienes brindaron sus conocimientos especializados que fortalecieron la investigación.

Tabla 7

Lista de literatura y expertos consultados

Título del documento	Autor (es)	Institución, año
Food Waste Index Report 2024. Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste	PNUMA.	PNUMA, 2024.
Pérdidas de alimentos en el sector de agronegocios.	Irene Berardo, Martina Improta, Romina Ordoñez, Eleonora Scaglioti.	Banco Interamericano de Desarrollo, 2022.
Informe sobre el índice de desperdicio de alimentos	PNUMA.	PNUMA, 2021.
El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos.	FAO.	FAO, 2019.
Estándar de contabilización y reporte sobre pérdida y desperdicio de alimentos.	Craig Hanson, Brian Lipinski, Kai Robertson, Debora Dias, Ignacio Gavilan, Pascal Gréverath, Sabine Ritter, Jorge Fonseca, Robert van Otterdijk, Toine Timmermans, James Lomax, Clementine O'Connor, Andy Dawe, Richard	WRI, Nestlé, CGF, FAO, Proyecto FUSION, PNUMA, WRAP, WBCSD, NRI, 2016.

Swannell, Violaine Berger, Matthew Reddy, Dalma Somogyi, Bruno Tran, Barbara Leach.		
Nombre del experto	Título/puesto	Institución
Ing. Marianella Gamboa Murillo	Máster en Educación Técnica y Bachiller en Ingeniería Agropecuaria Administrativa.	Instituto Tecnológico de Costa Rica.
Ing. Rooel Campos Rodríguez	Doctor en Ciencias Naturales para el Desarrollo.	Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Selección de los productos de acuerdo con su categoría.

Se seleccionaron los productos en la línea de producción en estudio, esto se realizó con la asesoría de la gerente general y de la encargada de la planta de producción. Se seleccionaron según el análisis ABC, el cual es una técnica que permite clasificar los productos según su nivel de importancia y su impacto en las pérdidas. De acuerdo con Mira (2022) y el análisis realizado los productos que se estudiaron entran en la clasificación A. Los cuales representan el 80% de las pérdidas.

Tabla 8

Selección de los productos

Producto	Categoría A	Categoría B	Categoría C
Lechuga	X		
Espinaca	X		
Apio	X		
Zuquini	X		

Caracterización de las pérdidas en CSA seleccionadas - Puntos Críticos de Pérdida (PCP).

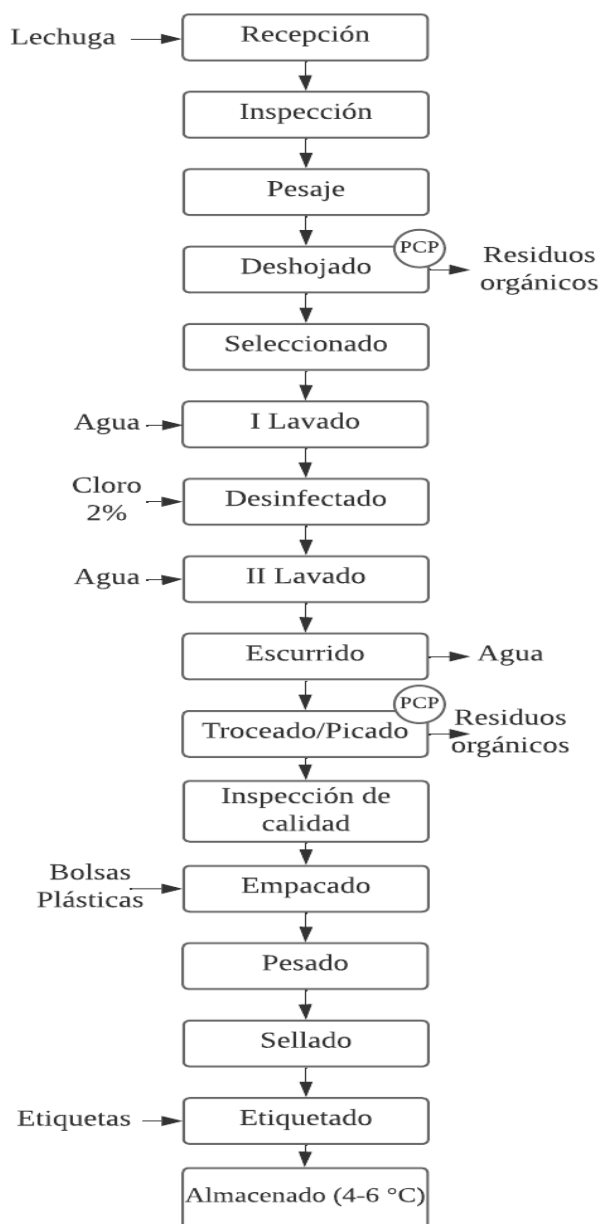
PCP en la Lechuga

En el caso de la lechuga como se muestra en la **Figura 10** se destaca que la mayor fuente de pérdida ocurre en la etapa de deshojado, troceado y picado, donde se descarta una parte considerable de la

debido a daños y no conformidades con los estándares de calidad o por ciertos cortes que hacen que se pierda producto como es el caso de la “lechuga sin venilla” en donde se pierde aproximadamente el 40-45% de la hoja. Estas partes de la lechuga algunas veces se utiliza para realizar la ensalada mixta, pero en otras ocasiones cuando no se tienen pedidos de ese producto se desecha lo que genera una pérdida significativa.

Figura 10

Diagrama de flujo de la Lechuga



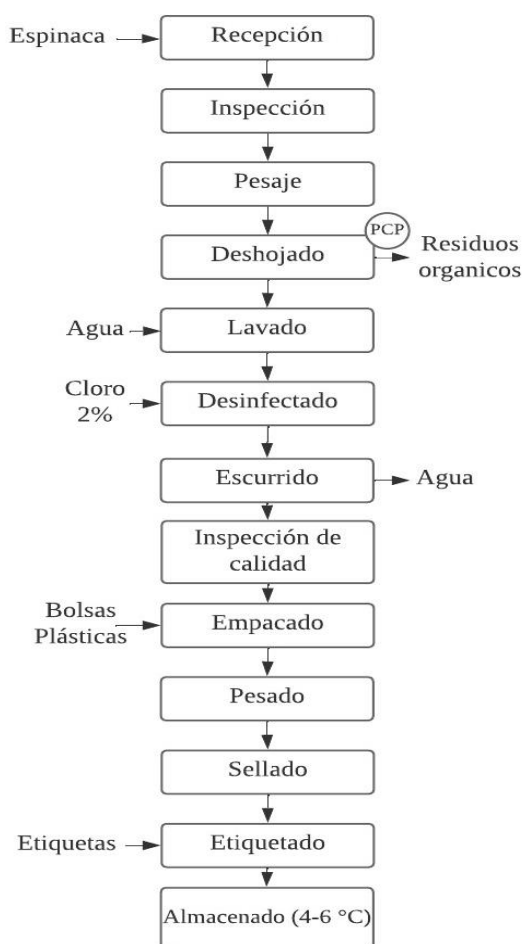
PCP en la Espinaca

En el proceso de producción de la espinaca, uno de los momentos críticos donde se producen pérdidas significativas es durante el deshojado. Este es el paso en el que se realiza una selección cuidadosa de las hojas para asegurar que solo aquellas que cumplen con los estándares de calidad avanzan en el flujo de producción.

Durante el deshojado, se eliminan las hojas que presentan defectos visibles, ya que estas no cumplen con los criterios exigidos por la empresa ni por los clientes finales. Las principales razones por las que una hoja de espinaca es desechada incluyen la presencia de hoyos provocados por insectos, que indican daños por plagas, así como hojas que están marchitas o magulladas de apariencia no aceptable que afectan su presentación y textura.

Figura 11

Diagrama de flujo de la espinaca

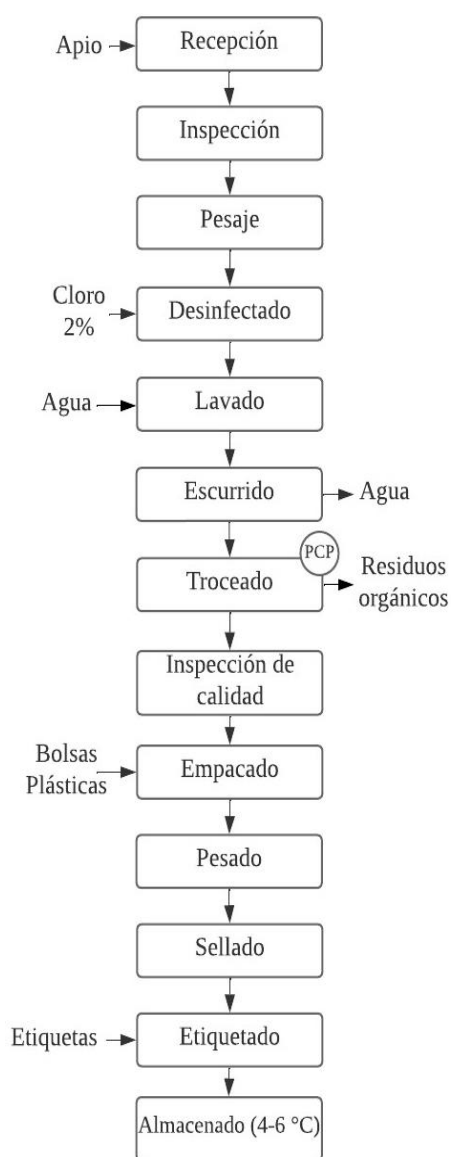


PCP en el Apio

Las pérdidas de apio se concentran en el proceso de troceado, ya que los clientes habitualmente demandan solo los tallos, lo que lleva al descarte de las hojas. Estas hojas, además, suelen presentar problemas de calidad como manchas, lo que limita aún más su uso. Para evitar la pérdida total, en algunas ocasiones las hojas se distribuyen entre los colaboradores, pero esto no siempre es suficiente para mitigar el impacto de las pérdidas.

Figura 12

Diagrama de flujo del apio

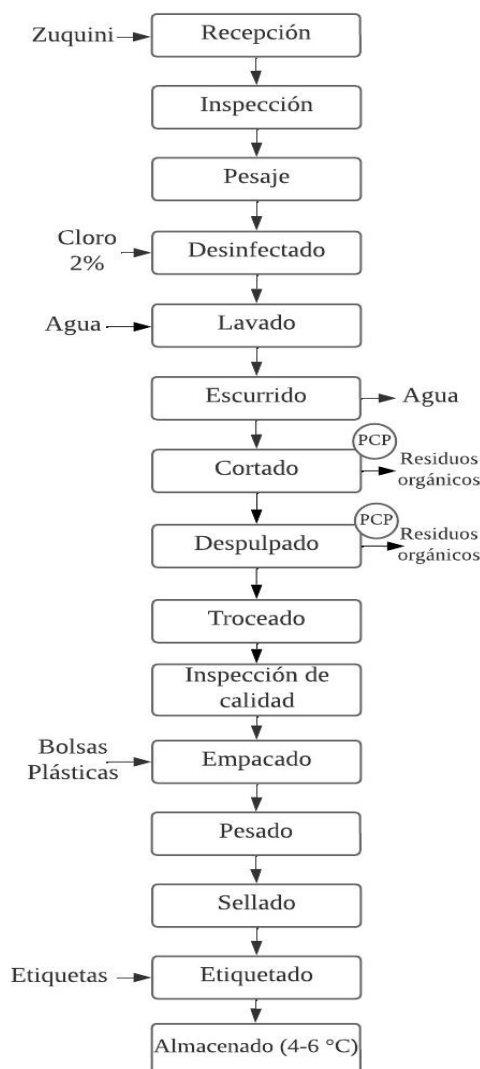


PCP en el Zuquini

En el caso del zuquini, las pérdidas más significativas se generan en dos etapas clave del proceso productivo. La primera ocurre durante el corte, donde se elimina el pedúnculo, una parte que no es comestible y que se considera un residuo. Este descarte representa una pérdida considerable de materia prima. La segunda etapa crítica es el despulpado, en la que se retiran tanto las semillas como la pulpa interior del zuquini, componentes que los clientes no suelen solicitar. Aunque estos elementos no se consideran parte del producto final, su eliminación genera un volumen importante de residuos, lo que incrementa las pérdidas totales.

Figura 13

Diagrama de flujo del Zuquini



Revisión preliminar de pérdidas en los productos seleccionados

La información ofrecida en la **Tabla 9** se recolecto de fuentes secundarias, que permitirán realizar comparativas entre las tasas de pérdida de la empresa con promedios o valores estándar de la industria alimentaria.

Tabla 9

Revisión preliminar de pérdidas en los productos seleccionados

Línea: Mínimamente Procesados			
Producto	Probables pérdidas		Fuente
	Cuantitativas (%)	Cualitativas	
Lechuga	25	Oxidación, Deshidratación, Daño mecánico, Daños por insectos.	(López, 2018) (Catagña, 2024)
Espinaca	23	Daños mecánicos, Daños por insectos, Hojas marchitas o magulladas.	(López, 2018) (Piñeros, 2010, p.33)
Apio	37	Hojas manchadas, Tallos dañados, Amarillamiento.	(López, 2018) (Cerdas, 2004)
Zuquini	31	Cortes, Magulladuras, Problemas en las semillas y la pulpa.	(López, 2018) (Fornaris, 2012b, p.1)

2. Sondeo de evaluación de Pérdidas de Alimentos (Survey)

Observaciones y variables de las pérdidas de alimentos

Para este punto se realizaron visitas para hacer observaciones y con ello comprender las actividades y las causas de esas pérdidas en la empresa. También se efectuaron entrevistas a la encargada de producción y a los empleados tanto del área de proceso como en planta. Además, se realizó una

lista de comprobación para obtener información como la que se presenta en el **Apéndice 2** para guiar el proceso de observación.

Variables de riesgo de las pérdidas de alimento

Con la información recolectada, se generó la **Tabla 10** de variables de riesgo.

Tabla 10

Variables de riesgo de las pérdidas de alimento

Variable	Unidad	Relación a pérdida de alimento	Resultado
Tecnología de procesamiento	A/M/B	B	En la empresa la tecnología para el procesamiento es muy baja la mayoría de las operaciones unitarias las realizan de forma manual.
Buenas Prácticas de Manufactura	Sí/No	Sí	Si hay conocimiento de las buenas prácticas de manufactura básicas, aunque podrían realizarse mejoras que contribuyan con la prevención y disminución de las pérdidas.
Instalaciones y materiales de empaque	A/M/B	A	Las instalaciones son adecuadas estas protegen los productos de las condiciones climáticas y poseen un cuarto frío para el almacenamiento de aquel producto que lo requiera. En cuanto al empaque se utilizan cajas esto para evitar contaminaciones y en el caso del producto procesado se utilizan bolsas plásticas dependiendo del producto con orificios para la respiración del producto.
Cadena de frío	Si/ No	Sí	El producto procesado se mantiene en refrigeración y el producto fresco algunas veces no requiere la refrigeración ya que al ser productos perecederos es producto que el mismo día que llega a las instalaciones se comercializa.

Información de Mercado	A/M/B	A	Se mantienen actualizada la información día con día ya que se tienen que mantener al día en temas de oferta-demanda y precios.
---------------------------	-------	---	--

Siglas: A/M/B = alto/medio/bajo

3. Seguimiento de lotes y muestreo (Sampling)

Análisis cualitativo

Para el análisis cualitativo se utilizó un sistema de evaluación de calidad de los productos que ingresan a la empresa para su procesamiento. A cada característica evaluada se le asignó una calificación promedio, lo que permitió obtener una visión clara de la distribución de la calidad a lo largo del proceso productivo. Esto ayudó a identificar patrones de deterioro y a proponer soluciones orientadas a reducir las pérdidas de alimentos.

El sistema de evaluación utilizado y sus detalles se muestran en el **Apéndice 4** en donde se estudian las características según los criterios establecidos, se asignó una descripción específica junto con una calificación. Las calificaciones varían de la siguiente manera: 1 (muy deficiente), 2 (deficiente), 3 (aceptable), 4 (bueno) y 5 (excelente).

Las tablas que se presentan a continuación ofrecen una representación cualitativa de los resultados del sistema de evaluación de calidad para los productos seleccionados: lechuga, espinaca, apio y zuquini. Cada tabla detalla los aspectos clave evaluados para cada producto, como color, textura, tamaño, frescura, olor, presencia de plagas y limpieza, así como los diferentes tipos de daños que pueden afectar la calidad, incluyendo daños mecánicos, físicos y patológicos.

Tabla 11*Sistema de clasificación de calidad de la lechuga*

Producto		Lechuga								
Fecha	Color	Textura	Tamaño	Frescura	Olor	Presencia de plagas	Limpieza	Tipo de daño %		
								M	F	P
25/7/2024	3	2	4	2	5	4	4	X	X	X
1/8/2024	4	2	5	3	5	3	4	X	X	
16/8/2024	4	3	5	4	5	4	4	X		
21/8/2024	3	2	4	2	5	3	4	X	X	X
4/9/2024	5	4	5	4	5	4	5	X	X	X
Calificación promedio	3,8	2,6	4,6	3	5	3,4	4,2	41,67	33,33	25,00

La **Tabla 11** muestra un análisis cualitativo de la lechuga en diferentes fechas, evaluando características como color, textura, tamaño, frescura, olor, presencia de plagas, limpieza y tipo de daño (mecánico, fisiológico y patológico).

En cuanto a los promedios que obtuvieron de las características cualitativas evaluadas, el color obtuvo una calificación de 3,8 indicando que su color no es un perfecto verde ya que sobre todo en las hojas exteriores se presentan algunas manchas, imperfecciones y un color opaco. Según Morales y Parado (2011) el color es uno de los atributos que más influyen la percepción de la frescura en un producto como la lechuga. Los cambios de color en la lechuga son principalmente debido a distintos procesos bioquímicos como la degradación de la clorofila y el pardeamiento. El proceso bioquímico de pardeamiento incrementa si la lechuga presenta cortes ya que induce en la síntesis de enzimas que influyen en el aumento de la producción de los componentes fenólicos y el aumento del pardeamiento. Sin embargo, también pueden ser causados por procesos naturales de pérdida de agua en la superficie de los tejidos lo que provoca una apariencia del tejido opaco a medida que transcurre el tiempo.

La textura, con un promedio de 2,6 representa la característica más baja y presenta un problema recurrente. La textura ideal de una lechuga debe ser crujientes y túrgidas ya que la presión del turgor es importante para determinar el grado de crocancia de la lechuga. Morales y Pardo (2011)

indican que la principal causa de que los tejidos se vuelvan blandos es la degradación enzimática de la pared celular, las enzimas como la pectilmetilestearasa PME y la poligaracturonasa PG generalmente juegan un papel muy importante en este proceso.

El tamaño, con una puntuación alta de 4,6 cumple con las expectativas de ser una roseta que acaba formando un cogollo de hojas apretadas generalmente y de apariencia robusta. Este punto es clave para determinar la calidad ya que, una lechuga de tamaño pequeño, con hojas separadas y deformes podría indicar una calidad menor (INIA, 2017).

Por otro lado, la frescura con 3, es una característica que podría mejorarse ya que se las hojas externas son las que se ven más afectadas. Los atributos de color y textura son aquellos que más influyen la percepción de la frescura en la lechuga. En el estudio de Rivera et al (2013) se ha reportado que el factor más importante que determina la calidad postcosecha en cuanto a la frescura de la lechuga es la temperatura de almacenamiento, ya que esta afecta la actividad enzimática, deshidratación y ritmo respiratorio del producto.

El olor tiene un promedio perfecto de 5 lo que significa que no hay inconvenientes en este aspecto. El olor de la lechuga debe ser fresco, sin notas ácidas o de descomposición. Morales y Pardo (2011) mencionan que cuando las condiciones no son óptimas, la actividad de la peroxidasa incrementa, lo que puede conducir a la producción de aldehídos y cetonas. Estos compuestos volátiles son los responsables de olores desagradables, que se asocian con la descomposición y los tonos ácidos.

La presencia de plagas, con un 3,4 es un problema ocasional que ocurre ya que no siempre se presentan plagas en producto, entre las principales plagas que aparecen son las babosas, caracoles y gusanos los cuales se alimentan de las hojas dejando agujeros y marcas, esto hace se reduzca la calidad visual y comercial del producto.

La limpieza, con 4,2 es buena, aunque podría mejorar ligeramente. Entre los principales residuos que se encuentran son restos de tierra o suciedad del campo donde fueron cosechadas. Para la eliminación de estos restos se realiza la limpieza y desinfección con hipoclorito de sodio al 2% para la eliminación de microorganismos y residuos que puedan quedar en las hojas.

En cuanto al tipo de daño, los que se presentan mayormente son los daños mecánicos y fisiológicos con un 41,67 % y un 33,33 % respectivamente y en menor medida se encuentra el daño patológico con un 25,00 %.

Entre los principales daños mecánicos se observan que magulladuras, golpes, cortes y pérdida de humedad esto puede darse por diferentes razones y una de ellas es por una presión excesiva al manejar el producto en las cajas. La manipulación poco cuidadosa o excesiva también puede llevar a daños en las hojas, que deterioran significativamente la apariencia y obligan a eliminar parte del producto en este caso las hojas externas.

Según Cerdas y Monero (2004) en el caso de la lechuga, los daños mecánicos y la pérdida de peso son factores críticos que impactan su apariencia y valor comercial. Estos daños pueden ocurrir durante el manejo y procesamiento, donde las hojas pueden sufrir daños o deterioro que afecta la vida útil. Además, la eliminación de hojas dañadas o en mal estado contribuye a la reducción del peso total del producto, afectando directamente el rendimiento, la rentabilidad y generando pérdidas de alimentos. La pérdida de peso también se relaciona con la deshidratación, dado que la lechuga es altamente sensible a la pérdida de humedad. Esto afecta la frescura y apariencia, haciendo que el producto se vea marchito o deshidratado, lo cual reduce su atractivo para los clientes y afecta su competitividad en el mercado.

Entre los principales daños fisiológicos se encuentran las quemaduras en las puntas de las hojas que aparecen como bordes oscuros en la hoja, esto puede ocurrir generalmente por calor excesivo o baja humedad. Otro de los daños que se observa es el pardeamiento interno que según Ottone (2014) ocurre en los tejidos y estos se vuelven marrones, sucede debido a condiciones de almacenamiento inadecuadas o por envejecimiento propio del producto. En el caso de daños por calor y deshidratación sucede por el calor excesivo lo que genera pérdida de agua y afectación en la frescura y textura de las hojas. La degradación de los pigmentos naturales y la aparición de coloraciones indeseadas también impactan la vida útil del producto. El pardeamiento se manifiesta principalmente en las áreas cortadas del tejido vegetal, como resultado de la síntesis de pigmentos que se generan por la oxidación de compuestos fenólicos. Este fenómeno puede ir acompañado de olores desagradables que pueden provocar el rechazo del producto por parte del consumidor.

Por último, los daños patológicos incluyen principalmente diversos tipos de podredumbres que generan lesiones acuosas y causan un ablandamiento de las hojas. Neval (2018) menciona que estos daños son característicos de enfermedades fúngicas y bacterianas suelen acompañarse de manchas de diferentes colores y texturas. Las lesiones marrones y la humedad en las áreas afectadas son signos comunes, al igual que las manchas amarillas y pardas en las hojas, que tienden a deteriorar el aspecto y la frescura del producto, provocando que no cumplan con los estándares de calidad requeridos. Además, estas infecciones causan deformaciones en las hojas, lo que afecta la calidad visual y la consistencia de la lechuga.

Tabla 12

Sistema de clasificación de calidad de la espinaca

Producto		Espinaca								
Fecha	Color	Textura	Tamaño	Frescura	Olor	Presencia de plagas	Limpieza	Tipo de daño (%)		
								M	F	P
25/7/2024	2	2	5	2	5	1	4	X	X	X
1/8/2024	3	2	5	3	5	2	4	X	X	X
16/8/2024	4	2	5	4	5	2	4	X		X
21/8/2024	4	2	5	4	5	2	4	X		X
5/9/2024	2	2	5	2	5	1	3	X	X	X
Calificación promedio	3	2	5	3	5	1,6	3,8	38,46	23,08	38,46

La **Tabla 12** presenta un análisis cualitativo de la espinaca en distintas fechas, evaluando características de calidad como color, textura, tamaño, frescura, olor, presencia de plagas, limpieza y tipo de daño (clasificado en mecánico, fisiológico y patológico).

En cuanto a la característica evaluada de color se obtuvo una ponderación de 3 que se muestra principalmente de un color verde brillante y uniforme, pero en ocasiones ciertas partes se muestran amarillentas y descoloridas. Según Florez y Ramírez (1998) esto puede ser señal de que han sufrido algún tipo de estrés o que van perdiendo coloración por madurez fisiológica, falta de agua o producto de daños físicos.

La textura obtuvo una calificación de 2, indicando que es uno de los atributos que requieren de mayor atención. Entre los factores que se observaron y que pueden afectar la textura de la espinaca se encuentran las hojas marchitas, resultado de la deshidratación o un almacenamiento prolongado, estas pierden su crujido característico, volviéndose blandas y quebradizas. Además, se pueden observar daños mecánicos, como magulladuras o cortes durante el manejo lo que hace que se afecte la textura y acelera el deterioro, representando un riesgo significativo para la calidad del producto.

Florez y Ramírez (1998) recomiendan minimizar la manipulación del producto desde el momento de la cosecha. Las hojas de espinaca al ser tiernas y flexibles son propensas a marchitarse o dañarse si se exponen a condiciones inadecuadas, como temperaturas inadecuadas o ambientes húmedos. Un almacenamiento adecuado y un empaque cuidadoso son cruciales para mantener la calidad de la espinaca, asegurando que las hojas se mantengan frescas y crujientes hasta llegar a la planta.

El tamaño y el olor de la espinaca fueron bien evaluados, con un promedio de 5 en cada caso, lo cual muestra que estas características cumplen con los estándares de calidad deseados. En el caso del tamaño la espinaca es de un tamaño adecuado, las hojas en el tallo van de pequeñas a grandes, pero en un rango adecuado, no son excesivamente pequeñas ya que puede ser signo de que la planta no creció lo suficiente ni demasiado grandes ya que estas pueden volverse muy fibrosas y poseer un sabor amargo. Por otro lado, en la evaluación del olor el producto posee un olor característico a espinaca fresca no es desagradable ni posee un fuerte olor a descomposición indicando que la espinaca está en buen estado.

La frescura alcanzó un promedio de 3, lo que sugiere que podría mejorarse para evitar una disminución de la calidad en el producto. En las observaciones realizadas las hojas de espinaca se mostraban quebradizas, marchitas y deshidratadas. Según Romero (2022) esto se debe a que luego de ser arrancada, sigue respirando y transpirando es decir perdiendo agua, presentando cambios composicionales que alteran el nivel de sustancias de reserva como los azúcares, el almidón, los lípidos, pigmentos, vitaminas, ácidos orgánicos, entre otros.

La presencia de plagas tiene un promedio bajo de 1,6 esta es una reocupación importante ya que afecta la apariencia y calidad de las hojas, generando daños como huecos que reducen su valor comercial, calidad nutricional y acelera el deterioro.

La limpieza fue calificada con un promedio de 3,8 indicando que en general es adecuada, pero podría mejorarse ya que se presenta la acumulación de tierra, restos de otras plantas. Que en el paso de la limpieza se elimina cualquier resto de tierra, arena o pequeñas partículas que se adhieren a las hojas.

En cuanto al tipo de daño, se observa que los daños que predominan son los mecánicos y patológicos con un 38,46 % al ser un producto altamente perecedero los daños más comunes se encuentran las magulladuras, roturas y desgarros en las hojas, que afectan directamente su aspecto y calidad. Esto concuerda con lo descrito por Jiménez et al (2010) debido a su textura delicada y estructura frágil, la espinaca es altamente susceptible a estos impactos, los cuales pueden acelerar su deshidratación y deterioro. Además, las lesiones mecánicas facilitan la entrada de patógenos y microorganismos que provocan un deterioro más rápido, disminuyendo la vida útil del producto y aumentando la probabilidad de pérdidas durante su almacenamiento y distribución.

En el caso de los daños patológicos se manifiestan en las hojas con manchas amarillas o marrones especialmente en condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas. Estos daños patológicos no solo disminuyen la vida útil de la espinaca, sino que también representan un riesgo para la salud del consumidor, lo cual exige un control riguroso de las condiciones de cultivo, manipulación y almacenamiento.

Los daños fisiológicos afectan aproximadamente un 23,08 %, ya que, al ser un producto altamente perecedero entre los principales problemas observados son la marchitez, el amarillamiento de las hojas. Esto además según lo descrito por Piñeros y Montilla (2009) es un producto muy sensible al etileno presente en el ambiente, lo que acelera el amarillamiento y reduce aún más su vida útil.

Tabla 13

Sistema de clasificación de calidad del Apio

Producto		Apio								
Fecha	Color	Textura	Tamaño	Frescura	Olor	Presencia de plagas	Limpieza	Tipo de daño		
								M	F	P
1/8/2024	4	4	5	5	5	5	4		X	X
9/8/2024	4	5	5	5	5	5	4		X	X
16/8/2024	4	5	5	5	5	4	4	X		X
23/8/2024	3	5	5	5	5	5	4	X	X	X
2/9/2024	3	4	5	5	5	4	4	X	X	X
Calificación promedio	3,6	4,6	5	5	5	4,6	4	25,00	33,33	41,67

La **Tabla 13** presenta un análisis cualitativo del apio en distintas fechas, evaluando características de calidad como color, textura, tamaño, frescura, olor, presencia de plagas, limpieza y tipo de daño (clasificado en mecánico, fisiológico y patológico).

En promedio, el color obtuvo una calificación de 3,6 el color natural del apio es verde variando los tonos de claros a intensos. Según García y Pacheco (2007) un apio de color verde generalmente indica frescura y un crecimiento adecuado. Este color es típico de las variedades jóvenes y puede estar asociado con un mayor contenido de agua y textura crujiente.

La textura obtuvo una calificación de 4,6. Cerdas y Montero (2004) indican que una textura adecuada deber ser turgente, compacta con tallos bien formados y firmes. Hojas marchitas y tallos blandos indican deshidratación y el producto pierde valor comercial además de generar pérdidas. A medida que la temperatura del día aumenta, también se incrementa la tasa de deshidratación del producto, lo que se traduce en una mayor pérdida de agua.

El tamaño, la frescura y el olor del apio fueron bien evaluados, con un promedio de 5 en cada caso, lo cual muestra que estas características cumplen con los estándares de calidad deseados. Según Suslow y Cantwell (2002) para asegurar la calidad óptima del apio, es crucial que los tallos sean rectos, con pecíolos gruesos y compactos, y de color verde claro y fresco. Además, deben mantener

una longitud adecuada tanto en el tallo como en la nervadura central de la hoja, sin signos de defectos.

La presencia de plagas tiene un promedio de 4,6 evidenciando que existen algunos problemas. Según lo presentado por Cerdas y Montero (2004) lo que son daños por insectos, daños físicos (quebraduras, magulladuras, rasgaduras y otros) así como la presencia de enfermedades y otros daños, restan vida de anaquel al producto. Suslow y Cantwell (2002) mencionan que las enfermedades representan una causa significativa de pérdidas en la fase de postcosecha, especialmente cuando se combinan con prácticas de manejo inadecuado y un control deficiente de la temperatura. Durante el transporte, almacenamiento y en el punto de venta, la falta de cuidado adecuado crea un ambiente propicio para la proliferación de hongos y bacterias patógenos, que deterioran la calidad del producto.

La limpieza fue calificada con un promedio de 4, indicando que en general es adecuada pero igualmente se presentan residuos como tierra, piedras y restos de hojas que se encuentran en el campo. Cerdas y Montero (2004) recomiendan que el lavado se realice mediante agua con hipoclorito de sodio en concentración de 50 y 100 mg/l, la acción desinfectante del cloro se da por contacto, es decir, es instantánea, pero para asegurar que el agua de lavado llegue hasta los lugares más escondidos, se recomienda inmersión en el agua de lavado por 1 o 2 minutos.

En el producto del apio existen mayormente daños fisiológicos 41,67% y patológicos 33,33%. Dentro de los fisiológicos López (2003) menciona el quemado de los bordes en hortalizas de hoja y corazón negro en apio debido a deficiencias de calcio, podredumbres internas en diversas especies por deficiencias de boro, etc. Aunque el apio muestra una proporción considerable de daños mecánicos estos son menos frecuentes que en la lechuga y espinaca. Esto puede deberse a la estructura más rígida del apio, que soporta mejor el manejo. Sin embargo, un embalaje adecuado y un transporte cuidadoso ayudarían a mitigar estos daños.

Tabla 14*Sistema de clasificación de calidad del Zuquini*

Producto		Zuquini								
Fecha	Color	Textura	Tamaño	Frescura	Olor	Presencia de plagas	Limpieza	Tipo de daño		
								M	F	P
1/8/2024	5	5	5	5	5	5	5	X		
9/8/2024	4	4	5	5	4	4	4	X	X	
16/8/2024	5	5	5	5	5	5	5	X		
21/8/2024	4	3	4	4	4	4	4	X	X	X
2/9/2024	5	5	5	4	5	5	5	X		
Calificación promedio	4,6	4,4	4,8	4,6	4,6	4,8	4,6	62,50	25,00	12,50

La **Tabla 14** presenta un análisis cualitativo del zuquini en distintas fechas, evaluando características de calidad como color, textura, tamaño, frescura, olor, presencia de plagas, limpieza y tipo de daño (clasificado en mecánico, físico y patológico).

En promedio, el color obtuvo una calificación de 4,6 esto debido a que no se presentaba de un color verde uniforme, sino que presentaba ciertas partes del fruto amarillentas. Pomares (2018) menciona que el morfotipo del zucchini se caracteriza por presentar frutos uniformes y cilíndricos de color verde oscuro, por lo que cualquier alteración de estos parámetros influye directamente en la calidad del fruto determinada principalmente por la apariencia y el sabor.

En la característica de la textura se obtuvo un 4,4 de puntuación promedio. Este fruto adquiere una textura corchosa pero firme y suave, no debe sentirse blando ni demasiado duro. La piel suele ser lisa y brillante, sin arrugas ni signos de deshidratación. Fornaris (2012) indica que, si se nota una textura blanda, manchas oscuras, o una superficie pegajosa, podría ser señal de que el zucchini está en mal estado o comenzando a deteriorarse. Además, al cortarlo, la pulpa debe ser compacta y jugosa, sin áreas huecas ni blandas en el interior.

El tamaño obtuvo un valor de 4,8 lo que indica que su tamaño es adecuado. Suslow y Cantwell (2002) indican que los frutos alcanzan el tamaño deseado, incluso en estados muy inmaduros, antes de que las semillas comiencen a desarrollarse y endurecerse. Una cáscara suave y delgada, junto

con un brillo exterior, también son señales de una madurez temprana. El fruto entero es comestible, tanto crudo como cocido, sin necesidad de retirar las semillas ni el tejido que las contiene. Los frutos jóvenes y de menor tamaño tienden a ser más tiernos y suelen tener un sabor ligeramente dulce.

En el caso de la frescura la evaluación dio un valor de 4,6 y entre uno de los problemas que ocurren más frecuentemente en la postcosecha según Suslow y Cantwell (2002) es la deshidratación la pérdida de agua en los zuquini es un problema frecuente en esta etapa ya que, tras ser cosechadas, comienzan a perder firmeza y a marchitarse rápidamente, a menos que se enfríen de inmediato a las temperaturas recomendadas para su almacenamiento a corto plazo.

El olor del apio se evaluó con una calificación de 4,6. El zucchini fresco debe tener un olor suave y ligeramente vegetal, casi neutro y normal. No debería presentar ningún aroma fuerte ni desagradable. Si emite un olor agrio, rancio o parecido al amoníaco, esto indica que el zucchini está comenzando a descomponerse y ya no es apto para el consumo (Mercado & Martínez, 2010).

La presencia de plagas tiene un promedio de 4,8 este es un problema ya que provocan aberturas en el producto y dan como resultado daños en la superficie, como los provocados por insectos, cortes, magulladuras, daño por frío, impactos, compresión u otras situaciones que debiliten el tejido. Además, en ciertos casos, estos microorganismos contaminan solo la superficie de la fruta y no se desarrollan hasta que encuentran condiciones favorables. Algunos patógenos son capaces de disolver el tejido para entrar en la fruta, mientras que otros requieren aberturas para poder invadir su interior (Fornaris, 2012).

La limpieza fue calificada con un promedio de 4,6 indicando que en general es adecuada, pero de todas formas se presentan restos de suciedad del campo. Por eso importante llevar a cabo prácticas sanitarias que ayuden a reducir la posible incidencia de organismos patógenos en ellas, lo que podría afectar las frutas o la salud del consumidor (Fornaris, 2012).

En cuanto al tipo de daño o deterioro, se observa que el 62,50 % de las muestras presentan algún tipo de daño mecánico, en segundo lugar, los daños fisiológicos con un 25% y por último con un 12,50% los daños patológicos.

Esto indica que la mayoría de los problemas se deben a daños físicos, como cortes o magulladuras, seguidos de alteraciones fisiológicas (por ejemplo, problemas debidos a condiciones de almacenamiento o temperatura) y, en menor medida, daños causados por agentes patógenos, como hongos o bacterias. Esta información es útil para priorizar estrategias de manejo y minimizar las pérdidas en el proceso de producción y distribución.

Mediciones realizadas

La siguiente tabla muestra los resultados de las mediciones relacionados con las pérdidas de peso en los cuatro productos estudiados durante el proceso de producción.

Tabla 15

Mediciones de las pérdidas de alimentos en la empresa Vegetales la Huerta

Producto	Peso Inicial Total (kg)	Peso Final Total (kg)	Pérdida de Peso total (kg)	Tasa de Pérdida de Peso (%)	Merma en Vegetales la Huerta (%)
Lechuga	22,90	15,74	7,16	34,14	40
Espinaca	62,00	31,20	30,80	50,22	66
Apio	3,33	1,90	1,43	45,21	70
Zuquini	6,00	3,80	2,20	33,40	20

Los datos de pérdida de peso en los productos muestran variaciones significativas que reflejan tanto el tipo de producto, así como las condiciones de procesamiento.

La tasa de pérdida en la lechuga que se cuantifico en este estudio dio un valor de 34,14% lo cual es superior a la pérdida teórica del 25% que presenta López (2018), esto sugiere que pueden existir factores en el proceso que están generando mayores pérdidas de las esperadas. Sin embargo, al realizar la comparación con el valor de merma que se utiliza actualmente la cual es de 40% y la tasa de pérdida real de 34,14% que se calculó nos indica que se encuentra dentro del rango previsto

por la empresa. Esto indica que a pesar de que la pérdida es mayor de lo teóricamente ideal, aún se mantiene por debajo de las expectativas de la empresa Vegetales la Huerta S.A.

La tasa de pérdida real que se cuantifico en la espinaca es de 50,22% lo que es significativamente superior a la pérdida teórica esperada de 23% de acuerdo con López (2018), lo cual nos muestra que el producto está sufriendo pérdidas considerablemente más altas de lo esperado. Esto resalta la necesidad de revisar los procedimientos de manejo, manipulación y almacenamiento ya que al realizar la comparación con la pérdida asumida por la empresa la cual es de 66% podemos observar que, aunque la tasa de pérdida es alta con un 50,22%, se encuentra por debajo del límite establecido por Vegetales la Huerta S.A.

En el caso del Apio la tasa de pérdida real es de 45,21% lo que es superior a la pérdida teórica que presenta López (2018) de 37%. Esto indica que el apio sufre pérdidas más altas de lo que se anticipa teóricamente, sugiriendo que existen factores en el proceso que se podrían mejorar para minimizar las pérdidas generadas. Sin embargo, si se realiza la comparación con la pérdida presentada por Vegetales la Huerta S.A la cual es del 70%, la tasa de pérdida real que se cuantifico se encuentra por debajo del margen establecido por la empresa.

Finalmente, el zuquini presenta una tasa de pérdida real de 33,40% lo que es superior a la pérdida teórica presentada por López (2018) que inda un valor de 31%. Esto indica que el Zuquini está teniendo pérdidas más altas de lo que se prevé, posiblemente debido a la eliminación de partes no comestibles como el pedúnculo y las semillas, así como a factores relacionados al manejo y procesamiento. Ahora bien, al realizar la comparación con la pérdida asumida por Vegetales la Huerta S.A la cual es del 20%, se observa que se encuentra significativamente por encima del margen establecido en la empresa.

4. Búsqueda de soluciones (Synthesis)

4.1 Causas de pérdida de alimentos

Para determinar las causas se llevaron a cabo los siguientes procedimientos:

Evaluación de pérdidas de alimento

Durante los procesos de revisión preliminar, muestreo y sondeo se identificó distintas pérdidas de alimentos, en donde se observan variaciones en la cantidad de los productos afectados. Además,

se estudió tanto la magnitud de las mediciones de las pérdidas como los aspectos cualitativos relacionados con las características de calidad y por qué no era adecuado para su comercialización o consumo.

Identificación y descripción los síntomas que llevaron a esa pérdida

En este punto se describieron los síntomas que provocaron la pérdida de los alimentos, se clasificaron en síntomas mecánicos, fisiológicos y patológicos. Esto permitió profundizar en las principales causas subyacentes y con ello poder tomar decisiones sobre las acciones correctivas a implementarse para la reducción de las pérdidas en la empresa.

Verificación de causas alternas

A las tomar en cuenta la información recolectada de expertos, la revisión de bibliográfica y la investigación que se realizó en la empresa, se verificó con una mayor claridad aquellas causas alternas que están provocando las pérdidas de alimentos en la empresa.

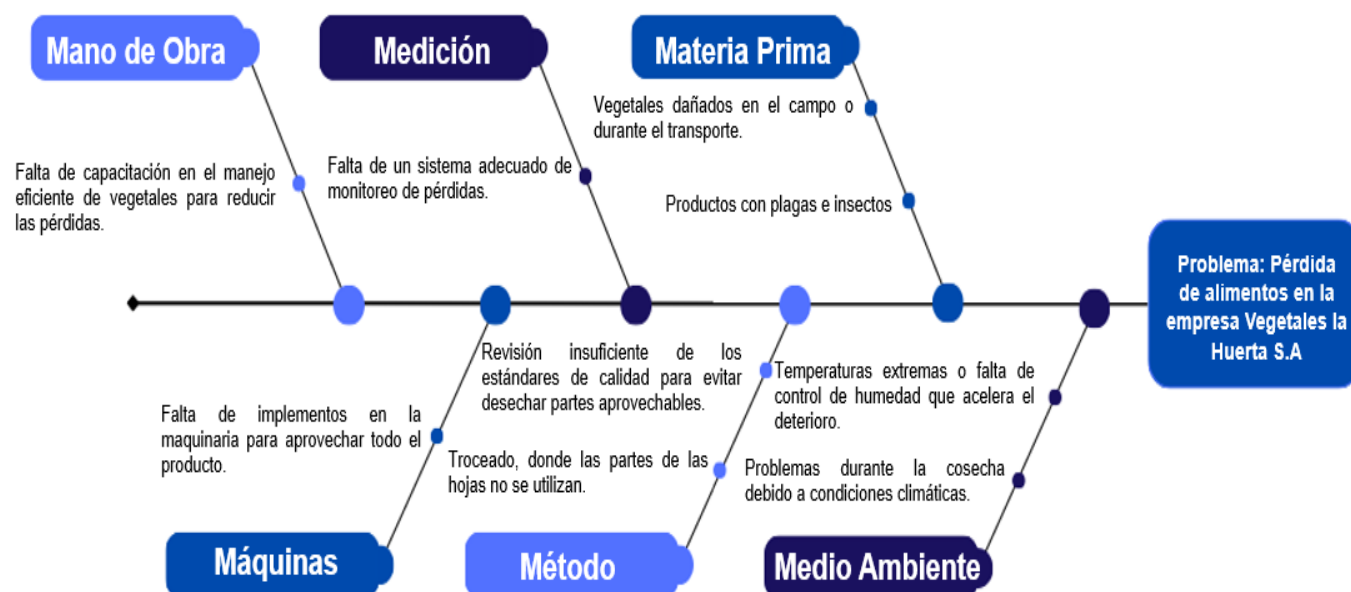
4.3 Causas subyacentes de las pérdidas generadas en Vegetales la Huerta S.A.

Identificación de las causas reales

Por medio del diagrama de Ishikawa se logró identificar las causas que estaban generando las pérdidas en la empresa Vegetales la Huerta S.A.

Figura 14

Diagrama de Ishikawa



Análisis de la Mano de Obra

A pesar de que los trabajadores están capacitados en técnicas de manipulación y manejo de los productos, durante las observaciones se notaron ciertos errores en cuanto al manejo del producto que pueden acelerar el deterioro de los vegetales y su vida útil.

Análisis de la Medición

El no contar con un sistema de monitoreo y análisis de las pérdidas a lo largo de sus procesos de producción provoca que sea difícil mapear las etapas específicas en donde ocurren las pérdidas mayores y además el cómo poder solucionar el problema.

Análisis de la Materia Prima

Los vegetales sufren daños en la cosecha y durante el transporte, esto puede ser a causa deficientes prácticas de cosecha y mal manejo en el trayecto hacia la planta, lo que provoca pérdidas a la hora de procesar el producto.

Aquellos productos con plagas e insectos pueden provocar vegetales con una baja calidad en donde en algunos casos partes de estos se descartan o se consideran defectuosos, por lo que genera una gran pérdida significativa.

Análisis de las Maquinas

Al realizar el picado o troceado de la mayoría de los productos se realiza manualmente, lo que genera algunas pérdidas debido a que las piezas no siempre quedan perfectamente uniformes o con las medidas específicas, como cuando los productos van en presentación de bastones. Sin embargo, al utilizar el implemento adecuado en la maquinaria que ya la empresa posee, se podría minimizar esta pérdida, ya que el proceso sería automatizado y los productos quedarían más uniformes, cumpliendo con los estándares que exigen los clientes.

Análisis del Método

Aquellos productos que no cumplen con los parámetros o estándares visuales, aunque se pueden consumir son desechados, por lo que se debe realizar un análisis muy minucioso de los estándares, ya que se pueden perder producto de manera innecesaria.

En el troceado del apio solo se comercializan los tallos, por otro lado, las hojas se descartan o de regalan a algunos trabajadores, lo que genera una pérdida. Estas hojas podrían ser aprovechadas de alguna manera.

Análisis del Medio Ambiente

Distintos factores como la temperatura y la humedad en el ambiente en donde se almacenan o transportan los productos, afectan la vida útil, si estos no se controlan de la forma correcta pueden provocar un deterioro más veloz.

Factores climáticos como lluvias, sequias pueden afectar los cultivos y reducir la calidad del producto que llega a planta.

4.4 Herramienta de monitoreo de las pérdidas generadas en la empresa Vegetales la Huerta S.A.

Mediante el Tablero de Control se observan patrones o tendencias de las pérdidas de alimentos que se están generando en la empresa, así como también evaluar el impacto de los distintos tipos de daño en la pérdida de peso para posteriormente orientar estrategias para reducir estas pérdidas en la cadena de producción de Vegetales la Huerta S.A.

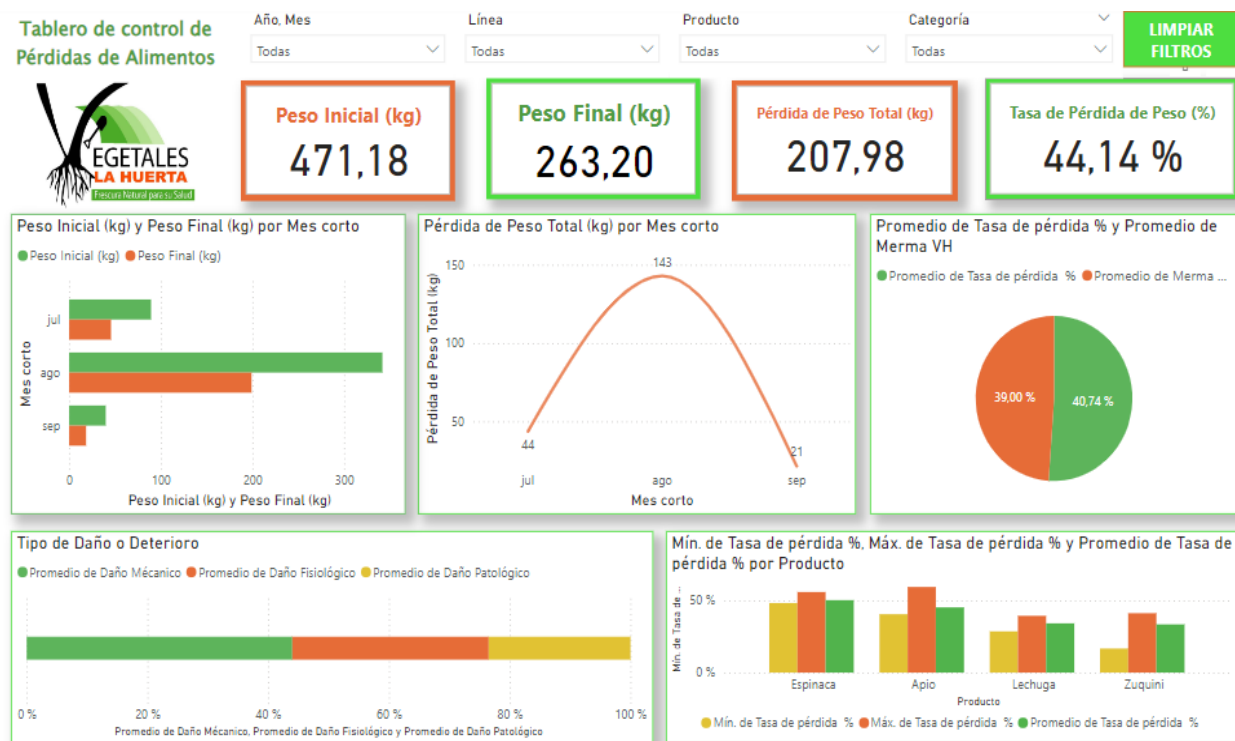
Por medio de esta herramienta de monitoreo se muestra un análisis visual y detallado de las pérdidas en peso que se están generando en los productos al ser procesados, estos se diferencian por categorías, tipos de daño y periodos de tiempo.

Herramienta de monitoreo

En la **Figura 15** se muestra el tablero de control para el monitoreo de las pérdidas de alimentos producidas en la empresa.

Figura 15

Tablero de control para el monitoreo de Pérdidas de Alimentos



Secciones del Tablero de Control

A continuación, se detalla cada sección y lo que representa:

Filtros Superiores

En la sección superior de la herramienta se muestran los filtros los cuales permiten ajustar la visualización con un menú desplegable según el periodo (año, mes), línea de producción, producto y categoría. Esto permite realizar un análisis específico en función de diferentes parámetros que se deseen visualizar. Además, se cuenta con un botón de limpiar Filtros que al presionarlo permite restablecer los filtros seleccionados a sus valores predeterminados o vacíos. Al hacer clic en este botón, el tablero se actualiza para mostrar todos los datos sin ninguna segmentación específica, permitiendo ver el panorama general de las pérdidas de alimentos sin restricciones. Esto es útil en casos de comenzar un nuevo análisis sin los filtros previamente aplicados.

Figura 16*Filtros Superiores*

Año, Mes Todas	Línea Todas	Producto Todas	Categoría Todas	LIMPIAR FILTROS

Tarjetas de Peso Inicial y Peso Final

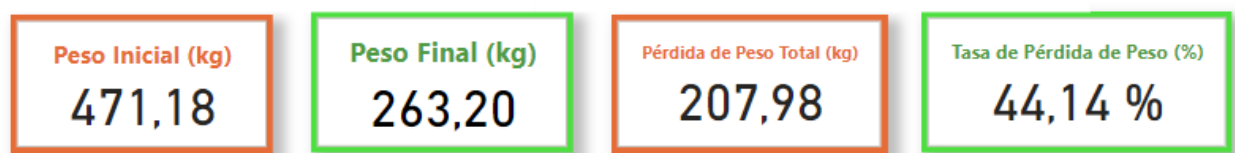
Indican el peso total de los productos al inicio y al final del proceso en kilogramos. Esta visualización permite mostrar valores individuales, indicadores clave o métricas de forma destacada y proporciona una visión rápida del rendimiento o el estado de métricas importantes.

Tarjeta de Pérdida de Peso Total

Esta métrica permite mostrar la cantidad total de peso perdido en kilogramos mediante la diferencia entre el peso inicial y el peso final.

Tarjeta de Tasa de Pérdida de Peso

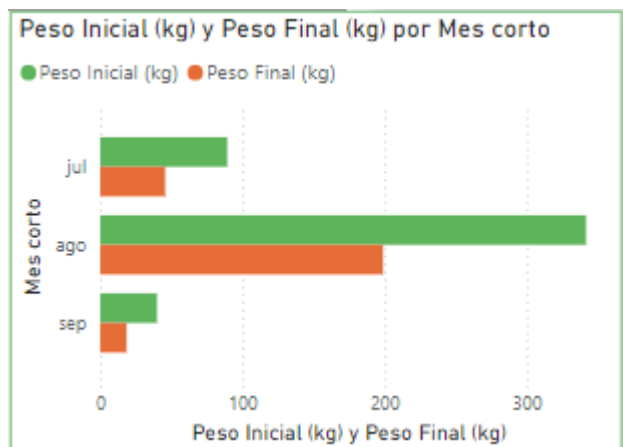
Por medio de este cálculo se indica el porcentaje total de pérdida de peso respecto al peso inicial. Esta métrica permite ver la magnitud de las pérdidas en relación con el volumen inicial de productos.

Figura 17*Tarjetas de Peso Inicial y Peso Final***Gráfico de Peso Inicial y Peso Final por Mes**

Para representar esta visualización se realizó un gráfico de barras que compara el peso inicial y el peso final en kilogramos de cada mes. Esto permite identificar variaciones mensuales en las pérdidas de peso. Por ejemplo, en agosto, parece haber una diferencia significativa entre el peso inicial y el final, sugiriendo mayores pérdidas.

Figura 18

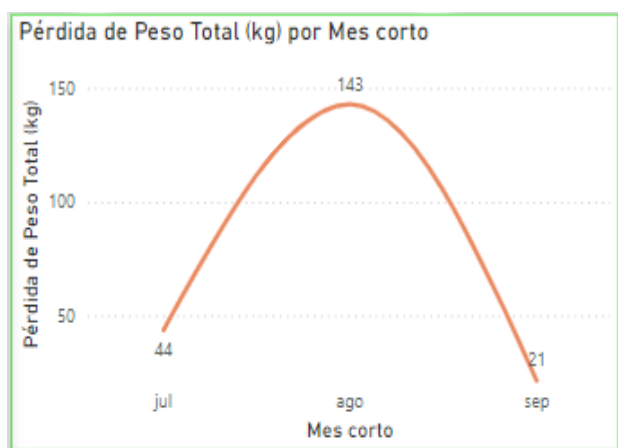
Gráfico de barras de peso inicial y el peso final

**Gráfico de Pérdida de Peso Total por mes**

El siguiente gráfico de líneas que muestra la cantidad total de peso perdido en kilogramos en cada mes.

Figura 19

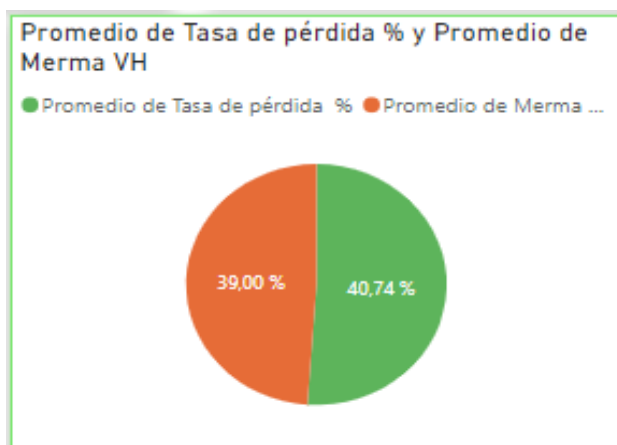
Gráfico de líneas de pérdida de peso total por mes

**Gráfico de Promedio de Tasa de Pérdida % y Promedio de Merma en Vegetales la Huerta S.A**

Por medio del gráfico de pastel se compara el porcentaje promedio de la tasa de pérdida calculado y el de merma que se utiliza en la empresa Vegetales la Huerta S.A. Este análisis puede ayudar a identificar si el problema está más relacionado con factores visuales o con el peso perdido.

Figura 20

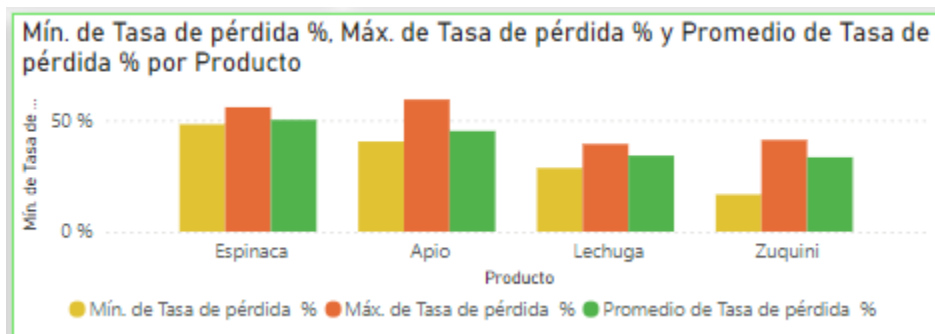
Gráfico de pastel promedio de tasa de pérdida y promedio de merma en Vegetales la Huerta S.A

**Gráfico de mínimo, máximo y promedio de la tasa de pérdidas**

Para analizar mejor la Tasa de Pérdidas en el proceso de producción y obtener una visión más completa, el gráfico de la **Figura 21** muestra los valores mínimo, máximo y promedio de esta tasa. Este tipo de visualización ayuda a identificar la variabilidad en la tasa de pérdida, detectar picos y analizar la consistencia de las pérdidas a lo largo del tiempo o en diferentes productos.

Figura 21

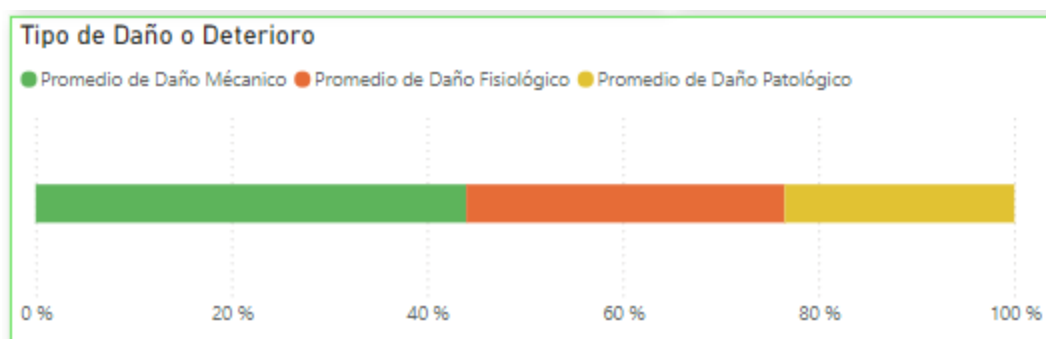
Gráfico de mínimo, máximo y promedio de la tasa de pérdidas

**Gráfico de Tipo de Daño o Deterioro**

Este gráfico de barras muestra el promedio de daños mecánico, fisiológico y patológico. Esto ayuda a entender el tipo de deterioro más común.

Figura 22

Gráfico de barras sobre tipo de daño o deterioro



Manual de Uso

Se creo el Manual de uso para el Tablero de control de Pérdidas de Alimentos (versión 1.0) ya que servirá como una guía completa para cualquier usuario que necesite usar o actualizar el tablero, asegurando que puedan maximizar el valor de esta herramienta y adaptarla a sus necesidades de análisis de pérdidas de alimentos en Vegetales La Huerta S.A.

Este manual cuenta con los siguientes contenidos:

1. Introducción.
2. Descarga de Power Bi.
3. Activación Completa de Funciones de Power Bi.
4. Actualización de Registros en la Base de Datos.
5. Visualización del Tablero.
6. Actualización de Visualizaciones.
7. Guardar el Tablero Final.
8. Publicar el Dashboard (Opcional).
9. Video tutorial.

Figura 23

Manual de Uso del Tablero de Control

**Figura 24**

QR para visualizar el Manual



Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

A continuación, se detallan las principales conclusiones:

Por medio del mapeo del flujo de proceso, se logró identificar esas etapas críticas en las que se producen mayores pérdidas significativas de los alimentos estudiados, las cuales son en el deshojado, cortado y troceado. Estas pérdidas se generaron principalmente por la eliminación de partes que no cumplen con los estándares de calidad establecidos por la empresa o que no son demandados por los clientes.

Mediante la aplicación del sistema de medición, registro y monitoreo se cuantificaron las pérdidas de cada tipo de producto, lo que proporciono datos específicos sobre el peso en kilogramos que se está perdiendo. Esto facilitará el análisis de patrones de pérdida y ayudará a establecer un control estadístico sobre la calidad de los vegetales, lo que a su vez también contribuirá con la implementación de soluciones concretas para minimizar las pérdidas en el proceso productivo.

Las principales causas encontradas fueron los defectos en el producto, problemas de manejo y la falta de aprovechamiento de las partes del producto menos demandadas. La identificación de estas causas permitirá a la empresa desarrollar estrategias específicas para reducir la pérdida y mejorar la eficiencia del proceso.

Se diseñó una herramienta de monitoreo específicamente para las condiciones operativas de Vegetales La Huerta S.A., lo que facilitará el registro continuo de las pérdidas. Esta herramienta permite a la empresa realizar un seguimiento en tiempo real, ajustar sus operaciones y realizar intervenciones rápidas cuando las pérdidas superan los límites establecidos, lo cual es crucial para el mantenimiento de la calidad y la reducción y prevención de las pérdidas en la planta.

5.2 Recomendaciones

A continuación, se detallan las principales recomendaciones:

Se recomienda revisar las etapas de deshojado, cortado y troceado, donde se identificaron mayores pérdidas, mediante ajustes en los criterios de selección de producto y la implementación de prácticas que permitan recuperar partes aprovechables generando un producto con valor agregado. Esto permitirá minimizar las pérdidas y mejorar el rendimiento en estas etapas críticas del proceso.

Se sugiere implementar el sistema de medición y registro, asegurando que se realice de manera constante y detallada. Esta práctica permitirá tomar decisiones informadas y cuantificar el impacto de las intervenciones, fomentando una cultura de monitoreo y mejora continua.

Es recomendable que la empresa aplique regularmente el diagrama de Ishikawa, para identificar y abordar oportunamente las causas de las pérdidas. Esta estrategia permitirá a la empresa anticiparse a problemas recurrentes, mejorando la calidad y reduciendo pérdidas de manera sostenible.

Se aconseja implementar la herramienta de monitoreo que permita la recopilación y análisis de datos en tiempo real sobre pérdidas en producción. Este recurso facilitará el ajuste rápido de los procesos, asegurando que la empresa pueda reducir las pérdidas y mejorar la eficiencia en línea con sus necesidades operativas específicas.

Bibliografía

- Agnusdei, G. P., Coluccia, B., Pacifico, A. M., & Miglietta, P. P. (2022). Towards circular economy in the agrifood sector: Water footprint assessment of food loss in the Italian fruit and vegetable supply chains. *Ecological Indicators*, 13710.1016/j.ecolind.2022.108781
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en una investigación. *11*(1-2), 6.
- Aldaco, R., Hoehn, D., Laso, J., Margallo, M., Ruiz-Salmón, J., Cristobal, J., Kahhat, R., Villanueva-Rey, P., Bala, A., Batlle-Bayer, L., Fullana-I-Palmer, P., Irabien, A., & Vazquez-Rowe, I. (2020). Food waste management during the COVID-19 outbreak: a holistic climate, economic and nutritional approach. *Science of The Total Environment*, 74210.1016/j.scitotenv.2020.140524
- AlisiosConsultores. (2024). *Plan de prevención de desperdicio alimentario*.
<https://alisiosconsultores.es/plan-prevencion-desperdicio-alimentario-tenerife/>
- Álvarez, J. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional*. (). Madrid:
- Amisada, L., & Huerta, Z. (2016). *MAPEO DE PROCESOS*. ORIZABA.
- Antonio, J., Vanegas, G., Gloria, H., González, B., & Alexy Florez, V. *MANUAL DE PROCESAMIENTO Y CONSERVACION DE LECHUGAS (lactuca sativa L.) VARIEDADES VERDE Y MORADA CRESPA MINIMAMENTE PROCESADAS*.
- Baquero, M., Cifrian, E., Viguri, J. R., & Andrés, A. (2023). Influence of the methodological approaches adopted on the food waste generation ratios. *Resources, Conservation and Recycling*, 19010.1016/j.resconrec.2023.106872
- Barker, H., Shaw, P. J., Richards, B., Clegg, Z., & Smith, D. M. (2023). Towards Sustainable Food Systems: Exploring Household Food Waste by Photographic Diary in Relation to Unprocessed, Processed and Ultra-Processed Food. *Sustainability*, 15(3)10.3390/su15032051
- Bebbington, J., & Unerman, J. (2018). Achieving the United Nations Sustainable Development Goals. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 31(1)10.1108/aaaj-05-2017-2929
- Berardo, I., Improta, M., Ordoñez, R., & Scaglioti, E. (2022). *Pérdidas de alimentos en el sector de agronegocios*. <https://www.idbinvest.org/en/download/18220#:~:text=En%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe%20se%20pierde%20el%2011,millones%20de%20toneladas%20al%20a%C3%B1o.>

- Blakeney, M. (2019). -chapter01.xhtml. *Food Loss and Food Waste: Causes and Solutions* (pp. 1–21). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788975391>
- Bloise, C. (2019). Collaboration in a circular economy. *Journal of Enterprise Information Management*, 33(4)10.1108/jeim-02-2019-0062
- Caeleigh, M. (2024). ¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos de negocios. Asana. <https://asana.com/es/resources/sipoc-diagram>
- Campos-Rodríguez, R., Brenes-Peralta, L., Garcia-Salas, A., & Jiménez-Morales, M. F. (2021). Food loss assessment in micro, small and medium-sized agro-industrial enterprises. *Revista Tecnología En Marcha*, 10.18845/tm.v34i3.5122
- Catagña, J. (2024). *Análisis de las técnicas de conservación de la lechuga (Lactuca sativa) para mejorar la comercialización en los productores agrícolas del cantón Chambo*.
- CCA. (2021). *Por qué y cómo cuantificar la pérdida y el desperdicio de alimentos: guía práctica - versión 2.0*. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. <http://www.cec.org/files/documents/publications/11869-why-and-how-measure-food-loss-and-waste-practical-guide-version-20-es.pdf>
- CEPAL. (2023). *La agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible una oportunidad para américa latina y el caribe objetivo, metas e indicadores mundiales gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- Cerdas, M., & Montero, M. (2004). *Guías Técnicas del manejo poscosecha de Apio y Lechuga*. Universidad de Costa Rica.
- Cerdas, M., & Montero, M. (2004). *Guías Técnicas del manejo poscosecha de apio y lechuga para el mercado fresco*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/J11-8683.pdf>
- Chávez, J., Osorio, F., Altamirano, E., Raymundo, C., & Dominguez, F. (2019). Modelo esbelto de gestión de producción para la reducción de desperdicios en PYMES del sector alimentos procesados. *Advances in Manufacturing, Production Management and Process Control*, 971, 1. 10.1007/978-3-030-20494-5_5

- Comisión Europea. (2014). *FUSIONS Definitional Framework for Food Waste*. (). <https://www.eu-fusions.org/index.php/publications/265-establishing-a-common-framework-for-food-waste-definition-and-identifying-its-drivers>
- Corrado, S., & Sala, S. (2018). Food waste accounting along global and European food supply chains: State of the art and outlook. *Waste Management*, 7910.1016/j.wasman.2018.07.032
- Crandall, P. G ;bryan, C. A., Wang, D., Gibson, K. E., & Obe, T. (2023). Environmental monitoring in food manufacturing: Current perspectives and emerging frontiers. *Food Control*, 15910.1016/j.foodcont.2023.110269
- Creswell, J., & Plano, V. (2017). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (2nd ed.). SAGE Publication, Inc.
- Dafdie, S. (2023). *Global Food Waste in 2024*. Greenly. <https://greenly.earth/en-us/blog/ecology-news/global-food-waste-in-2022>
- De Los Mozos, E. A., Badurdeen, F., & Dossou, P. (2020). Sustainable Consumption by Reducing Food Waste: A Review of the Current State and Directions for Future Research. *Procedia Manufacturing*, 5110.1016/j.promfg.2020.10.249
- Delgado, B., Dominique, D., Panchi, C., Valeria, D., Salazar, P., Tatiana, K., Pinos, P., Leonardo, R., Guano, R., & Belén, M. (2021). EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN DE LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS THE ISHIKAWA .14(88)
- Dora, M., Van Goubergen, D., Kumar, M., Molnar, A., & Gellynck, X. (2014). Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises (Article). *British Food Journal*, 116(1)10.1108/BFJ-05-2012-0107
- Dora, M., Biswas, S., Choudhary, S., Nayak, R., & Irani, Z. (2021). A system-wide interdisciplinary conceptual framework for food loss and waste mitigation strategies in the supply chain. *Industrial Marketing Management*, 9310.1016/j.indmarman.2020.10.013
- FAO. (2012). *Pérdidas y Desperdicios de alimentos en el mundo Alcance, causas y prevención*. (). Roma: <https://www.fao.org/3/i2697s/i2697s.pdf>
- FAO. (2014). *Food Loss Assessments: Causes and Solutions, Rome, Case Studies in Small-scale Agriculture and Fisheries Subsectors*. (). Rome: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/food-loss-reduction/Methodology - Food Loss Analysis - Causes and Solutions Aug2014.pdf

- FAO. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Roma: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- FAO. (2022). *Medir para reducir: se presentó el Tablero Operativo de Mermas y Sostenibilidad de Alimentos*. FAO en Argentina.
<https://www.fao.org/argentina/noticias/detail-events/zh/c/1543128/>
- FAO, & Save Food. (2015). *Evaluación de Pérdida de Alimentos: Causas y Soluciones*.
- Florez, R., & Ramirez, H. (1998). *Paquete de capacitación en manejo Post-Cosecha de espinaca*. file:///C:/Users/Usuario%20II%202024/Desktop/Ultimo%20semestre/TFG/III%20Avance/Discusi%C3%B3n/manejo_postcosecha_espinaca.pdf
- Fornaris, G. (2012). *COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA*. <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/12.-CALABAZA-COSECHA-Y-MANEJO-DESPUES-DE-LA-COSECHA.pdf>
- García, A. (2024). *Pérdidas y desperdicios de alimentos: Un desafío global para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible*. <https://blog.iica.int/blog/perdidas-desperdicios-alimentos-un-desafio-global-para-seguridad-alimentaria-desarrollo>
- García, A., & Pacheco, E. (2007). Efecto de la temperatura sobre la calidad postcosecha del apio criollo. *Agronomía Tropical*, 57(4)
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2007000400008
- García, G. (2023). *Investigan la percepción de los consumidores mexicanos sobre desperdicio de alimentos*. The Food Tech. <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/investigan-la-percepcion-de-los-consumidores-mexicanos-sobre-desperdicio-de-alimentos/#:~:text=La%20postura%20de%20M%C3%A9xico%20ante,lo%20cree%20ser%20muy%20necesario.>
- González, I. (2011). El monitoreo y la evaluación de las estrategias de desarrollo local: sus requerimientos metodológicos e informativos. 146(1-2)
- Goodwin, L. (2023). *Los beneficios globales de reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos*. <https://es.wri.org/insights/los-beneficios-globales-de-reducir-la-perdida-y-el-desperdicio-de-alimentos>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). *Global Food Losses and Food Waste*. Rome: <https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/library/details/en/c/266053/>

- Halloran, A., Clement, J., Kornum, N., Bucatariu, C., & Magid, J. (2014). Addressing food waste reduction in Denmark. *Food Policy*, 4910.1016/j.foodpol.2014.09.005
- Hanson, C., Lipinski, B., Nichols-Vinueza, A., Antonioli, V., Espinoza, L., Kenny, S., Sturzenegger, G., Espínola, N. & Delucia, S. (2022). *Manual de estrategias para reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos en América Latina y el Caribe*.
[file:///C:/Users/Usuario%202024/Downloads/Manual-de-estrategias-para-reducir-la-perdida-y-el-desperdicio-de-alimentos-en-America-Latina-y-el-Caribe%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario%202024/Downloads/Manual-de-estrategias-para-reducir-la-perdida-y-el-desperdicio-de-alimentos-en-America-Latina-y-el-Caribe%20(2).pdf)
- Hanson, C., Lipinski, B., Robertson, K., Dias, D., Gavilan, I., Gréverath, P., Fonseca, J., Van Otterdijk, R., Lomax, J., O'connor, C., Dawe, A., Swannell, R., Berger, V., Reddy, M., Somogyi, D., Tran, B., Leach, B., & Quested, T. (2016). *Food Loss and Waste Account and Reporting Standard*.
https://www.flwprotocol.org/wp-content/uploads/2017/05/FLW_Standard_final_2016.pdf
- Hernández, R., Fernández Carlos, & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGrawHill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4th ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Hidalgo, C. (2024). *Entrevistas vegetales la huerta*. M. Jiménez (Ed.).
- Hidalgo, D., & Marroquín, J. M. (2020). *El desperdicio de alimentos un problema global*. https://www.industriambiente.com/media/uploads/noticias/documentos/AT_Desperdicios_alimentarios.pdf
- Hines, P., Holwe, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking (Review). *International Journal of Operations and Production Management*, 24(10)10.1108/01443570410558049
- Hoehn, D., Vázquez-Rowe, I., Kahhat, R., Margallo, M., Laso, J., Fernández-Ríos, A., Ruiz-Salmón, I., & Aldaco, R. (2022). A critical review on food loss and waste quantification approaches: Is there a need to develop alternatives beyond the currently widespread pathways? *Resources, Conservation and Recycling*, 18810.1016/j.resconrec.2022.106671
- INIA. (2017). *Manual de producción de Lechuga*.
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/e96ddc42-19df-4be3-85cc-ae0f6b0c3dcc/content#:~:text=Las%20lechugas%20de%20este%20tipo%20son%20de,Lakes%20con%20hojas%20m%C3%A1s%20crespas%2C%20las%20menos>

- Ishangulyyev, R., Kim, S., & Lee, S. H. (2019). Understanding Food Loss and Waste—Why Are We Losing and Wasting Food? *Foods*, 8(8)10.3390/foods8080297
- Jiménez, J., Arias, L., Espinosa, L., Fuentes, L., Garzón, C., Gil, R., Niño, N. & Rodríguez, M. (2010). *El cultivo de la espinaca (Spinacia oleracea L.) y su manejo fitosanitario en Colombia*.
- https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/wysiwyg/pub_49_el_cultivo_de_la_espinaca_y_su_manejo.pdf
- Johnson, B., & Onwuegbuzie, A. (2004). Educational Researcher_Johnson_Mixed methods research A research_2004. *Educational Researcher*, 33(7), 17.
- https://sites.ualberta.ca/~dcl3/KT/Educational%20Researcher_Johnson_Mixed%20methods%20research%20A%20research_2004.pdf
- Kaoru Ishikawa. (1989). *Introducción al control de calidad* (1st ed.). Díaz de Santos.
- Krishnan, R., Agarwal, R., Bajada, C., & Arshinder, K. (2019). Redesigning a food supply chain for environmental sustainability – An analysis of resource use and recovery. *Journal of Cleaner Production*, 24210.1016/j.jclepro.2019.118374
- Krishnan, R., Agarwal, R., Bajada, C., & Arshinder, K. (2020). *Redesigning a food supply chain for environmental sustainability – an analysis of resource use and recovery*. Elsevier BV. 10.1016/j.jclepro.2019.118374
- Kusnandar, K., Van Kooten, O., & Brazier, F. M. (2021). COCREATE: a self-directed learning approach to agricultural extension programmes. *Development in Practice*, 31(5)10.1080/09614524.2021.1908229
- LearnMicrosoft. (2024). *Creación de informes y paneles en Power BI: documentación*. <https://learn.microsoft.com/pdf?url=https%3A%2F%2Flearn.microsoft.com%2Fes-es%2Fpower-bi%2Fcreate-reports%2Ftoc.json>
- Lemaire, A., & Limbourg, S. (2019). How can food loss and waste management achieve sustainable development goals? *Journal of Cleaner Production*, 23410.1016/j.jclepro.2019.06.226
- López, A. (2003). *Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas*. Roma: <https://www.fao.org/4/y4893s/y4893s00.htm#Contents>

- López, L. (2018). *Eficiencia de Procesos y Cuidado de los Costos en la Gastronomía*. <https://www.lucianolopezfuente.com.ar/eficiencia/eficiencia-de-procesos-y-cuidado-de-los-costos-en-la-gastronomia>
- Lu, S., & Wang, H. (2022). Market-oriented reform and land use efficiency: Evidence from a regression discontinuity design. *Land Use Policy*, 11510.1016/j.landusepol.2022.106006
- Luo, N., Olsen, T. L., & Liu, Y. (2021). A Conceptual Framework to Analyze Food Loss and Waste within Food Supply Chains: An Operations Management Perspective. *Sustainability*, 13(2)10.3390/su13020927
- MacNeil, C. (2024). *¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos de negocios*. Asana. <https://asana.com/es/resources/sipoc-diagram>
- Mak, T., Xiong, X., Tsang, D., Yu, I., & Poon, C. S. (2019). Sustainable food waste management towards circular bioeconomy: Policy review, limitations and opportunities. *Bioresource Technology*, 29710.1016/j.biortech.2019.122497
- Martínez, N., Menacho, Z., & Pachón-Ariza, F. (2014). Food loss in a hungry world, a problem? *Agronomía Colombiana*, 32(2), 284-293. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/43470/47109>
- McDaniel, S. (2023). *Sostenibilidad y ahorro en la manufactura de alimentos: 6 formas de eliminar el desperdicio*. Minitab. <https://blog.minitab.com/es/sostenibilidad-y-ahorro-en-la-manufactura-de-alimentos-6-formas-de-eliminar-el-desperdicio#:~:text=Realice%20un%20an%C3%A1lisis%20exhaustivo%20de%20la%20%C3%ADnea,de%20proceso%20o%20los%20mapas%20de%20la>
- Medina, M., Hurtado, D., Muñoz, J., Cervantez, D., & Izundegui, G. (2023). *Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo*. Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.105>
- Mercado, J., & Martínez, M. (2010). CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LA CALABAZA ZUCCHINI (Cucurbita Pepo L.) ENVASADA INDIVIDUALMENTE Y CONSERVADA EN REFRIGERACIÓN. *BIOtecnia*, 12(1)10.18633/bt.v12i2.90
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2013). Estrategia "Más alimento, menos desperdicio". <https://faolex.fao.org/docs/pdf/spa190109.pdf>
- Mira, J. (2022). *Método de clasificación ABC: qué es y cómo optimizar el inventario*. TOYOTA. <https://blog.toyota-forklifts.es/clasificacion-abc-para-optimizar-flujos->

[inventario#:~:text=La%20clasificaci%C3%B3n%20ABC%20es%20una,de%20manipulaci%C3%B3n%20de%20los%20art%C3%ADculos.](#)

Montero Vega, M., & Sánchez Gómez, I. (2022). Conductas de pérdidas y desperdicios de alimentos de tres sectores en Costa Rica. *Rivar*, 9(26)10.35588/rivar.v9i26.5589

Morales, C., & Pardo, J. (2011). *DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD POR APARIENCIA PARA VEGETALES FRESCOS PRECORTADOS*

Morga, J., & Brenig, M. (2012). *Lean Six Sigma For Dummies*® (2nd ed.). TJ International.

Nahman, A., & De Lange, W. (2013). Costs of food waste along the value chain: Evidence from South Africa. *Waste Management*, 33(11)10.1016/j.wasman.2013.07.012

Nariño, H., León, M., & Rivera, N. (2009). CRITERIOS PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE PROCESOS. (2), 1–7.

Neval. (2018). *Plagas y Enfermedades más importantes de la Lechuga*. <https://www.neval.com/plagas-enfermedades-mas-importantes-lechuga/>

ONU. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago:

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>

ONU(2023). *The-sustainable-development-goals-report-2023_Spanish*

[.https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf)

Ottone, S. (2014). *COMPORTAMIENTO EN POSTCOSECHA DE cvs. DE LECHUGA (Lactuca sativa L.) GX906, DRIFTER Y VALENCIA*

Pepe Baena. (2023). *¿Qué es la eficiencia operativa?* <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-la-eficiencia-operativa>

Perdana, T., Kusnandar, K., Perdana, H. H., & Hermiatin, F. R. (2023a). Circular supply chain governance for sustainable fresh agricultural products: Minimizing food loss and utilizing agricultural waste. *Sustainable Production and Consumption*, 41, 392. 10.1016/j.spc.2023.09.001

- Perdana, T., Kusnandar, K., Perdana, H. H., & Hermiatin, F. R. (2023b). *Circular supply chain governance for sustainable fresh agricultural products: Minimizing food loss and utilizing agricultural waste*. Elsevier BV. 10.1016/j.spc.2023.09.001
- Phenix. (2024). ¿Cómo realizo mi plan de prevención de las pérdidas y el desperdicio alimentario? <https://www.wearephenix.com/pro/es/como-realizo-mi-plan-de-prevencion-de-las-perdidas-y-el-desperdicio-alimentario/>
- Piñeros, Y. (2010). *Manual poscosecha de brócoli, espinaca y lechuga en la sabana de Bogotá*
- Piñeros, Y., & Montilla, M. (2009). *Evaluación del uso de atmósferas modificadas en la poscosecha de Espinaca*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19913/75514_56830.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pomares, T. (2018). *Aproximación genómica a la calidad del fruto de calabacín (cucurbita pepo) partenocarpia y metabolismo de azúcares*
- Priefer, C., Jörissen, J., & Bräutigam, K. (2016). Food waste prevention in Europe – A cause-driven approach to identify the most relevant leverage points for action. *Resources, Conservation and Recycling*, 10910.1016/j.resconrec.2016.03.004
- PROACCIONA. (2024). *Las mermas conforman el 22% del desperdicio alimentario de la industria alimentaria española*. <https://www.proacciona.es/como-reducir-las-mermas/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). *Informe sobre el índice de desperdicio de alimentos 2021*. Nairobi (Kenia): https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35280/FoodWaste_SP.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Ramírez, V. M., Peñuela S., L. M., & Pérez R., M. D. R. (2017). Los residuos orgánicos como alternativa para la alimentación en porcinos. *Revista De Ciencias Agrícolas*, 34(2), 109. 10.22267/rcia.173402.76
- Ramón Esparza-Rivera, J., Navarro Bravo, A., Kendall, P., Fortis Hernández, M., Rangel, P. P., & Meza Velázquez, J. A. (2013). Aceptabilidad de lechuga de hoja fresca troceada, tratada con ácido ascórbico mediante hidroenfriamiento* Acceptability of fresh cut leaf lettuce treated with ascorbic acid applied by hydrocooling. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 4(5) <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v4n5/v4n5a9.pdf>

- Red Costarricense para la disminución de pérdida y desperdicio de alimentos. (2018). Guía para medición de desperdicio de alimentos en cocinas institucionales o comedores. https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/2_guia_medicion_cocinas_web.pdf
- Rodríguez, A. (2020). Merma. <https://www.expansion.com/diccionario-economico/merma.html#:~:text=Se%20entiende%20por%20merma%20la,su%20volumen%2C%20longitud%2C%20etc.>
- Rodríguez, A., Mejías-Elizondo, R., Acuña-Piedra, A., & Vindas-Chacón, C. (2021). Evaluación de la pérdida y desperdicio de alimentos en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 34(4), 19. 10.18845/tm.v34i4.5160
- Rodríguez, M. (2022). *Análisis de las pérdidas y los desperdicios de alimentos (PDA) de la Agrocadena de Tomate en el canton de Palmares, provincia de Alajuela* <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/19143/1/47604.pdf>
- Rodríguez, Mejías, Acuña, & Vindas. (2021). Evaluación de la pérdida y desperdicio de alimentos en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 10.18845/tm.v34i4.5160
- Rui, H., & Liu, R. H. (2013). Health-Promoting Components of Fruits and Vegetables in the Diet. *Advances in Nutrition*, 4(3)10.3945/an.112.003517
- Ruiz, E., Moreno, J., & Suárez, R. (2019). *Buenas prácticas corporativas en materia de reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe.* <http://dx.doi.org/10.18235/0001570>
- Ruiz, P., González, C., & Alcalde, J. (2005). Análisis de causas raíz. Una herramienta útil para la prevención de errores. *Calidad Asistencial*, 20(2), 71–78.
- Sarkar, B., Debnath, A., Chiu, A. S. F., & Ahmed, W. (2022). Circular economy-driven two-stage supply chain management for nullifying waste. *Journal of Cleaner Production*, 33910.1016/j.jclepro.2022.130513
- Shaw, T., Rajendran, D., Raghuvanshi, S., & Lohani, S. (2023). Anaerobic co-digestion of unavoidable and avoidable food-waste with addition of eggshells and applied kinetic studies. *Materials Today: Proceedings*, 10.1016/j.matpr.2023.11.138

- Souza, A. L. D. C., Luckesi, M. V., Tavares, P. P. L. G., Druzian, J. I., & Cardoso, R. D. C. V. (2021a). Fruit and vegetable waste in retail: methodological pathways, scenarios, and reduction strategies. *Fruit and vegetable waste in retail: methodological pathways, scenarios, and reduction strategies* (pp. 34). Elsevier. 10.1016/b978-0-12-821912-6.00002-x
- Souza, A. L. D. C., Luckesi, M. V., Tavares, P. P. L. G., Druzian, J. I., & Cardoso, R. D. C. V. (2021b). *Fruit and vegetable waste in retail: Methodological pathways, scenarios, and reduction strategies*. Elsevier. 10.1016/b978-0-12-821912-6.00002-x
- Spang, E. S., Moreno, L. C., Pace, S. A., Achmon, Y., Donis-Gonzalez, I., Gosliner, W. A., Jablonski-Sheffield, M. P., Momin, M. A., Qusted, T. E., Winans, K. S., & Tomich, T. P. (2019). Food Loss and Waste: Measurement, Drivers, and Solutions. 10.1146/annurev-environ-101718-
- Suslow, T., & Cantwell, M. (2002). *Recomendaciones para mantener la calidad poscosecha*. <https://postharvest.ucdavis.edu/es/produce-facts-sheets/apio>
- Tecnológico de Costa Rica. (2020). *Red Costarricense para la Disminución de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos*. <https://www.tec.ac.cr/red-costarricense-disminucion-perdidas-desperdicios-alimentos>
- Teodoro, N. (2018). TIPOS DE INVESTIGACIÓN., 2. <https://core.ac.uk/outputs/250080756?source=oai>
- Trebbin, & Hassler. (2012). Farmers' Producer Companies in India: A New Concept for Collective Action? *Environment and Planning A*, 44(2) <https://doi.org/10.1068/a44143>
- UNEP. (2021). 2.^a Cumbre sobre Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en América Latina y el Caribe. [https://www.unep.org/es/events/evento-de-onu-medio-ambiente/2a-cumbre-sobre-reduccion-de-perdidas-y-desperdicios-de#:~:text=En%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe%20\(ALC\),pierden%20220%20millones%20de%20toneladas%20de%20alimentos.](https://www.unep.org/es/events/evento-de-onu-medio-ambiente/2a-cumbre-sobre-reduccion-de-perdidas-y-desperdicios-de#:~:text=En%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe%20(ALC),pierden%20220%20millones%20de%20toneladas%20de%20alimentos.)
- University of Illinois. (2016). *BPI-SIPOC-HowToGuide*. https://www.ait.uillinois.edu/UserFiles/Servers/Server_474/File/Professional_Services/BPI/BPI-SIPOC-HowToGuide.pdf
- Vegetales la Huerta. (2024). *Vegetales la Huerta S.A.* <https://vegetaleslahuerta.com/>

- Verdesoto, A., Castro, N., & Guevara, G. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *ReciMundo*, 4(3), 166. 10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173
- Wang, R., Lu, S., Zhou, L., Yang, Z., Tang, Z., Zhao, M., & Cheng, G. (2023). *Assessing nutritional and economic aspects of food loss and waste in china*. Elsevier BV. 10.1016/j.spc.2023.09.010
- Ydrogo, J., & Pérez, S. (2016). *PROPUESTA DE UN INFORME TÉCNICO PARA ACREDITAR MERMAS COMO COSTO O GASTO DEDUCIBLES AL IMPUESTO A LA RENTA EN LA EMPRESA J & S SAC EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE EN EL PERIODO 2013*
- Zolezzi, M., Ing, V., Agrónomo, Coordinador, D., Programa, N., De, T., Tecnológica, Patricio, A. R., Ing, Encargado, Saavedra, G., Ing, D. R., Agrónomo, L., Platina, Platina, F., Corradini, S. I., Platina, A., Antúnez, B. I., Platina, S., Felmer, E., Agrónoma, Rayentué, I., Estay, P., Ing, P., Agrónoma, L., Platina, P., Sepúlveda, R., Esquivel, C., & Río, R. D. *Coordinadores responsables*.

Capítulo VII. Apéndices y Anexos

7.1 Apéndices

Apéndice 1

Tabla 16

Matriz de Marco Teórico

Objetivo Específico	Teoría Temática	Autores y años
Identificar las etapas críticas dónde se generan las pérdidas en el proceso de producción mediante un mapeo detallado del flujo de proceso.	Concepto de proceso.	(Álvarez, 2017)
	Concepto de Mapa de proceso.	(Nariño et al., 2009, p.1)
	Procedimiento de Mapeo de proceso.	(McDaniel, 2023)
Cuantificar las pérdidas por medio de un método de medición y registro de pérdidas.	Concepto de pérdidas de alimentos.	(Blakeney, 2019, p.1)
	Clasificación de las pérdidas.	(Mak et al., 2019)
	Porcentaje de pérdida en los grupos de alimentos.	(Gustavsson et al., 2011, p.2)
	Gestión de las pérdidas.	(FAO, 2014, p.1)
	Medición de las pérdidas de alimentos.	(Shaw et al., 2023)
	Prácticas de medición de pérdidas aplicadas y descritas en las empresas.	(Baquero et al., 2023)
	Cuantificación de las pérdidas de alimentos.	(Barker et al., 2023) (Ydrogo & Pérez, 2016, p.17)

	Factores que afectan la cuantificación de las pérdidas reales. Ejemplos de los costos y beneficios asociados a la cuantificación y reducción de las pérdidas de alimentos.	(Berardo et al., 2022, p.13) (Lu & Wang, 2022) (De Los Mozos et al., 2020) (Ishangulyyev et al., 2019) (Dafdie, 2023) (Lemaire & Limbourg, 2019) (Hines et al., 2004) (Spang et al., 2019)
Determinar las causas subyacentes de las mermas para la prevención y su recurrencia en la planta agroindustrial de Vegetales la Huerta S.A.	Caracterización sectorial de la problemática. Análisis de la causa raíz. Importancia de la determinación de la causa raíz. Principales causas que contribuyen a las pérdidas de alimentos.	(Berardo et al., 2022, p.13) (Aldaco et al., 2020) (Nahman & De Lange, 2013) (Priefer et al., 2016) (Martínez et al., 2014, p.284) (Hanson et al., 2022)
Elaborar una herramienta de monitoreo y evaluación de las pérdidas generadas en la empresa Vegetales la Huerta S.A para el ajuste de la estrategia según sea necesario.	Importancia del monitoreo y evaluación. Tableros de control.	(Crandall et al., 2023) (Hanson et al., 2022) (Orozco, 2020) (FAO, 2022)

Apéndice 2

¿Las condiciones sanitarias son adecuadas?

Según las observaciones realizadas las condiciones sanitarias son controladas en todas las etapas del manejo y procesamiento de los vegetales esto para prevenir contaminaciones. Esto incluye limpieza frecuente de las instalaciones, uso de ropa y equipo adecuado por parte del personal, y desinfección de las herramientas que se utilizan.

¿Hay animales deambulando libremente donde los productos alimenticios son manejados o procesados?

No se observan animales en las áreas de manejo o procesamiento de alimentos. La empresa posee medidas estrictas para evitar la entrada de animales.

¿La higiene personal de productores, acopiadores y procesadores es adecuada?

La higiene personal es prioritaria, esto incluye el lavado de manos frecuente, el uso de guantes, gorros y delantales limpios, y las buenas prácticas de manipulación de alimentos.

¿Los productos (alimento) están aislados de fuentes potenciales de contaminación (¿suelo, insectos, pájaros, químicos, otras personas, etc., cómo?

Los productos eran manipulados en áreas limpias, pero en ocasiones las cajas no eran colocadas en tarimas provocando así una fuente de contaminación al producto.

¿Los productos están protegidos del sol y la lluvia, cómo?

Para evitar el deterioro, los productos estaban resguardados de las altas temperaturas y almacenados en lugares frescos y secos. Esto se logra mediante el almacenamiento en el interior de la planta o en ocasiones en el cuarto frío.

¿Se da enfriamiento de producto?

En la mayoría de los casos este enfriamiento no se realiza ya que conforme llega el producto a la planta se procesa.

¿Los productos se empacan y almacenan adecuadamente, sin atrasos?

Los productos se empacan y almacenan inmediatamente después del procesamiento para evitar el deterioro, ya que cualquier retraso puede aumentar las pérdidas por descomposición o daño.

¿Los productos se manejan con cuidado para evitar daños?

La mayor parte de las veces los productos son manejados con sumo cuidado durante todas las etapas del procesamiento esto para evitar magulladuras, cortes u otros daños que puedan acelerar la pérdida de calidad.

¿Se usa agua potable para lavar los productos o el equipo?

Sí se usa agua potable ya que es crucial para prevenir la contaminación microbiana de los productos y del equipo de procesamiento.

¿Cuáles son los tipos de producto disponibles o producido?

En la empresa Vegetales La Huerta S.A., los productos que comercializan son principalmente frutas y vegetales ya sea como mínimamente procesados o como producto entero.

¿Cuáles son las medidas o unidades de comercialización empleados, cómo las miden?

Las medidas y unidades de comercialización generalmente incluyen peso en kilogramos o ramos de 20-50 gr esto más que todo en las hierbas aromáticas. Estas medidas las realizan usando balanzas calibradas.

¿Se están procesando adecuadamente los productos?

Se realizan las operaciones de procesamiento adecuado que incluye las operaciones unitarias básicas como la selección, corte, lavado, desinfección, escurrido, enfriamiento y empaquetado con las condiciones óptimas para cada tipo de producto.

¿Qué métodos de procesamiento y equipo se utiliza?

Dependiendo del producto, el equipo puede incluir cuchillos para trocear, lavadoras para escurrir, cámara de refrigeración y sistemas de empaquetado y empacado.

¿Qué medidas se están empleando para afrontar o controlar pérdidas?

Las medidas incluyen una selección cuidadosa del producto, el uso de prácticas adecuadas para la conservación, la mejora en el manejo post-cosecha, y la donación de partes no comercializables para alimentación animal.

¿Qué tan efectivas son las medidas de reducción de pérdidas?

La efectividad de las medidas se estará evaluando mediante el seguimiento de las tasas de pérdida antes y después de la implementación de estas, y ajustarlas según los resultados obtenidos.

Apéndice 3

Tabla 17

Presentación de resultados: seguimiento de lote y muestreo

A	Fecha			
B	Línea			
C	Producto		Categoría	
D	Peso Inicial			
E	Peso Final			
F	Pérdida de Peso Total (D-E)			
G	Tasa de Pérdida (F/D)*100			
H	% Merma Vegetales la Huerta			
I	Tipo de deterioro o daño	Mecánico	Fisiológico	Patológico

Apéndice 4

Lechuga

Tabla 18

Características evaluadas para el análisis cualitativo en Lechuga

Criterio	Descripción	Calificación	
Color	Muy amarilla o con manchas	1	Muy deficiente
	Color irregular, algunas manchas	2	Deficiente
	Verde, pero algo de opaco	3	Aceptable
	Verde brillante, pocas imperfecciones	4	Bueno
	Color perfecto, uniforme	5	Excelente
Textura	Hojas marchitas y blandas	1	Muy deficiente
	Algo blandas o marchitas	2	Deficiente
	Textura adecuada, pero algo suave	3	Aceptable
	Firmes y crujientes	4	Bueno
	Muy crujientes y firmes	5	Excelente
Tamaño	Tamaño muy pequeño	1	Muy deficiente
	Tamaño irregular	2	Deficiente
	Tamaño aceptable, algo variable	3	Aceptable
	Tamaño mayormente uniforme.	4	Bueno
	Tamaño perfecto y uniforme	5	Excelente
Frescura	Muy marchitas y amarillas	1	Muy deficiente
	Algo marchitas	2	Deficiente
	Frescura adecuada, pero no ideal	3	Aceptable
	Muy frescas, solo ligeramente marchitas	4	Bueno

	Extremadamente frescas	5	Excelente
Olor	Olores muy desagradables	1	Muy deficiente
	Olores poco frescos	2	Deficiente
	Olor fresco, pero no intenso	3	Aceptable
	Olor fresco y agradable	4	Bueno
	Olor muy fresco y distintivo	5	Excelente
Presencia de plagas	Muchos insectos visibles	1	Muy deficiente
	Algunos daños visibles	2	Deficiente
	Sin plagas, pero algunas marcas	3	Aceptable
	Sin plagas, daños mínimos	4	Bueno
	Totalmente libre de plagas	5	Excelente
Limpieza	Muy sucia, con tierra	1	Muy deficiente
	Algo sucia, con impurezas	2	Deficiente
	Limpieza adecuada, pero algo de impurezas	3	Aceptable
	Muy limpia, pocas impurezas	4	Bueno
	Totalmente limpia y brillante	5	Excelente

Espinaca

Tabla 19

Características evaluadas para el análisis cualitativo en Espinaca

Criterio	Descripción	Calificación
Color	Hojas amarillentas o con manchas grandes	1 Muy deficiente

	Color irregular, algunas manchas pequeñas	2	Deficiente
	Verde adecuado, pero con leve decoloración	3	Aceptable
	Verde intenso, algunas imperfecciones leves	4	Bueno
	Verde profundo y uniforme, sin defectos	5	Excelente
Textura	Hojas muy blandas o marchitas.	1	Muy deficiente
	Hojas algo blandas o dobladas.	2	Deficiente
	Textura adecuada, pero no totalmente fresca.	3	Aceptable
	Firmes y frescas, con leve flexibilidad	4	Bueno
	Hojas muy firmes y frescas	5	Excelente
Tamaño	Tamaño muy desigual o inadecuado.	1	Muy deficiente
	Variaciones notables en el tamaño.	2	Deficiente
	Tamaño aceptable, con ligeras diferencias.	3	Aceptable
	Tamaño mayormente uniforme.	4	Bueno
	Tamaño uniforme y adecuado.	5	Excelente
Frescura	Hojas completamente marchitas	1	Muy deficiente
	Algo marchitas, con bordes secos.	2	Deficiente
	Frescura adecuada, pero con signos leves de marchitamiento.	3	Aceptable
	Muy frescas, pero con ligeros signos de deshidratación.	4	Bueno
	Extremadamente frescas, sin signos de desgaste.	5	Excelente
Olor	Olor desagradable o fermentado.	1	Muy deficiente

	Olor poco fresco o con tonos no característicos.	2	Deficiente
	Olor fresco, pero algo débil.	3	Aceptable
	Olor fresco y característico.	4	Bueno
	Olor fresco y agradable	5	Excelente
Presencia de plagas	Muchos huecos y daños por plagas.	1	Muy deficiente
	Daños visibles, pero no excesivos.	2	Deficiente
	Huecos mínimos o daños ligeros.	3	Aceptable
	Daños muy leves, casi imperceptibles.	4	Bueno
	Sin daños visibles, libre de plagas.	5	Excelente
Limpieza	Muy sucia, con tierra o impurezas evidentes.	1	Muy deficiente
	Algunos residuos de tierra o impurezas.	2	Deficiente
	Limpieza adecuada, pero con restos mínimos.	3	Aceptable
	Muy limpia, con pocas impurezas.	4	Bueno
	Totalmente limpia, sin residuos visibles.	5	Excelente

Apio

Tabla 20

Características evaluadas para el análisis cualitativo en Apio

Criterio	Descripción	Calificación
Color	Color amarillento o manchas grandes.	1 Muy deficiente
	Color deslucido, algunas manchas.	2 Deficiente
	Verde, pero con leve decoloración o manchas pequeñas.	3 Aceptable

	Verde brillante, con pocas imperfecciones.	4	Bueno
	Verde intenso y uniforme.	5	Excelente
Textura	Tallos blandos o fibrosos.	1	Muy deficiente
	Tallos algo blandos o con fibrosidad notable.	2	Deficiente
	Textura adecuada, pero algo menos crujiente.	3	Aceptable
	Firmes y mayormente crujientes.	4	Bueno
	Muy firmes y crujientes.	5	Excelente
Tamaño	Tamaño muy desigual o inadecuado.	1	Muy deficiente
	Variación notable en el tamaño de los tallos.	2	Deficiente
	Tamaño aceptable, pero no completamente uniforme.	3	Aceptable
	Tamaño mayormente uniforme, con ligeras variaciones.	4	Bueno
	Tamaño adecuado y uniforme.	5	Excelente
Frescura	Tallos marchitos, con bordes secos o quebradizos.	1	Muy deficiente
	Algunos tallos ligeramente marchitos o secos.	2	Deficiente
	Frescura adecuada, pero con ligeros signos de deshidratación.	3	Aceptable
	Muy frescos, con bordes apenas secos.	4	Bueno
	Extremadamente frescos y firmes.	5	Excelente
Olor	Olor desagradable o a podrido.	1	Muy deficiente
	Olor poco fresco o con tonos extraños.	2	Deficiente
	Olor fresco, pero débil.	3	Aceptable

	Olor fresco y característico.	4	Bueno
	Olor muy fresco y distintivo.	5	Excelente
Presencia de plagas	Daños considerables o presencia de plagas visibles.	1	Muy deficiente
	Daños visibles, aunque no graves.	2	Deficiente
	Huecos o marcas leves.	3	Aceptable
	Daños muy ligeros o casi imperceptibles.	4	Bueno
	Sin daños visibles ni plagas.	5	Excelente
Limpieza	Tallos sucios, con tierra o impurezas evidentes.	1	Muy deficiente
	Algunos residuos de tierra o impurezas.	2	Deficiente
	Limpieza adecuada, pero no total.	3	Aceptable
	Muy limpio, con pocas impurezas.	4	Bueno
	Totalmente limpio, sin residuos visibles.	5	Excelente

Zuquini

Tabla 21

Características evaluadas para el análisis cualitativo en Zuquini

Criterio	Descripción		Calificación
Color	Color deslucido o con manchas evidentes.	1	Muy deficiente
	Zonas descoloridas o manchas leves.	2	Deficiente
	Verde adecuado, con ligeras decoloraciones.	3	Aceptable
	Verde brillante, con pocas imperfecciones.	4	Bueno

	Verde uniforme y vibrante, sin manchas.	5	Excelente
Textura	Superficie blanda, con magulladuras visibles.	1	Muy deficiente
	Algunas áreas blandas o con pequeñas magulladuras.	2	Deficiente
	Textura firme, pero con pequeñas zonas blandas.	3	Aceptable
	Firmeza general, con muy pocas imperfecciones.	4	Bueno
	Muy firme, sin magulladuras.	5	Excelente
Tamaño	Tamaño muy desigual o inadecuado.	1	Muy deficiente
	Variaciones significativas en el tamaño	2	Deficiente
	Tamaño aceptable, pero no uniforme.	3	Aceptable
	Tamaño mayormente uniforme, con pocas variaciones.	4	Bueno
	Tamaño adecuado y completamente uniforme.	5	Excelente
Frescura	Zuquini marchito o con signos de deshidratación.	1	Muy deficiente
	Algunas zonas secas o marchitas.	2	Deficiente
	Fresco, pero con leves signos de deshidratación.	3	Aceptable
	Muy fresco, con pocos signos de deshidratación.	4	Bueno
	Extremadamente fresco, sin signos de desgaste.	5	Excelente
Olor	Olor desagradable o a podrido.	1	Muy deficiente
	Olor débil o algo extraño.	2	Deficiente
	Olor fresco, pero no intenso.	3	Aceptable

	Olor fresco y característico.	4	Bueno
	Olor muy fresco y distintivo.	5	Excelente
Presencia de plagas	Huecos o daños graves por plagas.	1	Muy deficiente
	Algunos daños visibles o huecos pequeños.	2	Deficiente
	Leves daños superficiales o huecos mínimos.	3	Aceptable
	Daños muy ligeros, casi imperceptibles.	4	Bueno
	Sin daños visibles por plagas.	5	Excelente
Limpieza	Mucha suciedad o impurezas evidentes.	1	Muy deficiente
	Algunos residuos de tierra o suciedad visible.	2	Deficiente
	Limpieza aceptable, con algunas impurezas.	3	Aceptable
	Muy limpio, con pocas impurezas.	4	Bueno
	Totalmente limpio, sin residuos visibles.	5	Excelente

7.2 Anexos

Anexo 1

Figura 25

Hoja de % de mermas que maneja la empresa Vegetales la Huerta S.A

PROGRAMACIÓN DIARIA DE PRODUCTO ENTERO PARA PROCESO								
Fecha: 02								
Código	% Merma	Producto	Desperdicio a favor(kg)	Pedido del cliente(kg/unidad)	Cantidad (kg)	Cantidad (unidades)	Devolución a planta	
2	30	Ajo						
6	70	Apio						
264	40	Arracache						
267	40	Brocoli						
23	20	Cebolla						
25	20	Cebolla morada						
28	20	Cebollino						
385	20	Chayote						
386	20	Chile primera						
88	50	MANGO						
431	50	Coliflor						
41	40	Culantro castilla						
44	40	Culantro coyote						
358	20	Elote tuza						
61	66	Espinaca kg(TALLO)						
61	66	Espinaca kg(HOJA)						
79	40	L. Americana						
74	40	L. Americana H.						
104	50	ELOTE DESGRANADO						
394	30	KALE						
130	40	Papa suelta						
131	50	Papaya						
401	80	Piña						
153	30	Remolacha						
155	20	Repollo morado						
156	20	Repollo verde						
105	20	Vainica suelta						
478	50	Yuca						
486	25	Zanahoria suelta						
123	20	Zapallo						
135	20	Zuquini						
71	-	Limón mand						