



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
José Martí Pérez

FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS Y EMPRESARIALES
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

*Trabajo de Diploma en opción al
Título de Ingeniera Industrial*

TÍTULO: Análisis de la sostenibilidad de la cadena de
suministro de frutas en Sancti Spíritus

AUTORA: Claudia Teresa Molinet Palmero

TUTORA: Ing. Yadira Rodríguez Fernández

Curso: 2018-2019

RESUMEN

Al analizar las pérdidas y desperdicios de alimentos se pudo determinar que estos impactan la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, reducen la disponibilidad local y mundial de comida, generan pérdidas de ingresos para los productores, aumentan los precios para los consumidores e impactan de manera negativa en su nutrición y salud, y afectan al medio ambiente debido a la utilización no sostenible de los recursos naturales y económicos lo que provoca un limitado acceso a fuentes energéticas nutritivas para la población y el consiguiente incremento del nivel de importaciones por el país. De forma general no existe un índice global de sostenibilidad dado por la variedad de criterios al respecto. Por tanto, esta investigación propone metodología para el análisis de sostenibilidad de cadena de suministro de frutas basada en la herramienta Mapeo de flujo de valor, la cual se basa en la definición de criterios para la evaluación de los procesos de la cadena, la identificación de los factores que afectan su sostenibilidad, así como de las actividades que no añaden valor y que influyen negativamente en la sostenibilidad desde el punto de vista económico, ambiental y social con el objetivo de definir acciones de mejora. Una vez aplicada la metodología propuesta en la cadena de suministro de pulpa de mango se detectaron afectaciones de carácter económico, social y ambiental, tales como el desperdicio de materias primas e insumos, pérdidas de producciones en proceso, emisiones contaminantes y riesgos en el ambiente de trabajo. Por tanto, se propone reducir la pérdida de materias primas e insumos y de producciones en proceso, reducir emisiones contaminantes, eliminar riesgos de trabajo, todo lo cual contribuiría de forma positiva a la sostenibilidad de la cadena.

ABSTRACT

By analyzing food losses and waste, it was determined that these impacts the sustainability of food systems, reduce local and global availability of food, generate income losses for producers, increase prices for consumers and negatively impact on their nutrition and health, and affect the environment due to the unsustainable use of natural and economic resources, which causes limited access to nutritious energy sources for the population and the consequent increase in the level of imports by the country. In general, there is no global index of sustainability given by the variety of criteria in this regard. Therefore, this research proposes a methodology for sustainability assessment of fruits supply chains based on the Mapping value flow tool, which is based on criteria definition for processes evaluation in the chain, the identification of factors that affect its sustainability, as well as activities that do not add value and negatively influence sustainability from the economic, environmental and social points of view, with the aim of defining improvement actions. Once the proposed methodology was applied in the mango pulp supply chain, there were detected economic, social and environmental problems, such as raw materials and inputs waste, production in process losses, greenhouse gases emissions and risks in the environment of work. Therefore, it is proposed to reduce raw materials and inputs waste, productions in process losses, greenhouse gases emissions and to eliminate labor risks, all of which would contribute positively to the sustainability of the chain.

INDICE

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	6
1.1. Cadenas de Suministro Agro-alimentarias (CSA-A).....	6
1.1.1. Gestión de Cadenas de Suministro	9
1.1.2. Alimentos Perecederos	10
1.1.3. Causas de las Pérdidas y el Desperdicio	11
1.2. Desarrollo Sostenible y Seguridad Alimentaria	13
1.2.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible y de la Seguridad Alimentaria	15
1.2.2. Dimensiones de Sostenibilidad y de Seguridad Alimentaria	17
1.2.3. Indicadores de desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria	19
1.2.4. Análisis de Sostenibilidad	20
1.3. Mapeo del flujo de valor	21
1.3.1. Beneficios y limitaciones en la aplicación del VSM	22
1.3.2. Evolución de la inclusión de métricas sostenibles en el VSM	23
1.4. Situación de la Producción de Alimentos en el Mundo	25
1.4.1. Producción de Alimentos en Cuba	27
1.5. Prácticas para la disminución de pérdidas y desperdicios en la agricultura.....	29
1.5.1. Evidencia de prácticas sostenibles en Cuba	32
CAPÍTULO 2: PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE LA SOSTENIBILIDAD DE CADENAS DE SUMINISTRO DE FRUTAS	34
2.1. Justificación del diseño del procedimiento para procedimiento para la mejora de la sostenibilidad de cadenas de suministro de frutas	34
2.2. Bases del procedimiento para el análisis de sostenibilidad de cadenas de suministro de frutas.....	35
2.3. Desarrollo del procedimiento para el análisis de sostenibilidad de cadenas de suministro de frutas.....	37
Paso 1: Descripción de los procesos en la cadena de suministro a analizar	38
Paso 1.1: Formación del equipo de trabajo	39
Paso 2: Definición de criterios e indicadores a analizar en cada proceso	44
Paso 3: Mapa de flujo de valor del estado actual de la cadena	50
Paso 4: Evaluación de la sostenibilidad de la cadena	51
Paso 5: Mapeo del flujo de valor del estado futuro de la cadena	53

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE FRUTAS. CASO DE ESTUDIO: PULPA DE MANGO	54
3.1. Descripción de los procesos en la cadena de suministro a analizar	54
3.1.1. Formación del equipo de trabajo	54
3.1.2. Identificación de los procesos y sus interrelaciones	55
3.1.3. Documentación de los procesos	56
3.2. Definición de criterios e indicadores a analizar en cada proceso	56
3.2.1. Procesos que requieren grandes cantidades de insumos.....	56
3.2.2. Procesos que emiten grandes cantidades de salidas.....	60
3.2.3. Procesos que son más visible para los clientes	62
3.2.4. Procesos que presentan riesgos en el ambiente de trabajo	62
3.2.5. Procesos que con regularidad generan problemas.....	62
3.3. Mapeo del flujo de valor del estado actual de la cadena.....	63
3.3.1. Definición de información general.....	63
3.3.2. Definición de información específica	64
3.4. Evaluación de la sostenibilidad de la cadena.....	65
3.4.1. Identificación de elementos que afectan la sostenibilidad.....	65
3.4.2. Determinación de las causas del problema	67
3.5. Mapeo del flujo de valor del estado futuro de la cadena.....	67
3.5.1. Propuesta de alternativas de mejora	67
3.5.2. Definición del plan de mejora	68
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA:.....	73
ANEXOS:.....	90

INTRODUCCIÓN

El interés de la sociedad en los últimos tiempos, hacia temas relacionados con la sostenibilidad, ha servido de impulso a las empresas para el desarrollo de actividades que permitan un actuar responsable con el medio ambiente, y adicionalmente con todas las partes interesadas que puedan verse afectadas (Viteri Sánchez, 2015). En el caso de la industria de la manipulación de los alimentos, la oportunidad de contribuir con un entorno más sostenible es muy amplia, ya que su consumo constituye una necesidad básica de todos los seres humanos (Viteri Sánchez, 2015). En aras de continuar con los buenos resultados alcanzados en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, América Latina y el Caribe avanzan coordinadamente en la prevención y reducción de las Pérdidas y Desperdicios de Alimentos, lo cual se trata de una gran oportunidad para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (FAO, 2016).

En los últimos años, las pérdidas de alimentos se convierten en el problema del mundo y las investigaciones indican que entre el 20 y el 60 por ciento de la producción total se pierde en la cadena de suministro de frutas (Viancha, 2012). Según Almeida Castro y otros (2011), se estima que las pérdidas poscosecha de los productos hortofrutícolas que se producen en el mundo sobrepasan el 20%, debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, como consecuencia de factores de orden tecnológico.

Por otra parte, según la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) citado en Lipinski y otros (2013b), las pérdidas de productos hortofrutícolas se estiman alrededor del 44%. No obstante, el impacto de los desechos alimenticios no es sólo financiero, sino que el medio ambiente es uno de los grandes afectados, ya que estos suponen el uso de fertilizantes y pesticidas que impactan de forma directa sobre el crecimiento y desarrollo de las especies y variedades vegetales actuales, afectando su productividad, la calidad de las cosechas y el ciclo de cultivo, lo cual daña de forma directa la planificación agrícola, produciendo picos de cosecha y pérdidas no deseadas, que afectan a su vez el medio ambiente y la rentabilidad empresarial (Beamon, 1998).

Las pérdidas y desperdicio de alimentos no sólo representan, desde una perspectiva global, una oportunidad desaprovechada de alimentar a una población mundial en aumento, sino que, en el actual contexto de crisis económica, en el que la sociedad atraviesa momentos difíciles y debido al cual se ha incrementado el número de personas en situación de vulnerabilidad social, la reducción de este desperdicio alimentario sería un paso preliminar importante para combatir el hambre y mejorar el nivel de nutrición de las poblaciones más desfavorecidas (Ministerio De Agricultura, 2013).

En Cuba la canasta de alimentos a la que todos tienen acceso a través del consumo racionado no satisface completamente los requerimientos nutricionales (Nova González, 2010). Estudios realizados analizan los niveles y causas de las pérdidas en poscosecha de productos hortofrutícolas en el país. En específico, son notorios los niveles de pérdidas en plantas de beneficio de frutas y hortalizas, cuantificados a partir de la relación entre la masa descartada por deterioro y el peso total del lote en un 28,76% según los indicadores de calidad. Productos tales como plátano, fruta bomba, guayaba, melón, piña, tomate, entre otros, representan un 29.07% del total de pérdidas (FAO, 2015c). Por otra parte, se reportan pérdidas en el comercio mayorista y mercados locales de entre 3 y 20% donde los productos más dañados son: guayaba, papaya, aguacate, anón, ají, plátano, habichuela y quimbombó (FAO, 2015c). En un estudio más reciente, Cuba está entre los países con una agricultura con más bajos rendimientos en América Latina, las pérdidas de cosecha y poscosecha se sitúan alrededor del 30% de la producción total de alimentos, y las pérdidas en las fases de distribución de alimentos a los mercados interiores y a las ciudades alcanzan el 27% (Mundubat, 2017).

Existen producciones de frutas y vegetales que al entrar en los picos de cosechas son perdidas, pues las industrias no se encuentran preparadas con suficiente capacidad de recibo, mientras que existen pocas mini-industrias que puedan apoyar esta situación. Además, no existe monitoreo eficiente del personal responsable de las entidades productivas y del mismo modo el muestreo del mercado y los procesos de contratación de la producción son deficientes.

Se presenta entonces como **situación problemática** de esta investigación: se plantea que la sostenibilidad de las cadenas de suministro de frutas se ve influenciada negativamente por la pérdida poscosecha de grandes cantidades de productos lo cual afecta:

- desde el punto de vista social, la salud humana, dado por el bajo nivel nutricional que provoca el limitado acceso de la población a este tipo de alimentos.
- desde el punto de vista económico, por la utilización ineficiente de valiosos insumos y horas de trabajo lo cual representa un incremento del nivel de importaciones.
- desde el punto de vista ambiental, por el incremento de la contaminación en áreas de acumulación de desperdicios y el ineficiente uso de los recursos naturales.

En correspondencia con la situación problemática, se define el siguiente **problema de investigación**: ¿Cómo identificar mejoras para la gestión actual de las cadenas de suministro de frutas que incidan positivamente en su sostenibilidad?

Para abordar este problema se plantea como **objetivo general**: aplicar un procedimiento para el análisis de la sostenibilidad de cadenas de suministro de frutas que facilite la propuesta de mejoras en su gestión. A dicho objetivo general se le dará cumplimiento a través de los siguientes **objetivos específicos**:

- ✓ Analizar los fundamentos teóricos acerca del análisis de las cadenas de suministro, con énfasis en las de alimentos, para identificar elementos comunes entre las metodologías y posibles indicadores a medir.
- ✓ Definir un procedimiento para el análisis de sostenibilidad de las cadenas de suministro de frutas con un enfoque local, como vía para identificar posibles mejoras
- ✓ Evaluar la sostenibilidad de una cadena de suministro de fruta una vez aplicado dicho procedimiento, con énfasis en las dimensiones social, económica y medioambiental.

La investigación posee una significación teórica, metodológica y práctico:

Significación teórica: la actualización de los conceptos pertinentes a la gestión sostenible de las cadenas de suministro de alimentos perecederos (específicamente en la etapa poscosecha de las frutas), así como sus posibilidades de aplicación en el entorno cubano, mediante nuevos procedimientos para su evaluación y mejora.

Metodológico: se aporta un conjunto de pasos y herramientas para el mapeo de escenarios de la situación real de las cadenas de suministro de frutas, para el análisis de su sostenibilidad y para la propuesta de mejoras a los métodos de gestión actuales; los cuales podrán ser utilizados por otros investigadores que deseen estudiarlo para su uso o perfección.

Práctico: la aplicación del procedimiento para el análisis de sostenibilidad de cadenas de suministro de frutas en Sancti Spíritus, permitirá la identificación de su situación actual, así como la propuesta de mejoras a los métodos de gestión, enfocadas a la reducción de las pérdidas poscosecha y del impacto ambiental, así como al aumento del desarrollo local sostenible.

La investigación se considera viable ya que no se necesita gran cantidad de recursos materiales, financieros o humanos para su desarrollo y además existe una marcada voluntad de fomentar estudios de este tipo en Cuba reflejado en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido, # 10, 49, 61, 90, 99, 170, 173, 174 y 178 (PCC, 2011).

Diseño Metodológico de la Investigación: Para dar solución al problema científico planteado en la presente investigación se acudió a diferentes métodos teóricos y empíricos, además de técnicas y herramientas de la investigación científica, que contribuyeron de una forma sinérgica al desarrollo exitoso de la misma. Entre los métodos utilizados se encuentran los métodos teóricos relacionados con el análisis y síntesis de información obtenida en la literatura; el histórico-lógico para estudiar antecedentes, causas, la inducción para llegar de lo general a lo particular, de los hechos a las causas; deducción para comparar las características comunes de los procedimientos encontrados; así como los métodos empíricos de la observación para caracterizar el objeto de estudio. Se utilizaron además técnicas como la recopilación y análisis de datos, entrevistas y encuestas, herramientas matemáticas, tormenta de ideas, entre otros.

Los **beneficios esperados** serán tangibles a corto plazo a través de la propuesta de mejoras a los métodos de gestión de las cadenas de suministro de frutas objeto de estudio, basado en el análisis de su sostenibilidad. Los **límites del alcance de la investigación** se enmarcan en las cadenas de suministro de frutas que compone la pulpa de mango que se realiza en diferentes Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) y Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), hasta la UEB Conserva de Vegetales Sancti Spíritus (UEB-CVSS).

Para su presentación, la investigación ha sido estructurada en tres capítulos principales: un primer capítulo donde se ofrecen los elementos básicos que permitieron construir el marco teórico referencial de la investigación, un segundo capítulo donde se describen las fases, pasos y herramientas del procedimiento definido y el capítulo tres muestra los resultados fundamentales de su aplicación. Seguidamente se muestran un conjunto de conclusiones y recomendaciones, y por último se expone un grupo de anexos de necesaria inclusión para fundamentar y facilitar la comprensión de aspectos tratados en la investigación.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Para realizar cualquier investigación de las más diversas ramas de la ciencia es necesario realizar un estudio crítico sobre la documentación, desde la tradicional hasta la más actualizada, es por eso que en este capítulo se muestran los resultados de una extensa búsqueda bibliográfica de los temas mostrados según el análisis de la literatura que se realiza, se desarrollan conceptos y definiciones que se relacionan con la Gestión de Cadenas de Suministros (GCS), Desarrollo Sostenible (DS), así como la situación de la producción de alimentos en el mundo, y específicamente en Cuba, entre otras. Primeramente, se establece el hilo conductor mostrado en la figura 1.1 como estrategia para la construcción del marco teórico-referencial de la investigación.

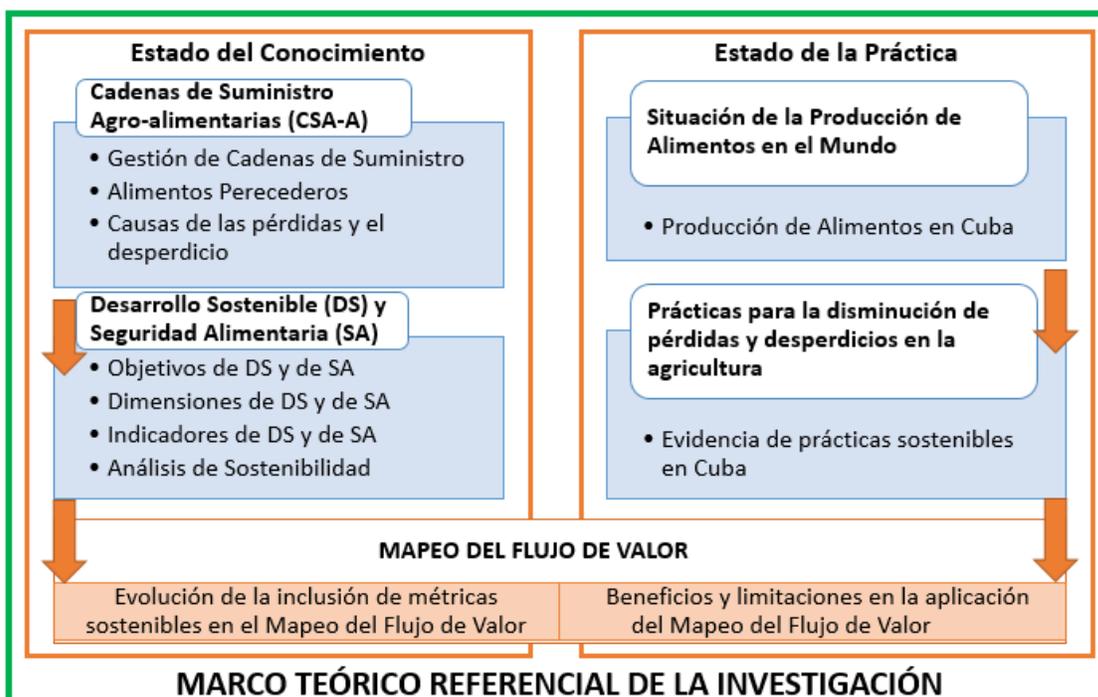


Figura 1.1: Estrategia para la construcción del Marco Teórico-Referencial de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

1.1. Cadenas de Suministro Agro-alimentarias (CSA-A)

Según Correa y Gómez, (2010) las Cadenas de Suministro (CS) o abastecimiento a modo de definición de se describen como los “recursos interconectados y las actividades necesarias para crear y entregar productos y servicios a los clientes, por

lo cual se extienden desde el punto donde se extraen los recursos naturales de la tierra hasta el punto en donde se regresan a la tierra: "de la tierra a la tierra" o sea hasta el consumidor", inclusive en esta cadena se puede considerar procesos de logística inversa . El objetivo de la CS es demostrar los vínculos existentes en una organización, y el interés de su estudio se debe a que, en la actualidad, muchas empresas han logrado una significativa ventaja competitiva con su forma de configurar y manejar sus operaciones, estrategias que van a diferir de acuerdo al tipo de negocio del que se trate, y que deben estar estructuradas para cubrir las necesidades de distintos productos y grupos de cliente según Chase, 2009 citado en (Viteri Sánchez, 2015).

Una CS se compone de diversos agentes que se encuentran inter e intra relacionados, haciendo posibles determinados procesos, es decir más que una cadena se trata de una "red" (Adarme, 2011). Esta incluye como miembros a proveedores, fabricantes, distribuidores y clientes finales (Stevens, 1989; Taylor, 1997; Beamon, 1998), los cuales participan en los procesos de aprovisionamiento, almacenamiento, producción, distribución y retorno se han venido integrando con otros procesos de negocio formando una red de organizaciones, convirtiendo al cliente en socio de los proveedores y éstos, a su vez, en clientes socios de otras compañías que los abastecen (Adarme, 2011).

Chopra y Meindl, (2007) señalan que "*cada etapa en la cadena de suministro está conectada a través del flujo de productos, la información, y las finanzas. Estos flujos ocurren a menudo en ambas direcciones y pueden ser gestionadas por una de las etapas o por un intermediario*". Sobre esta base se puede resaltar que a medida que los productos físicos se mueven desde el inicio hasta el final de la cadena adquieren mayor valor y a la vez aumenta el costo en el que se incurre (Adarme, 2011). .

Es un sistema logístico complejo en el cual las materias primas son convertidas en productos terminados y luego distribuidos al usuario final a través de agentes que pueden ser proveedores, centros de manufactura, almacenes, centros de distribución y tiendas (Adarme, 2011).

Una CS ágil, adaptable y alineada (Triple A) parece clave para la obtención de ventajas competitivas sostenibles. Sin embargo, hay escasa investigación previa

sobre el tema, observándose incluso discrepancias a nivel conceptual (Iván y otros 2011). Una CS flexible se define como "una cadena de suministro capaz de adaptarse eficazmente a las interrupciones en la oferta y los cambios en la demanda, manteniendo al mismo tiempo los niveles de servicio al cliente" (Rijpkema, 2011).

En el sector agro-alimentario, la cadena de suministro es un área que necesita desarrollar la competitividad ya que está desempeñando un rol vital en los esfuerzos de las organizaciones para alinear sus procesos con sus aliados tanto hacia el final como hacia el inicio de la cadena, y aún más importante con sus clientes pues la población mundial está creciendo rápidamente. Recientes estimaciones sugieren que el planeta alcanzará los 9 billones de habitantes en el año 2050 (Defra, 2010), (FAO, 2009; Gerland y otros 2014), por tanto, constituye un problema de importancia la interrogante de cómo alimentar a esta población en crecimiento, y más esencial aún, cómo alimentarlos de forma sostenible.

Una cadena de suministro agro-alimentaria típica es una red compleja que consiste en un número de entidades interrelacionadas desde "la granja hasta la mesa", como granjeros, proveedores de insumos, cooperativas, empacadores, transportistas, exportadores, importadores, vendedores mayoristas, revendedores y clientes finales (Matopoulos y otros 2007). La estructura de la industria agro-alimentaria puede ser muy compleja para algunos productos, se extiende a varias entidades y resulta en numerosas interrelaciones.

Dicha complejidad entre otros problemas, es una de las causas de la situación actual donde aproximadamente un tercio del total de alimentos producidos en el mundo se pierde o desperdicia cada año (Gustavson y otros 2012; Tscharntke y otros 2012; Lipinski y otros 2013a). Lo anterior evidencia la necesidad de mejora que presenta el sector agro-alimentario ya que el manejo ineficiente de los recursos impacta tanto en el planeta como para la economía. Por tanto, es necesario que la cadena de suministro agro-alimentaria se enfoque en aumentar la eficiencia del uso de los recursos y minimizar los desperdicios.

1.1.1. Gestión de Cadenas de Suministro

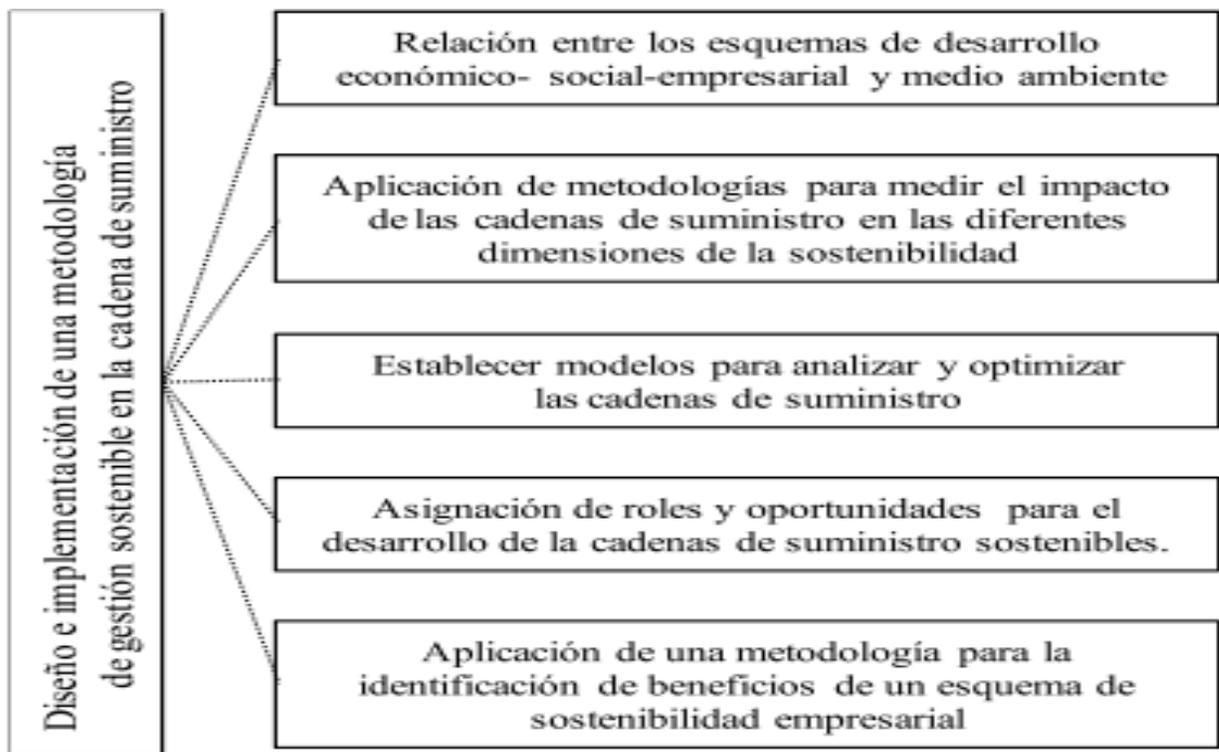
La Gestión de Cadena de Suministro (GCS), ha emergido en la actualidad como la nueva etapa en la gestión logística de las empresas como un grado superior de integración, lo cual constituye el eje central del desarrollo histórico de la logística. Esta la integración de diversos procesos del negocio y de otras organizaciones, desde el usuario final hasta los proveedores originales, que proporcionan productos, servicios e informaciones que agregan valor para el cliente (Acevedo, 2001).

La GCS es el proceso de planeación, ejecución y control de las operaciones con el propósito de satisfacer las necesidades del cliente con tanta eficacia como sea posible. Específicamente, la administración de la cadena de suministro, puede ser considerada como una “filosofía de negocios de integración de los diferentes componentes (proveedor, transformación, distribución y usuario), que forman parte de la administración del flujo total de un canal de distribución desde el proveedor hasta el usuario final” (Morales, 2013). Este proceso puede ayudar a las empresas que la integran a mejorar su competitividad, en términos de mayor eficiencia en el uso de los recursos que facilitan la consecución de los objetivos de servicio al cliente final, mayor precisión en la planificación y control de los flujos de materiales e información desde el proveedor hasta el usuario final, mejora en las relaciones entre los miembros de la cadena, reducción de los niveles de inventarios y del tiempo de entrega (Iván y otros 2011).

La Gestión de Cadena de Suministro Agro-Alimentarias (GCSA-A) difiere de la de otras cadenas de suministro, debido a la importancia que tienen factores como la variabilidad del clima, la calidad de los productos, la seguridad alimentaria, el manejo de productos perecederos y los ciclos de vida (Vianchá y Zulma, 2014). Según Argenti y Marocchino, (2007), específicamente las frutas, al ser uno de los productos más perecederos, necesitan una adecuada gestión de la cadena de suministro, para disminuir significativamente sus pérdidas y elevar la accesibilidad a toda la población, dichos autores plantean que una correcta gestión de la cadena de suministros lograría de manera exitosa a disminuir considerablemente las altas cantidades de alimentos que se pierden o desperdician en el mundo globalizado de hoy.

En cuanto a lo relacionado con la cadena de suministro, la sostenibilidad extiende el concepto de gestión, para mirar la optimización de las operaciones de una forma más amplia, considerando todo el sistema de producción y posproducción. Aunque algunas organizaciones deseen seguir un enfoque sostenible a través de la integración de nuevas normas y prácticas dentro de su propia organización, la lógica dominante parecía ser la reducción de costos y la maximización del beneficio, el reto consiste entonces, complementar la lógica dominante con prácticas sostenibles en toda la cadena de suministro (Viteri Sánchez, 2015).

Un ejemplo de metodología eficiente en la gestión sostenible propuesta por (Silva, 2009) se muestra en la figura 1.2



1.1.2. Alimentos Perecederos

Los alimentos perecederos son aquellos que comienzan una descomposición de forma sencilla (FAO, 2015b). Agentes como la temperatura, la humedad o la presión son determinantes para que el alimento comience su deterioro, por otra parte, la mala planificación y la actuación inoportuna, así como la manipulación descuidada de los productos son también factores importantes, donde las frutas y hortalizas son los productos de mayor perecebilidad (HLPE, 2014). Las pérdidas y el desperdicio

de alimentos (PDA) hacen referencia a una disminución de la masa de alimentos destinados originalmente al consumo humano, independientemente de la causa y en todas las fases de la cadena alimentaria, desde la cosecha hasta el consumo (HLPE, 2014).

Una parte importante de las pérdidas de alimentos es «**desperdicio**», es decir, son alimentos inicialmente destinados al consumo y que son desechados o utilizados de forma alternativa (no alimentaria), ya sea por elección o porque se haya dejado que se estropeen o caduquen por negligencia (FAO, 2015b). Las **pérdidas** suceden principalmente durante la producción, poscosecha, almacenamiento y transporte. Los **desperdicios** ocurren durante la distribución y consumo, en relación directa con el comportamiento de vendedores mayoristas y minoristas, servicios de venta de comida y consumidores que deciden desechar los alimentos que aún tienen valor (FAO, 2015c).

Un componente primordial para disminuir la aparición de alimentos perecederos lo constituye la Seguridad Sanitaria Alimentaria (SSA), la cual se centra en las buenas prácticas de todo el ciclo de la cadena de producción en especial el almacenamiento. Las frutas, las hortalizas, las raíces y los tubérculos son unos de los alimentos más perecederos y menos resistentes que existen, si no se pone cuidado en su cosecha, manipulación y transporte, se deterioran rápidamente y dejan de servir para el consumo humano (Xue, Zhang, y Tang, 2014).

Las PDA impactan la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, reducen la disponibilidad local y mundial de comida, generan pérdidas de ingresos para los productores, aumentan los precios para los consumidores e impactan de manera negativa en su nutrición y salud, y afectan al medio ambiente debido a la utilización no sostenible de los recursos naturales (FAO, 2014).

1.1.3. Causas de las Pérdidas y el Desperdicio

La exposición a peligros y catástrofes naturales son algunas de las principales causas de la inseguridad alimentaria, un problema que se ve agravado por el cambio climático (FAO, 2015a), el cual influye además, en el aumento de las pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA) (Villarino Fernández, Martínez Varona, y Campos Cuní, 2015). Es por ello que una comisión de expertos conformada por la FAO,

determinan de forma detallada las causas de las PDA en cada fase de la cadena alimentaria, como se muestra en el Anexo 1 (HLPE, 2014).

Según Montagut y Gascón, (2014) las causas del desperdicio alimentario se pueden agrupar en 4 enfoques:

- Causas sociológicas: modificación de las estructuras y de la organización familiar, de los ritmos de vida y de las percepciones que hemos desarrollado en relación con los alimentos.
- Desconocimiento de los sistemas de conservación de los alimentos, una mala interpretación de las fechas de caducidad, una mala gestión del frigorífico.
- Prácticas comerciales: la publicidad y las ofertas promocionales que nos animan a comprar. En sí mismas, estas ofertas no suponen un derroche, pero es evidente que, si su compra no corresponde, en calidad o cantidad, con las necesidades de un hogar, fácilmente se produce un derroche alimentario.
- Prácticas de la restauración (sobre todo de la restauración colectiva): cantidades de alimentos servidas que no se ajustan a las necesidades de los clientes, platos que no responden a las expectativas de los comensales, mala gestión de los stocks, organización de la cocina central, cocinar para los días siguientes. Sin olvidar que los consumidores siempre quieren «tener el plato lleno».

A partir de los planteamientos anteriores, las causas de las pérdidas y los desperdicios de alimentos se pueden resumir como propone FAO, (2015b):

- Las condiciones específicas y situación local de cada país o cultura.
- Limitaciones técnicas y de gestión relacionadas con las técnicas de cultivo, el almacenamiento, el transporte, el procesamiento, las instalaciones frigoríficas, las infraestructuras, y los sistemas de envasado y comercialización.
- Condiciones sociales y culturales, algunas de las cuales pueden estar ligadas a los diferentes papeles productivos y sociales que desempeñan hombres y mujeres en las distintas etapas de la cadena de valor.
- El uso no productivo de recursos naturales como tierra y agua que deriva de las pérdidas y los desperdicios repercute en una menor capacidad de mitigar el

hambre y la pobreza, y mejorar la nutrición, la generación de ingresos y el crecimiento económico.

Según FAO, (2015c), a través del **estudio de casos en Cuba** se determinó que las **causas de las pérdidas en poscosecha de frutas y hortalizas** son:

- Nivel de capacitación sobre el momento óptimo para la cosecha de cada producto.
- Nivel de capacitación en tecnologías de pre-cosecha y poscosecha.
- Manipulación de los productos; disponibilidad, condiciones y horarios de transporte.
- Compatibilidad de los productos transportados; temperatura ambiente y existencia de cadena de frío; calidad, costos y manipulación de los envases.
- Infraestructura y nivel tecnológico de las plantas de beneficio; distancia entre plantas de beneficio, unidades productivas y puntos de venta.
- Ausencia de industrias artesanales.

Las causas de las pérdidas y los desperdicios de alimentos deberían mantenerse al mínimo en cualquier país del mundo, independientemente de su nivel de desarrollo económico y de la madurez de sus sistemas. Actualmente se habla de lograr un desarrollo sostenible, pero se sabe en realidad lo que esto conllevaría al mundo globalizado de hoy (FAO, 2015c).

1.2. Desarrollo Sostenible y Seguridad Alimentaria

El concepto de desarrollo sostenible (DS) se describe como un “proceso capaz de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades” (Organización de Naciones Unidas, 1987). El desarrollo sostenible busca, en el nombre de futuras generaciones, la compatibilidad ambiental y el desarrollo equitativo ante los procesos económicos globales (Kammerbauer, 2001).

Otros autores abordan esta definición acentuando su naturaleza probabilística: “Sostenibilidad significa transformar nuestras formas de vivir para maximizar las oportunidades que permitan que las condiciones ambientales y sociales soporten la seguridad humana, su bienestar y salud” (McMichael, Butler, y Folke, 2003);

(Ehrenfeld, 2005). Menciona Gomes y Solís, (2016) que “Sostenibilidad es la posibilidad de que todas las formas de vida florezcan siempre”.

No está de más recordar que, el DS plantea la necesidad de: a) la vida humana pueda continuar indefinidamente; b) las individualidades humanas tengan la posibilidad de crecer y multiplicarse; c) las particularidades culturales puedan sobrevivir; d) las actividades humanas se procesen dentro de límites que no pongan en peligro la diversidad, la complejidad y el sistema ecológico que sirve de base a la vida. De ahí que la sostenibilidad haga referencia a factores de orden sociocultural, económicos, ambientales y político–institucionales (Constanza, Daly, y Bartholomew, 1991).

El DS supone una serie de cambios tecnológicos, científicos, culturales, políticos, ecológicos y económicos. Indudablemente, aceptar estos cambios demanda un elemento fundamental: la ética, la cual debe ser la promotora de todas las acciones orientadas hacia la sostenibilidad, especialmente en la agricultura (Pérez, 2005).

Según FAO, (1997), el DS busca aumentar la producción agrícola para asegurar que todas las personas tengan acceso a los alimentos que necesitan, mejorar el bienestar de las personas, de conformidad con sus aspiraciones y conservar los recursos ambientales y culturales, es decir, garantizar la seguridad agroalimentaria mundial. Núñez, (2002), propone que el DS debe buscar “la integración de los medios de producción a partir de los recursos y necesidades existentes en la población local, haciendo uso de las nuevas formas tecnológicas, complementarias a las técnicas apropiadas ancestrales como máxima expresión cultural e histórica de la comunidad o grupo social en procura de la autosuficiencia alimentaria sostenida y en armonía con la preservación del medio ambiente, incluido el reservorio genético...”.

Muy relacionado a lo anterior, está el concepto de Seguridad Alimentaria (SA); el cual es muy dinámico y se ha ido construyendo a lo largo del tiempo. Según García Gómez, (2000) Seguridad Alimentaria y Nutricional es la garantía de que los individuos, las familias y la comunidad en su conjunto, accedan en todo momento a suficientes alimentos inocuos y nutritivos, principalmente producidos en el país en condiciones de competitividad, sostenibilidad y equidad, para que su consumo y

utilización biológica les procure óptima nutrición, una vida sana y socialmente productiva, con respeto de la diversidad cultural y preferencias de los consumidores. Mientras que para Soto Alzate, (2017) la Seguridad Alimentaria y nutricional, “es la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa”.

Explica Jiménez-Acosta, (2005) que la SA se define como el acceso de todas las personas en todo momento a los alimentos necesarios para llevar una vida sana y activa. Puede comportarse de diferentes formas en dependencia del nivel de organización humana. Mientras que a nivel individual es menos empleado e implica una ingesta de alimentos y absorción de nutrientes adecuados que cubran las necesidades para la actividad, la salud, el crecimiento y el desarrollo.

1.2.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible y de la Seguridad Alimentaria

Según Brundtland, (2002), el DS trata de combinar acciones nacionales e internacionales, enfoques multisectoriales, estrategias que se apoyen unas a otras e integración, para poner a las personas en el primer plano. Las decisiones sobre objetivos de desarrollo buscan, en el nombre de futuras generaciones, la compatibilidad ambiental y el desarrollo equitativo ante los procesos económicos globales (Kammerbauer, 2001).

En octubre de 2015 se adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cual plantea 17 Objetivos de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental, de ellos cinco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) están ligados a la sostenibilidad del sistema alimentario (FAO, 2016):

- Fin de la pobreza
- Hambre cero
- Acción por el clima
- Vida submarina
- Producción y consumo responsable

Cuba es un país que a lo largo del tiempo ha hecho grandes esfuerzos para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de la población y en muchas ocasiones se ha reconocido entre los que logró eliminar el hambre. Esto es muy importante, teniendo en cuenta que el número dos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible es precisamente alcanzar “Cero hambre” en el mundo (Tassara, 2017). Dicho objetivo implica además que las personas tengan acceso a alimentos de calidad, que se elimine la desnutrición y que haya un aporte de alimentos por pequeños agricultores (Sotillo, 2011).

También menciona Sotillo, (2011) que la sostenibilidad es una temática que ha promovido numerosos cambios en la teoría administrativa. Estos a su vez, han creado retos y objetivos que deben ser identificados y superados si se quiere lograr el establecimiento de la sostenibilidad dentro del ámbito organizacional:

- Creación de una cultura organizacional sostenible, donde los objetivos de la organización pasan de ser únicamente la maximización de utilidades a minimizar su impacto ambiental por el desarrollo de la sociedad.
- Necesidad de incentivos que promuevan las prácticas corporativas sostenibles.
- Falta de indicadores para evaluar el nivel de sostenibilidad de una empresa; los indicadores existentes suelen ser regionales o por tipo de industria, por lo que la comparación entre países se vuelve complicada, existen medidores de desarrollo que se utilizan internacionalmente.

Hasta el momento según Gomes y Solís, (2016), dentro de los procesos productivos, el objetivo principal ha sido reducir la emisión de contaminantes y un mejor aprovechamiento de los recursos. Visto desde una perspectiva meramente industrial, podría decirse que la innovación impacta en la creación de maquinaria más eficiente, nuevos productos que satisfagan las mismas necesidades, pero a menores costos ambientales, etc. Pero aún la CSA-A tiene como objetivo en lo relacionado a aspectos de sostenibilidad, centrarse en sistemas de producción, transformación y distribución eficientes. Es por ello que la "sostenibilidad" puede ser visualizada desde una posición filosófica intergeneracional, hacia un término multidimensional, como herramienta para la gestión empresarial (Viteri Sánchez, 2015).

1.2.2. Dimensiones de Sostenibilidad y de Seguridad Alimentaria

El Desarrollo Sostenible se anticipa a los nuevos criterios de organización global dominantes para el siglo XXI, en sus ámbitos económico, político, tecnológico, científico, social y cultural, considerando las organizaciones en todos los niveles (Pérez, 2005). Tanto Reed, (1996) como Viteri Sánchez, (2015) consideran la tridimensionalidad del Desarrollo Sostenible, el cual está conformado por tres aspectos fundamentales: económico, social y ambiental. A continuación, se definen brevemente las tres dimensiones según la opinión de ambos autores:

- Dimensión económica: plantea la necesidad de encaminar la sociedad hacia el crecimiento económico. Exige internalizar todos los costos totales o ingresos como indicadores, implantando el principio del costo social.
- Dimensión social: parte de la premisa equidad social e independiente de las comunidades humana. Aborda la responsabilidad social corporativa, de la relación entre negocios y sociedad. Asegurar que las personas tengan educación y oportunidad de hacer contribuciones a la sociedad que sean productivas y justamente remuneradas. De igual manera, se exige la activa participación política de todos los actores sociales en la toma de decisiones.
- Dimensión ambiental: Su fundamento reside en el mantenimiento de la integridad biológica, para lograr la productividad a largo plazo de los sistemas que mantienen la infraestructura ambiental y, por extensión, la vida en el planeta.

Por otra parte, autores como S Sepúlveda, Castro, y Rojas, (1998), plantean que el DS puede ser concebido en **cuatro** dimensiones: social, ambiental, económica, político-institucional. La dimensión política-institucional, es referida al gasto público dirigido a mejorar las condiciones de vida de las comunidades agrícolas, como infraestructura, salud, vialidad, entre otras.

Mientras que para Brundtland, (2002), no se puede solo hablar de tres dimensiones: económica, social y ambiental, sino de cinco, ya que Salud y Ética son elementos esenciales para optar por un desarrollo sostenible. Un análisis de todos los enfoques anteriores se presenta en el Anexo 2, donde se concluye que:

- La inversión en salud es un componente esencial de la sostenibilidad, con un efecto sobre sucesivas generaciones, en términos de una mayor esperanza de vida, calidad de vida, y bienestar económico, medioambiental y social.
- Ante la actual realidad agrícola, la incorporación de la ética es una alternativa para superar las limitaciones del modelo de desarrollo imperante y apuntar hacia una verdadera seguridad agroalimentaria (Pérez, 2005).

Por ende, el DS podrá ser alcanzado sólo si el hombre toma conciencia de la necesidad de vivir en armonía con su entorno, por lo tanto, la ética luce como un imperativo para lograr la sostenibilidad de la vida en el planeta y debe ser incorporada en los diferentes ámbitos de la agricultura (Pérez, 2005).

En este sentido se plantean por García Gómez, (2000) cuatro dimensiones de la **seguridad alimentaria**:

- Disponibilidad: Disponibilidad física de alimentos. La disponibilidad de alimentos aborda el lado de la oferta de la seguridad alimentaria y está determinada por los niveles de producción de alimentos, las existencias y el comercio neto.
- Acceso: Acceso económico y físico a los alimentos. El acceso económico viene determinado por la renta disponible, los precios de los alimentos y la prestación de apoyo social y el acceso al mismo. El acceso físico está determinado por la disponibilidad y la calidad de la infraestructura y otras instalaciones que facilitan el funcionamiento de los mercados.
- Utilización: La forma en la que el organismo emplea los diversos nutrientes de los alimentos. Las personas obtienen energía y una ingesta de nutrientes suficientes mediante buenas prácticas de cuidado y alimentación, la preparación de los alimentos, la diversidad de la dieta y la distribución de alimentos dentro del hogar.
- Estabilidad: La estabilidad de las otras tres dimensiones a lo largo del tiempo. Aunque la ingesta de alimentos de las personas sea suficiente en la actualidad, se siguen considerando afectadas por la inseguridad alimentaria si tienen un acceso insuficiente a los alimentos de forma periódica, ya que corren el riesgo de que su estado nutricional se deteriore.

1.2.3. Indicadores de desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria

Todo conjunto de indicadores constituye un sistema de señales que puede orientar respecto del avance en la consecución de objetivos y metas determinados. Los indicadores de Desarrollo Sostenible pueden interpretarse como signos que pueden robustecer nuestra evaluación sobre el progreso de nuestros países y regiones hacia el desarrollo sostenible (Quiroga Martínez, 2001).

Para conseguir procesos sostenibles, las compañías han tratado de considerar las tres dimensiones de TBL (triple conclusión). Sin embargo, el desafío es definir los indicadores relevantes para cada dimensión y comprender cómo se comunican a sí para conseguir procesos realmente sostenibles (Helleno, de Moraes, y Simon, 2017). El Anexo 3 se muestran **indicadores de sostenibilidad** encontrados en las literaturas según diferentes autores.

La División de Desarrollo Sostenible de CEPAL, generó una herramienta de apoyo a la definición de políticas públicas, por los países de la región, a través de una evaluación sistemática e integrada, utilizando en forma combinada indicadores ambientales, sociales y económicos, organizados en un marco sistémico para la medición y evaluación del progreso de los países de la región hacia el desarrollo sostenible (Quiroga Martínez, 2001).

Por otra parte, Álvarez, Rosique, y Restrepo, (2004) consideran que evaluar la seguridad alimentaria, tiene gran importancia por sus repercusiones en el estado de salud y nutricional de los hogares, en el rendimiento escolar de los niños, en la capacidad laboral de los adultos, en la estabilidad emocional de los miembros del hogar, en la dinámica familiar y en la preservación del medio ambiente y de los recursos naturales, donde:

- la capacidad de los hogares para acceder a la cantidad y calidad de alimentos.
- la diversidad de alimentos disponibles en el hogar.

Para Gentile, (2006) fue posible la construcción de dos indicadores con respecto a la seguridad alimentaria: el primero, destinado a identificar la cantidad de hogares que presentaban deficiencias en el consumo de calorías y el segundo dirigido a registrar el grado de cobertura de calorías que realizaban en promedio los hogares.

En el plano nacional, para Jiménez-Acosta, (2005) la seguridad alimentaria cuenta con 3 componentes: suficiencia, estabilidad y acceso, y se definen de la manera siguiente: asegurar suministros suficientes de alimentos, mantener la estabilidad de los suministros y asegurar el acceso a los suministros de alimentos a todos los consumidores. Puede seguirse también para Jiménez-Acosta, Díaz Sánchez, y Barroso, (2005) mediante indicadores de oferta y demanda, es decir, en términos de cantidades de alimentos disponibles con respecto a las necesidades nutricionales y de necesidades netas de importación en comparación con la capacidad de importación.

Un resumen de los indicadores encontrados en la literatura, para medir la **seguridad alimentaria** se muestran en el Anexo 4.

A pesar de todas las propuestas anteriores, los indicadores para caracterizar los componentes que un sistema alimentario debe reunir para garantizar la disponibilidad de alimentos: Dadas las características de las Hojas de Balance de Alimentos, la suficiencia, la autonomía y la fiabilidad, pueden ser medidas a través de ellas; sin embargo, las hojas no sirven para medirse ni la sustentabilidad, visto que se refieren a períodos de un año, ni la equidad de la disponibilidad, dado que su alcance es macroeconómico (Dixis Figueroa, 2005).

1.2.4. Análisis de Sostenibilidad

La sostenibilidad deriva del latín *sustenerere*, que significa sostener o mantener elevado, con lo que el significado literal desde una perspectiva ecológica es el mantenimiento de la base de los recursos naturales (Gudynas, 2004). A partir de la revisión de múltiples artículos tanto Martínez-Jurado y Moyano-Fuentes, (2014) como Henao Arango, Sarache, y Gomez, (2016) concluyen que es necesario identificar indicadores claves del desempeño sostenible, por lo que se debe establecer una metodología para su evaluación en el contexto de una cadena de suministro esbelta y explorar las vías que proporcionan oportunidades a comunidades con bajo desarrollo.

Las empresas de todos los tamaños y tipos de industria, se han visto en la necesidad de desarrollar la gestión de sus cadenas de suministro de una manera sostenible, con el fin de que las organizaciones sean capaces de responder a la presión externa

de los gobiernos, los consumidores, organizaciones no gubernamentales, y los medios de comunicación, o al menos garantizar el mínimo del rendimiento de sostenibilidad, a lo largo de todos sus eslabones claves (Viteri Sánchez, 2015). Por otra parte, la sostenibilidad de la CS en los alimentos, no se limita al aseguramiento únicamente de la calidad, sino que también, implica la reducción de los residuos de alimentos que se generan de la industria; siendo algunas de las causas fundamentales de los residuos, el deterioro de la calidad del producto y la falta de coordinación de la cadena de suministro (Viteri Sánchez, 2015).

La valoración de la sostenibilidad ambiental tiene tradición de enfocar a investigadores y a responsables de la política en la agricultura (Filson, 2005), para desarrollar los enfoques más holísticos incluyendo etapas del procesamiento de alimentos, transporte y la venta al por menor de alimento en los marcos de valoración de cadenas de suministro de alimento (Heller y Keoleian, 2003).

Para el caso específico de las cadenas agroalimentarias, lo primero que se debe tener en cuenta es en dónde se encuentra, cuál es su situación y hacia dónde se quiere ir en un futuro, esto se facilita mucho con la ayuda de un mapa (Hines y Rich, 1997). Por lo que resulta un beneficio utilizar la herramienta de mapeo del flujo de valor o Value Stream Mapping (VSM) diseñada precisamente para mapear los procesos, flujo de materiales e información desde la concepción del producto hasta el cliente final (Hines y Taylor, 2000; Seth, Seth, y Goel, 2008). Esta representa una oportunidad de desarrollo para las organizaciones (Womack, Jones, y Roos, 1991).

1.3. Mapeo del flujo de valor

La mejora del desempeño de las cadenas de suministro no es una tarea fácil dada la naturaleza fragmentada de las industrias y la extrema especialización funcional de las organizaciones (Arbulu y otros 2003). Para lograr dicho propósito es necesario estudiar el flujo del valor, siendo este la suma de todas las acciones (tanto las que añaden valor como las que no añaden valor) que son necesarias para obtener un producto a través del flujo productivo desde la materia prima hasta el cliente (Rother y Shook, 1999). A partir del análisis de un mapa de flujo de valor es posible descubrir problemas cuya solución puede incidir en la obtención de mejores resultados (Antonelli y Stadnicka, 2018).

El Mapeo de Flujo de Valor o *Value Stream Mapping* (VSM) en inglés, es una herramienta que se enfoca sobre el diseño del sistema de producción para hacerlo cada vez más competitivo a partir de eliminar interrupciones de desperdicios en aras de producir flujo y reducir los ciclos de producción (*lead times*) al mínimo (Hines y Rich, 1997).

1.3.1. Beneficios y limitaciones en la aplicación del VSM

Los principales beneficios de su aplicación son: un mayor entendimiento del costo del producto; un panorama claro del proceso de manufacturación; una reducción del trabajo en proceso o Work in Process (WIP); reducción del inventario; reducción en el tiempo de ciclo de producción; flexibilidad: una respuesta más rápida a los cambios de demanda; respuesta más rápida a los asuntos sobre calidad; un énfasis en halar (pull) desde el cliente; un incremento en la contribución de valor agregado y estandarización de los procesos de producción, el uso de VSM posibilita a una organización priorizar la implementación de acciones para eliminar el desperdicio (Seth y Gupta, 2005; Abdelmalek y Rajgopal, 2007; Locher, 2008; Sezen y Erdogan, 2009; Singh, Garg, y Sharma, 2011; Andreadis, Garza-Reyes, y Kumar, 2017; Sunk y otros 2017; Lugert, Völker, y Winkler, 2018).

Dichos beneficios son respaldados además por Andreadis, Garza-Reyes, y Kumar, (2017) a través del estudio empírico realizado con la participación de 155 expertos a nivel global, donde se obtuvo como consenso que el uso del VSM posibilita a una organización priorizar la implementación de acciones para eliminar el desperdicio. Por otra parte, adaptaciones de dicha herramienta facilita la identificación de la carga de trabajo laboral, así como buenas prácticas ergonómicas, lo cual resulta en impactos sociales positivos (Martínez León y Calvo-Amodio, 2017). Por tanto, el VSM es una herramienta que sirve para ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios, además, permite detectar fuentes de ventaja competitiva, ayuda a establecer un lenguaje común entre todos sus usuarios y comunica ideas de mejora (Cabrera Calva, 2011), por lo cual un VSM puede ser el punto de partida de un plan de mejora estratégico (Gruber, MacMillan, y Thompson, 2008).

No obstante, la implementación de dicha herramienta aún enfrenta desafíos y limitaciones, tales como: dificultad para medir la información de los procesos, las

pocas habilidades del personal para aplicar la herramienta, baja integración entre los procesos, amplia gama de productos y flujos de producción que no están claramente definidos a través de procedimientos o necesitan ser demasiado flexibles para adaptarse a cambios constantes de la demanda o del producto (Dal Forno y otros 2014).

Por otra parte, Andreadis, Garza-Reyes, y Kumar, (2017) determinan que las principales limitaciones en la implementación de las soluciones resultantes luego de la aplicación del VSM son la falta de compromiso de la dirección, la no documentación o incorrecta definición de los procesos y la falta de entrenamiento de los empleados.

1.3.2. Evolución de la inclusión de métricas sostenibles en el VSM

Varios enfoques encontrados en la literatura (Simons y Mason, 2002; Erlach y Westkämper, 2009; Torres y Gati, 2009; Kuriger y Chen, 2010; Paju y otros 2010; Kuriger, Huang, y Chen, 2011; Dadashzadeh y Wharton, 2012; Faulkner y Badurdeen, 2014); de alguna manera consideran la sostenibilidad en el flujo de valor, pero solo de manera muy general y sin un modelo universal subyacente para el cálculo de los indicadores de sostenibilidad (Sunk y otros 2017).

En la literatura existen varios enfoques del VSM para analizar la sostenibilidad y sus dimensiones. Por ejemplo, se encuentran los conjuntos de herramientas de (US EPA, 2007b, 2007a, 2011), posteriormente otros autores analizan el Flujo de valor y energía (Energy Value Stream) con el enfoque en el ahorro de energía, donde en unos casos examinan cada paso de la producción para identificar y eliminar el desperdicio de energía (Erlach y Westkämper, 2009; Müller, Stock, y Schillig, 2013; Verma y Sharma, 2016), mientras que (Keskin, Asan, y Kayakutlu, 2013) lo hacen a través de la teoría de redes Bayesianas.

Por otra parte, en el VSM ambiental (EVSM) los investigadores (Torres y Gati, 2009; Ng, Low, y Song, 2015; Alvandi y otros 2016) se enfocan en unos casos en el consumo de agua (Torres y Gati, 2009). En otros casos se enfoca en la huella de carbono (Ng, Low, y Song, 2015), utilizando en otros casos la modelación de sistemas multi-productos teniendo en cuenta la energía y las emisiones de carbono (Alvandi y otros 2016). Una combinación de las herramientas anteriores se

denomina Energía y medio ambiente VSM (EE-VSM), la cual descuida el uso de energía debido al transporte o almacenamiento (Kuriger y Chen, 2010; Kuriger, Huang, y Chen, 2011), no obstante esta herramienta ayuda a los decisores a alinear los beneficios financieros y los impactos ambientales al proporcionar un enfoque de análisis de emisiones de carbono. (Li, Cao, y Pan, 2012).

Por otra parte, el Green VSM (GVSM) hace énfasis en los indicadores de energía, agua, materiales, residuos, transporte, emisiones de CO₂ y biodiversidad en oficinas de tecnologías de la información (Dadashzadeh y Wharton, 2012). De forma similar, varios estudios (Folinas y otros 2013a; Folinas y otros 2013b; Folinas y otros 2014; Folinas, Aidonis, y Karayannakidis, 2015) proponen un enfoque paso a paso a partir de VSM para determinar el desperdicio en la cadena de suministro de productos agroalimentarios. Mientras en otros estudios (Marimin y otros 2014), se identifican las áreas de mejora utilizando además el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). Una herramienta enfocada a la salud del trabajador lo constituye el Mapeo del flujo de valor ergonómico (*Ergonomic Value Stream Mapping - ErgoVSM*) (Edwards y Winkel, 2013). La cual evalúa el tiempo de trabajo manual, las posturas, el esfuerzo físico, la variación de las posiciones de trabajo y el tiempo de recuperación en la manufactura de producciones plásticos (Jarebrant y otros 2016). Por otra parte, el Análisis del Ciclo de Vida (LCA) integrado al VSM considera los indicadores clásicos de sostenibilidad ambiental y además, métricas sociales (por ejemplo: número de horas-hombre de trabajo, días de ausencia laboral, número de reclamaciones (Paju y otros 2010), el índice de carga física, nivel de ruido y riesgos potenciales en el entorno de trabajo (Vinodh, Ben Ruben, y Asokan, 2016)). Dichos indicadores son integrados con el VSM, el LCA (Litos y otros 2017) y estos dos a su vez con la Simulación de Eventos Discretos (DES) (Paju y otros 2010), para identificar posibles mejoras en bienes y servicios en forma de menores impactos ambientales en todas las etapas del ciclo de vida.

Finalmente, se encuentran el Mapeo de Manufactura Sostenible (SMM) o VSM sostenible (SVSM) los cuales buscan de forma general optimizar la cadena logística a través del análisis de elementos económicos, ambientales y sociales. (Norton y Fearne, 2009a, 2009b) combinan el SVSM propuesto por Simons y Mason, (2002)

con métricas de sostenibilidad creadas por Norton, (2007) para crear un mapa de cadena de valor sostenible (SVCM) en aras de analizar las relaciones y los flujos de información entre los minoristas de alimentos y los fabricantes de alimentos en el Reino Unido. Faulkner y otros (2012) seleccionan métricas clásicas de la sostenibilidad ambiental y social para crear los símbolos visuales necesarios para cada métrica propuesta en el Sus-VSM que permiten visualizar fácilmente las áreas potenciales para la mejora continua.

Sparks y Badurdeen, (2014) crean una matriz para calcular un índice de sostenibilidad a partir de métricas económicas y ambientales propuestas por Faulkner y Badurdeen, (2014) pero definen además, en el caso de las métricas sociales la satisfacción del cliente con la calidad del producto, índice de empleo, índice de diversidad cultural de los empleados, así como el índice de accidentes y riesgos químicos. Edtmayr, Sunk, y Sihm, (2016) establecen modelo basado en el ciclo de reutilización típico-ideal para evaluar la generación de residuos dentro de un flujo de valor. Por otra parte, Sunk y otros (2017) analizan las competencias de los sistemas y la Medición de los tiempos de trabajo, para realizar un diseño coordinado y por tanto la mejora del diseño del trabajo y los aspectos logísticos (de producción) en los sistemas de trabajo y sus métodos de trabajo, así como a lo largo de todo un flujo de valor.

1.4. Situación de la Producción de Alimentos en el Mundo

La producción de alimentos en el mundo en los últimos 50 años ha aumentado de forma vertiginosa, aunque en el mundo todavía pasan hambre 830 millones de personas, aproximadamente una de cada siete (FAO, 2014). El problema alimentario ha venido afectando a nivel mundial durante décadas, ya que países en desarrollo sufren necesidades alimentarias y de salud; a causa de factores económicos sociales y ambientales (Claros de Alvarenga, Elizondo, y Serrano Hernández, 2017).

La producción y disponibilidad alimentaria de América Latina y el Caribe crece año a año, lo que la ha convertido en una importante exportadora de productos agroalimentarios a nivel global. Aunque los alimentos abundan en la región, sus pérdidas y desperdicios impactan en la sostenibilidad de los sistemas alimentarios

y por ende repercuten en la seguridad alimentaria y nutricional (FAO, 2014). Estimaciones de 2011 realizadas por la FAO, indican que los productos hortofrutícolas (frutas y vegetales) representan el 44% de las pérdidas totales de los productos alimentarios (figura 1.3), lo cual equivale a 0.572 billones de toneladas (FAO, 2011).

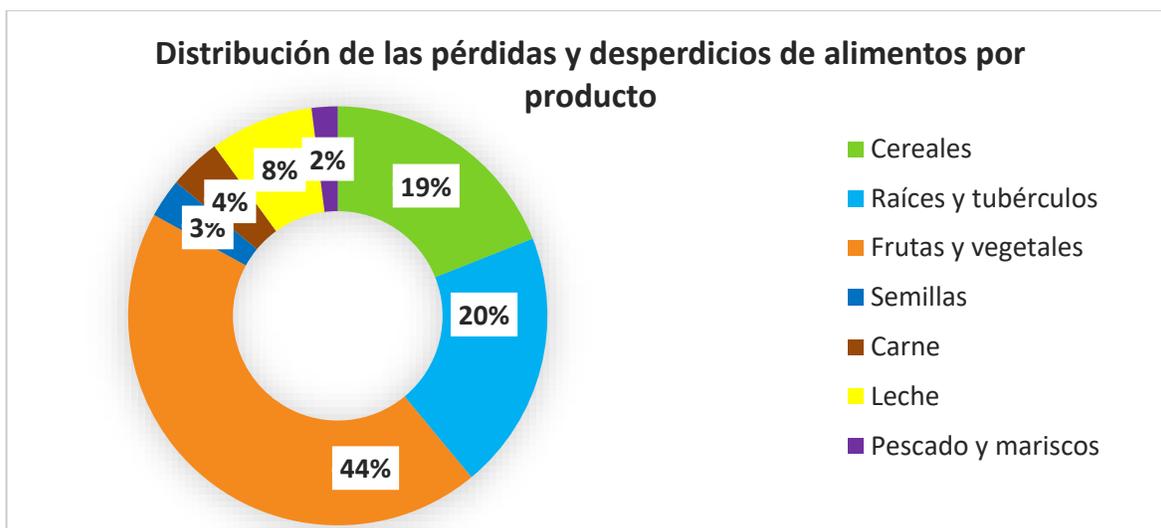


Figura 1.3: Distribución de las pérdidas y desperdicios de alimentos por producto a nivel mundial. Fuente: Lipinski y otros (2013b) basado en (FAO, 2011).

Cada año, según FAO, (2014) la región pierde y/o desperdicia alrededor del 15% de sus alimentos disponibles. Los eslabones de la cadena donde más se pierden y desperdician alimentos en América Latina y el Caribe es a nivel de producción y del consumidor. El 28% de los desperdicios ocurren a nivel del consumidor; el 28% de la pérdida a nivel de producción, el 17% de los desperdicios ocurre en mercado y distribución y el 22% de las pérdidas se dan durante el manejo y almacenamiento y el 6% restante a nivel de procesamiento (Figura 1.4)

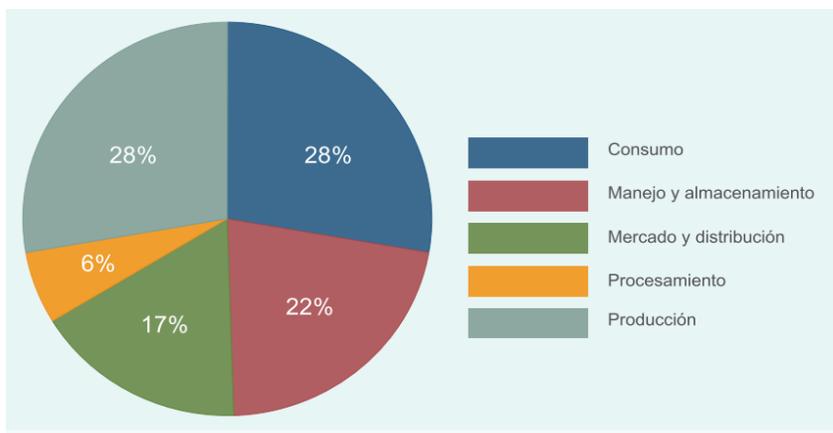


Figura 1.4: Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina por segmento de la cadena alimentaria. Fuente: FAO, (2014).

1.4.1. Producción de Alimentos en Cuba

Cuba está entre los países con una agricultura con más bajos rendimientos en América Latina. En total, el sector cooperativo dispone ya del 80% de las tierras y produce más del 90 % de los alimentos del país, sin embargo, solo cubren el 20% de las necesidades de la población. Las pérdidas de cosecha y poscosecha se sitúan alrededor del 30% de la producción total de alimentos, y las pérdidas en las fases de distribución de alimentos a los mercados interiores y a las ciudades alcanzan el 27% (Mundubat, 2017). Según los resultados obtenidos desde el 2002 hasta el cierre de 2010 el Sector Agropecuario registró un decrecimiento del 2.8%. Decreció la producción agrícola renglones fundamentales tales como: arroz, hortalizas, frijoles, tubérculos (papa, malanga), cítricos, entre otros (Figura 1.5).

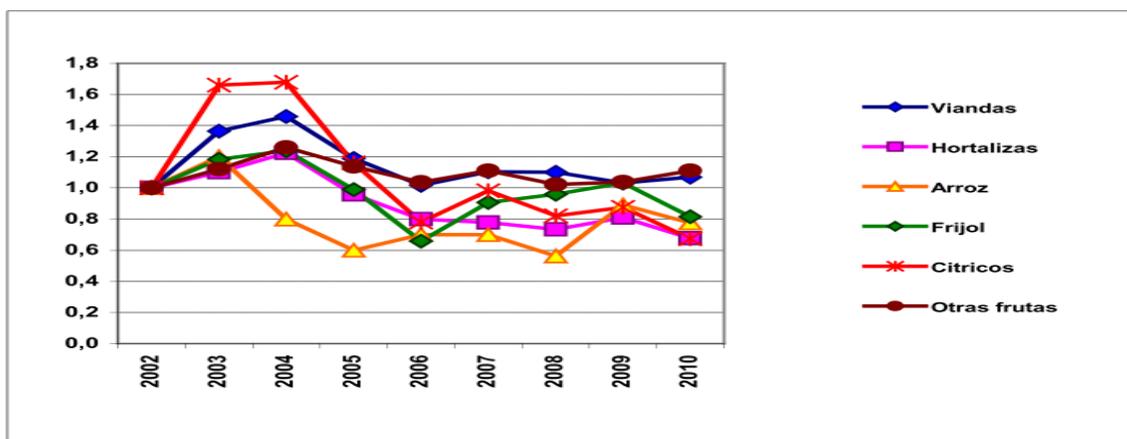


Figura 1.5: Producción de alimentos 2002-2010. Fuente: Nova González, (2012).

Sobre la base de estos resultados, las autoridades competentes en el sector, definieron una serie de medidas que llevaron a cabo para la Implementación del nuevo modelo económico y social y que están enmarcadas en los Lineamientos de la Política Económica y Social vigentes en Cuba (Capítulo I Las Cooperativas y VII Política Agroindustrial), la propuesta trata de contribuir a los siguientes lineamientos (PCC, 2011):

- Lineamientos (25 al 29): Mantiene las cooperativas como forma socialista de organización productiva no agropecuaria, pero establece que pueden comercializar libremente sin intermediarios e impulsar la creación de cooperativas de segundo grado.
- Lineamiento (177): Lograr que este sector (agrícola) aporte progresivamente a la balanza de pagos del país, para dejar de ser un importador neto de alimentos.
- Lineamiento (187): Desarrollar una agricultura sostenible en armonía con el medio ambiente, que propicie el uso eficiente de los recursos.

En el caso del sector agrícola una de las producciones que se nota eficazmente su crecimiento son las frutas, en el periodo de 2012-2017, las mayores producciones fueron el mango, la guayaba y la fruta bomba como se evidencia en la Figura 1.6. En el caso particular de la provincia de Sancti Spíritus, las producciones de frutas en el periodo de 2009-2016 tuvieron un incremento considerable (como se muestra en la figura 1.7) excepto en el año 2017 con respecto al año anterior de forma general. Se destaca el hecho de que se triplica la producción del año 2009 al año 2016, donde se obtuvieron producciones respectivas de 14_536 toneladas y 43_525 toneladas para un índice de aumento de la producción de 2.994. Resulta aún más representativo el incremento en la producción de fruta bomba de 4_320.7 toneladas en 2009 a 17_384.5 toneladas en 2016, para un índice de aumento de la producción de 4.024. Por su parte, las producciones de mango y otras frutas mantuvieron el incremento hasta el 2017 con índices de 2.395 y 3.818 respectivamente, en relación al 2009 (ONEI, 2015, 2018b).

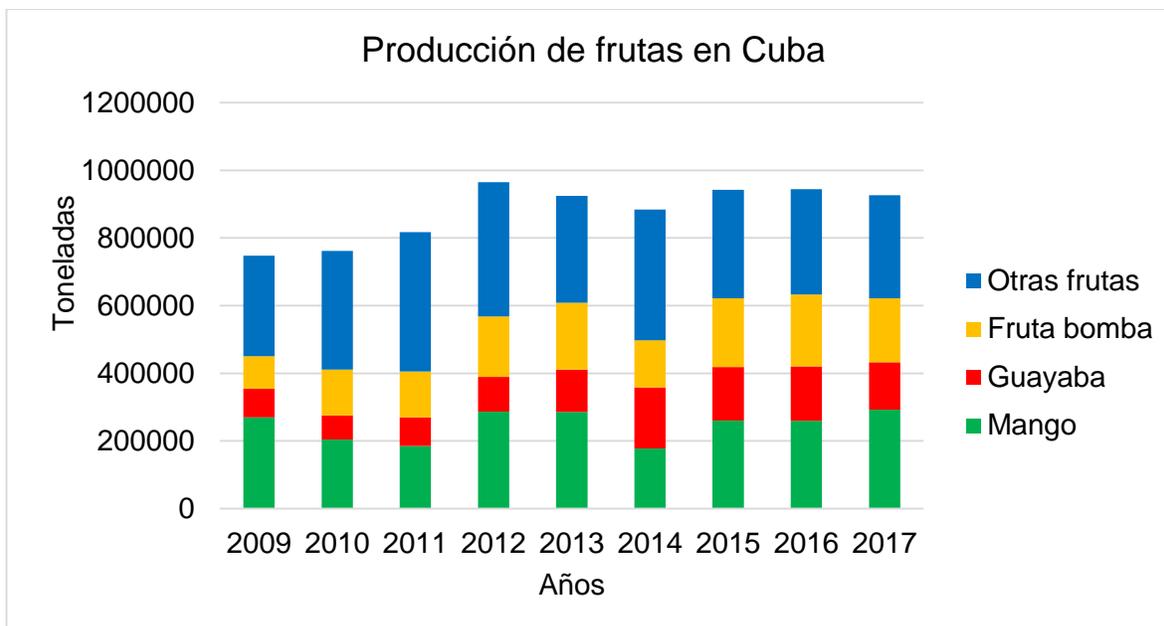


Figura 1.6: Producción de frutas en Cuba periodo 2009-2017. Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos del ONEI, (2018a).

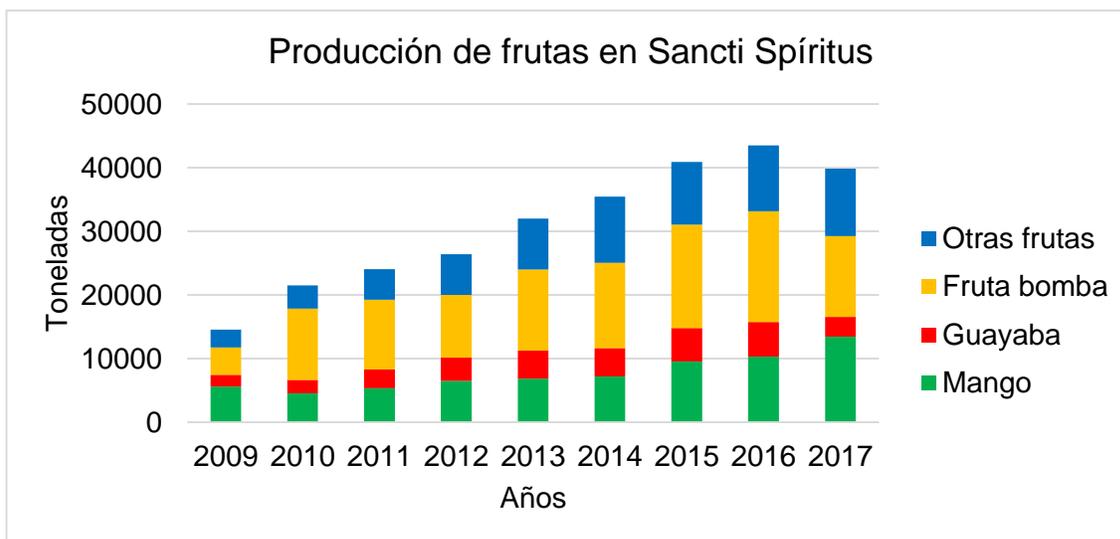


Figura 1.7: Producción de frutas en Sancti Spíritus período 2009-2017. Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos del (ONEI, 2018b).

1.5. Prácticas para la disminución de pérdidas y desperdicios en la agricultura

En el documento estratégico «Más alimento, menos desperdicio» (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013) citado en Montagut y Gascón,

(2014), se plantean cinco líneas de actuación, que se suscriben a los cuatro tipos de soluciones (técnica, logística, normativa y educativa) previstas:

- Realizar estudios para conocer el cuánto, cómo, dónde y por qué de las pérdidas y desperdicio de alimentos (Solución tecnológica)
- Divulgar y promover buenas prácticas y acciones de sensibilización (Solución educativa).
- Analizar y revisar aspectos normativos (Solución normativa).
- Colaborar con otros agentes: entidades sociales, empresas y otras administraciones (Solución logística).
- Fomentar el diseño y desarrollo de nuevas tecnologías (Solución tecnológica).

Dada la magnitud y complejidad de las pérdidas y los desperdicios de alimentos, la FAO considera que es necesario emprender acciones, que abarca, por un lado, la producción sostenible de alimentos y, por otro, las dietas y el consumo sostenibles. Las soluciones y estrategias se centran en mejoras sistémicas de la eficiencia y sostenibilidad de las cadenas de suministro de alimentos. La iniciativa mundial “*Save Food*” sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos es una importante herramienta del nuevo marco estratégico de la FAO, (2015b):

- Colaboración y coordinación: “*Save Food*” ha establecido una alianza global con organizaciones públicas y privadas y compañías activas. Es imprescindible que todas las iniciativas estén bien coordinadas de manera que todos los participantes sepan qué está ocurriendo en el mundo.
- Aumentar la sensibilización: Esto es posible mediante la realización de campañas de comunicación y publicidad, la divulgación de los hallazgos y resultados de la Iniciativa “*Save Food*” y la organización de congresos regionales “*Save Food*”.
- Investigación: Esto incluye la realización de una serie de estudios nacionales y regionales para analizar las causas de las pérdidas de alimentos y soluciones viables, también dirige estudios sobre los impactos socioeconómicos de las pérdidas y los desperdicios de alimentos y sobre los marcos políticos y normativos que les afectan.

- Apoyo a proyectos: para que los sectores público y privado piloten e implementen estrategias de reducción de pérdidas de alimentos.

La Iniciativa Save Food de la FAO, el Programa Mundial de Alimentos (PMA), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) trabajan conjuntamente bajo la perspectiva para el **Reto del Hambre Cero** (FAO, 2015b):

- Cero retrasos en el crecimiento en niños y niñas menores de dos años.
- Que el 100% de las personas tengan acceso a una alimentación adecuada, durante todo el año.
- Que todos los sistemas alimentarios sean sostenibles
- Aumentar un 100% la productividad y los ingresos de los pequeños productores
- Cero desperdicios de alimentos y pérdidas poscosecha

La Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC), ha incluido la reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos como línea de acción de su Plan de Acción para la Seguridad Alimentaria, Nutrición y Erradicación del Hambre 2025, la reducción de PDA FAO, (2015c). Para la implementación de esta línea de acción, se plantean las siguientes medidas:

- Generar campañas de información y comunicación para la sensibilización a cada uno de los actores de la cadena alimentaria y los consumidores, con relación a mejores prácticas para evitar pérdidas y desperdicios, mejorando la claridad del etiquetado en cuanto la fecha y almacenamiento; la aplicación adecuada de buenas prácticas agrícolas y veterinarias en la fase primaria de producción y de buenas prácticas de fabricación e higiénicas en la elaboración de alimentos y cualquier otra práctica o acción que ayude a prevenir o revertir las PDA.
- Desarrollar y capacitar en procesos y estrategias de conservación de los productos de la cosecha, en particular de la agricultura a pequeña escala destinados al autoconsumo o para la venta.
- Promover la reducción de las PDA que suelen suponer la mejora de las infraestructuras, particularmente el transporte, la energía y las instalaciones del mercado; generando acciones de concientización en estos sectores.

- Promover políticas y programas que fortalezcan la inocuidad y calidad de los alimentos provenientes de la agricultura familiar.
- Promover el desarrollo y facilitar el acceso al equipamiento y nuevas tecnologías/innovación que contribuyan a reducir las pérdidas de alimentos en todas las etapas de la cadena.
- Incluir la temática de la SAN y la forma de evitar las PDA en todos los niveles educativos, especialmente aquellos relacionados directamente con los alimentos.
- Favorecer la cooperación sur-sur en los ítems anteriores.

Según FAO, (2016) se realizan otras prácticas o acciones sostenibles, como son:

- Programa de Capacitación para la Prevención y Reducción de PDA (virtual / presencial)
- Políticas / Planes de acción nacionales para la prevención y reducción de PDA.
- Propuesta del Código de Conducta Internacional para la Prevención y Reducción de PDA.

Ya hay avances orientados a la sostenibilidad del sistema alimentario. Se trata de un momento clave para actuar, en el cual ya se ha definido una meta global. Los países de América Latina y el Caribe tienen una enorme oportunidad de continuar con los buenos resultados de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, hacia el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (FAO, 2016).

1.5.1. Evidencia de prácticas sostenibles en Cuba

En Cuba la estrategia conducida para reducir los niveles de pérdidas de alimentos en el país ha sido apoyada a partir de la implementación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. Dichos lineamientos abordan el tema de las pérdidas desde la perspectiva de la prevención y existen grupos de trabajo a nivel nacional, provincial y municipal que supervisan sistemáticamente su implementación (FAO, 2016).

Asimismo en FAO, (2016) se ha elaborado una nueva Política de autoabastecimiento municipal, donde el tema de PDA se ha enfocado hacia la consolidación de canales cortos de comercialización, la mejora del vínculo de

productores con los mercados y el desarrollo de mini-industrias para la transformación de la producción primaria. Otras acciones recientes relacionadas con la reducción de PDA son:

- Elaboración de políticas en fase de aprobación: 1) El perfeccionamiento del sistema de la agricultura, 2) Modelo de Gestión y 3) Planificación y gestión para el autoabastecimiento alimentario Municipal.
- El Servicio Científico Técnico del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT) ha participado en la capacitación de 200 productores de ocho provincias en el uso de tecnologías para el manejo poscosecha de frutas, vegetales y granos.
- Subprograma de Gestión de la Inocuidad y la Calidad, incluido en el Programa Nacional de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar.
- Implementación de tres nuevas mini-industrias para el procesamiento de frutales, como resultado del “Proyecto de Apoyo a una Agricultura Sostenible en Cuba”.
- Mini-industrias de barras de guayaba y dulce en almíbar de papaya, en ellas se aprovecha la sobreproducción de frutas y hortalizas.
- Continuar con la sensibilización y el fortalecimiento de alianzas estratégicas que involucren a los sectores estatal y no estatal.
- Colocar a las personas y a la salud humana en el centro del desarrollo sostenible, para el futuro, esto se puede lograr con la erradicación de desperdicios para un futuro común.

CAPÍTULO 2: PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE LA SOSTENIBILIDAD DE CADENAS DE SUMINISTRO DE FRUTAS

En la actualidad, es una necesidad de las empresas cubanas gestionar los procesos a nivel de toda la cadena de suministro, siendo ésta la base para crear políticas y estrategias sólidas. Se requieren métodos que se basen en estudios de sostenibilidad ambientales, económicos y sociales, que al integrarse logren que las empresas integren sus cadenas productivas adecuadamente. Será posible entonces rediseñar y mejorar el flujo de trabajo, para hacerlo cada día más eficiente y adaptar la institución a las necesidades de los clientes finales, logrando con ello su satisfacción total. Por esta razón, el presente capítulo tiene como objetivo dar solución a la problemática presentada en esta investigación mediante un procedimiento para el análisis de sostenibilidad, que facilite la propuesta de mejoras para la disminución de las pérdidas poscosecha en la gestión de las cadenas de suministro de frutas.

2.1. Justificación del diseño del procedimiento para procedimiento para la mejora de la sostenibilidad de cadenas de suministro de frutas

La presente investigación, expone como situación problemática las pérdidas poscosecha de grandes cantidades de frutas y vegetales, provocando el limitado acceso de la población a este tipo de alimentos. Al consumirse pocas frutas y vegetales o productos de baja calidad, el organismo puede presentar bajos niveles nutricionales y traer consigo graves problemas de salud tales como el *incremento de la incidencia de intoxicaciones alimenticias y brotes de enfermedades provocadas por los alimentos* (Brundtland, 2002). Estas pérdidas han propiciado, además, el aumento considerable de la importación de estos productos al país. Asimismo, impactan negativamente al medio ambiente y a la economía, ya que el incremento en las áreas de desperdicios contamina las tierras cultivables y se pierden grandes cantidades de recursos (tanto naturales como materiales). Todo lo anterior afecta la sostenibilidad de las cadenas de suministro de frutas.

Las cadenas de suministro de frutas en la provincia de Sancti Spíritus son complejas pues se extienden a varias entidades. Es una red que consiste en un número de unidades interrelacionadas desde “la granja hasta la mesa”, como importadores,

proveedores de insumos, productores agrícolas, cooperativas, empacadores, transportistas, exportadores, vendedores mayoristas, vendedores minoristas y clientes finales (Matopoulos y otros 2007). Esta situación constituye una debilidad que dificulta la adecuada gestión de esta cadena, por lo que resulta necesario conocer cómo se afecta su sostenibilidad. La valoración de la sostenibilidad tradicionalmente ha involucrado a investigadores y responsables de la agricultura para desarrollar enfoques más holísticos que incluyen varias etapas.

Al realizar un análisis de sostenibilidad es necesario tener en cuenta la reducción de los desperdicios en toda la cadena. Al respecto, se encontró en la literatura el mapeo del flujo de valor (*Value Stream Mapping* VSM), el cual ha sido utilizado indistintamente como herramienta de mejora para aspectos económicos (pérdidas en volumen o valor monetario, ganancias), aspectos ambientales (agua, energía y combustibles utilizados, emisiones de CO₂ y GEI) y aspectos sociales (salario medio, riesgos de seguridad y salud, nivel de satisfacción de los trabajadores con el ambiente laboral, nivel de servicio percibido por los clientes). Por tanto, se propone realizarle modificaciones a la herramienta VSM que tengan en cuenta indicadores para evaluar las 3 dimensiones de la sostenibilidad de las cadenas de suministro de frutas, con el objetivo de identificar oportunidades de mejora.

2.2. Bases del procedimiento para el análisis de sostenibilidad de cadenas de suministro de frutas

Objetivos del procedimiento: El objetivo principal de este procedimiento es analizar la sostenibilidad (económico, social y ambiental) de las cadenas de suministro de frutas e identificar la propuesta de mejora más sostenible, en aras de minimizar las pérdidas poscosecha y aumentar la satisfacción de los clientes y las partes interesadas.

El procedimiento desarrollado se sustenta en los principios siguientes:

- **Flexibilidad:** el procedimiento tiene potencialidades para adaptarse con racionalidad a los cambios provenientes de un entorno muy dinámico, sin que se produzcan cambios significativos en su estructura, métodos y procedimientos de trabajo.

- Consistencia lógica: A partir de la secuencia lógica, interrelación de aspectos y coherencia de contenidos, en correspondencia con la lógica de ejecución de este tipo de estudio.
- Trascendencia: las decisiones y acciones derivadas de su proceder tienen un impacto significativo en la seguridad alimentaria.
- Racionalidad: posibilidad de implementación con un presupuesto razonable, conduciendo, así mismo, a la obtención de beneficios de diversa índole y valor para la región que se analice.
- Fiabilidad: capacidad de funcionar continuamente facilitando el proceso de toma de decisiones.
- Perspectiva: posibilidad de adaptación y de hacer extensible su aplicación como instrumento metodológico a otros tipos de procesos e instalaciones productivas con diferentes tipos de materia prima con los ajustes pertinentes.
- Carácter participativo y creativo: Dado por su capacidad de desarrollar un ambiente participativo y colaborativo de trabajo en equipos multidisciplinarios de todos los implicados, de forma tal que propicie el despliegue de iniciativas.
- Mejoramiento sistemático: En función de su capacidad de mejorar progresiva y continuamente el nivel de conocimiento, que permita considerarlo un entrenamiento sistemático basado en la formación-acción.
- Transparencia: la estructuración, armonía entre los pasos y la consistencia lógica del procedimiento permite cumplir los objetivos para los cuales fue diseñado relativamente sencilla, comprensible y práctica, respectivamente, permitiendo su asimilación rápida por parte de las personas que se inician en su explotación.

Entradas del procedimiento:

Como entradas, el procedimiento tiene:

- Información de los procesos que permita la caracterización y descripción de la cadena de suministro a analizar.
- Información sobre insumos necesarios y consumidos.

- Información sobre las salidas de los procesos (desperdicios).
- Información sobre resultados productivos.

Salidas del procedimiento

Las salidas principales del procedimiento son:

- Evaluación de utilización de recursos, así como del impacto social y ambiental de la cadena de suministro.
- Análisis de pérdidas poscosecha en el ciclo productivo, que permita la propuesta de alternativas de mejora.

2.3. Desarrollo del procedimiento para el análisis de sostenibilidad de cadenas de suministro de frutas

La herramienta metodológica propuesta para el análisis de la sostenibilidad de las cadenas de suministro de frutas está basada en el Mapeo del Flujo de Valor (VSM). Esta se enfoca en identificar el flujo del sistema de producción y en eliminar tanto interrupciones como desperdicios, reducir los ciclos al mínimo y determinar posibles mejoras para aumentar la sostenibilidad de la cadena. En esta investigación se propone una metodología basada en los pasos e indicadores de sostenibilidad más comunes identificados en la literatura consultada para la aplicación del VSM (Norton y Fearne, 2009a; Edwards y Winkel, 2013; Brown, Amundson, y Badurdeen, 2014; Faulkner y Badurdeen, 2014; Schmidtke, Heiser, y Hinrichsen, 2014; Ali, Petersen, y de França, 2015; Andrade, Pereira, y Del Conte, 2016; Edtmayr, Sunk, y Sihn, 2016; Jarebrant y otros 2016), se subrayan elementos modificados por la autora.

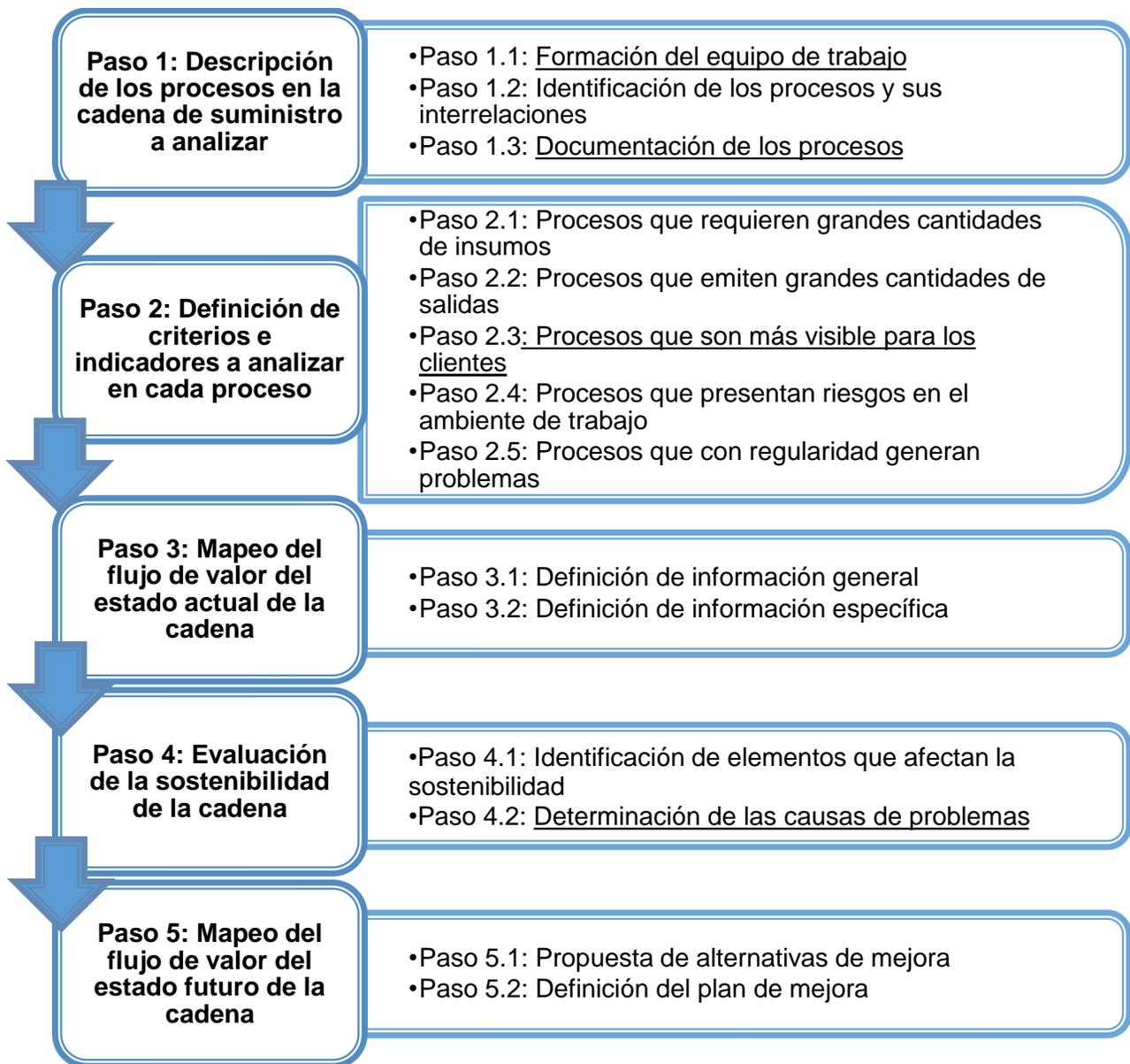


Figura 2.1: Procedimiento para analizar la sostenibilidad de la cadena suministro, basado en la herramienta de VSM.

A continuación, se describen los pasos para el análisis de la sostenibilidad de la cadena de suministro de frutas.

Paso 1: Descripción de los procesos en la cadena de suministro a analizar

La importancia de describir los procesos se basa en tener conocimiento de los eslabones que conforman la cadena (como se detalla en la tabla 2.1), así como de los indicadores a analizar.

Tabla 2.1: Eslabones de la cadena de suministro de frutas y su función.

Eslabón	Función que desarrolla
Importadores	Encargados de conseguir los recursos que no se encuentran dentro del país.
Proveedores de insumos	Encargados de la mano de obra, maquinaria, equipo, instalaciones, tecnología en general.
Productores agrícolas	Encargados de la siembra y cosecha de los productos.
Cooperativas	Unidades donde se encuentran los productores y los productos.
Transportistas	Encargados de transportar todo tipo de recurso, para cualquier parte de la cadena.
Vendedores mayoristas	Compran un producto en grandes cantidades y venden en pequeñas cantidades a otro vendedor.
Industrias	Encargados de procesar y envasar a escala industrial grandes cantidades de producto para su venta a un vendedor mayorista.
Mini-industrias	Encargados de procesar y envasar a escala artesanal pequeñas cantidades de producto para su venta a un vendedor minorista o directamente al cliente final.
Exportadores	Encargados de sacar el producto terminado fuera de la cadena, hacia otro territorio.
Vendedores minoristas	Último eslabón del canal de distribución, el que está en contacto con el mercado.
Clientes finales	Son las personas que realmente consumen el producto.

Paso 1.1: Formación del equipo de trabajo

Para la selección del equipo de trabajo es importante señalar que experto no quiere decir profesional, sino profundo conocedor del tema para brindar valoraciones y

aportar recomendaciones con un máximo de competencias (Medina León y et.al, 2008); (Hernández Nariño, 2010).

Selección del universo de expertos

Sobre la base de los criterios expuestos para la formación de grupos de trabajo con pretensiones similares (Trischler, 1998); (Amozarrain, 1999; Nogueira Rivera, 2002);(Sosa, 2002);(Hernández Nariño, 2010), se recomienda que el equipo deba:

- Estar integrado por un grupo de 7 a 15 personas.
- Estar conformado por personas del Consejo de Dirección y una representación de todas las áreas de la organización.
- Garantizar la diversidad de conocimientos de los miembros del equipo.
- Contar con personas que posean conocimientos de dirección.
- Disponer de la presencia de algún experto externo.
- Nombrar a un miembro de la dirección como coordinador del equipo de trabajo.
- Contar con la disponibilidad de los miembros para el trabajo solicitado.

Definir expertos del equipo de trabajo

Se utiliza el Método de selección de expertos propuesto por (Hurtado de Mendoza, 2003), para desarrollarlo se aplica una encuesta que permite realizar un análisis de los candidatos mediante la determinación del coeficiente de competencia de los mismos, luego se calcula la cantidad de expertos necesarios para la investigación y con estos dos elementos se determinan finalmente los integrantes del equipo de trabajo. A continuación, se describen cada uno de las etapas que son necesarios llevar a cabo para aplicar el método que se propone utilizar.

Etapa 1: Confeccionar una lista inicial de personas que cumplan con los requisitos para ser expertos en la materia a trabajar.

Etapa 2: Realizar una valoración sobre el nivel de experiencia, evaluando de esta forma los niveles de conocimiento que poseen sobre la materia. Para ello, se realiza una primera pregunta para una autoevaluación de los niveles de información y

argumentación que tienen sobre el tema en cuestión. Esta pregunta se expone en el Anexo # 5.

Etapa 3: Determinación del coeficiente de conocimiento o información (Kc)

A partir de aquí se calcula el coeficiente de conocimiento o información (Kc) mediante la ecuación 2.1.

$$K_{cj} = n(0,1) \quad (2.1)$$

Donde:

Kcj: Coeficiente de conocimiento o información del experto "j"

nj: Rango seleccionado por el experto "j"

Etapa 4: Determinación del coeficiente de argumentación (Ka)

Se realiza una segunda pregunta que permite valorar un grupo de aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar, marcando con una X el nivel que posean. A partir de estos valores reflejados por cada experto en la tabla se contrastan con los valores de una tabla patrón: Esta pregunta y la tabla patrón se exponen en el anexo #5.

Los aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación del tema a estudiar permiten calcular el coeficiente de argumentación (Ka) de cada experto y se utiliza la ecuación 2.2.

$$K_{aj} = \sum_{i=1}^7 n_i \quad (2.2)$$

Donde:

Kaj: Coeficiente de argumentación del experto "j"

ni: Valor correspondiente a la fuente de argumentación "i" (i: 1 hasta 6)

Una vez obtenidos los valores del coeficiente de conocimiento (Kc) y el coeficiente de argumentación (Ka) se procede a obtener el valor del coeficiente de competencia (K) que finalmente es el coeficiente que determina en realidad qué experto se toma en consideración para trabajar en esta investigación. Este coeficiente (K) se calcula como muestra la ecuación 2.3.

Etapa 5: Determinación y valoración del coeficiente de competencia (K)

$$K_j = 0.5 * (K_c + K_a) \quad (2.3)$$

Donde:

Kj: Coeficiente de competencia del experto "j"

Kc: Coeficiente de conocimiento

Ka: Coeficiente de argumentación

Luego de realizar los cálculos los resultados se valoran en la escala siguiente:

0,8 < K < 1,0 Coeficiente de competencia alto

0,5 < K < 0,8 Coeficiente de competencia medio

K < 0,5 Coeficiente de competencia bajo

Etapa 6: Selección de expertos

Para la selección se determina el número de expertos necesarios, mediante la ecuación 2.4.

$$M = \frac{p * (1 - p) * k}{i^2} \quad (2.4)$$

Donde:

M: Número de expertos

i: Nivel de precisión deseado

p: Proporción estimada de errores de los expertos

k: Constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido, estos se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2.2: Valores de K según el nivel de confianza.

Nivel de confianza (%)	α	$Z_{\alpha/2}$	Valor de K
99	0,01	2,58	6,6564
95	0,05	1,96	3,8416
90	0,10	1,64	2,6896

Fuente: H Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, (2006)

Después se seleccionan los expertos necesarios basándose en el número calculado y escogiéndose aquellos de mayor coeficiente de competencia, quedando definido finalmente el grupo de trabajo.

Paso 1.2: Identificar los procesos y sus interrelaciones

Con los procesos definidos y determinadas sus interrelaciones a través de un mapa de la cadena, se hace necesario establecer la documentación asociada a estos, para registrar de forma adecuada toda la información necesaria referida a la cadena.

Paso 1.3: Documentación de los procesos

La documentación de los procesos se puede realizar a través de fichas de proceso, las cuales se consideran un efectivo soporte de información pues tienen por objeto recoger todas las características relevantes para el control de las actividades reflejadas en el diagrama de representación de procesos (el cual debe ser anexo a dicha ficha). Esta es una herramienta que contiene todos los elementos necesarios asociados a los procesos, para su correcto desarrollo y posterior análisis. Los elementos más representativos que integrarán esta ficha son:

- Nombre del proceso: debe ser representativo y lo más claro posible.
- Tipo de proceso: el tipo de proceso es un sistema de clasificación que ayudará a captar y entender el alcance y el contexto del proceso objeto de estudio. La clasificación recomendada es: procesos estratégicos, operativos y de apoyo.
- Responsable del proceso: responde por el desempeño del proceso, es responsable del control y de su mejora. Tiene la autoridad de gestionarlo a fin de cumplir con los requisitos establecidos en la documentación normativa asociada, lo cual incluye los recursos humanos, materiales y financieros asignados.
- Alcance: aunque debería estar definido por el propio diagrama de proceso, el alcance pretende establecer la primera actividad (inicio) y la última actividad (fin) del proceso, para tener noción de la extensión de las actividades en la propia ficha.
- Entradas: incluye todos los recursos necesarios para la realización de un proceso determinado (flujo de información, productos físicos, documentos).
- Documentación utilizada: se pueden referenciar en la ficha de proceso aquellos documentos o registros vinculados al proceso. En concreto, los registros permiten evidenciar la conformidad del proceso y de los productos con los requisitos.

- Descripción: en la descripción se debe definir dónde empieza y termina el proceso, y determinar qué actividades están incluidas y excluidas en el análisis. Para describir cada una de las actividades que posee el proceso se utilizará el diagrama de representación de procesos OTIDA, que permitirá representar gráficamente el orden de actividades, trabajo e información. Al describirse las actividades concretas que deben realizarse en cada proceso, es necesario tener en cuenta las características de calidad que están asociadas a cada una de ellas, cuyo cumplimiento garantizará que se satisfagan las expectativas de los clientes internos y externos.
- Control de la calidad por actividades: para cada una de las actividades del proceso se debe definir la forma en que se controla y evalúa la calidad, así como el objetivo y responsable.

Paso 2: Definición de criterios e indicadores a analizar en cada proceso

Este paso incluye la definición de los procesos que serán investigados en profundidad en los próximos pasos.

Primeramente, ha de compararse la cantidad de materias primas recibidas ($MP_{recibida}$) con la cantidad de materias primas necesarias según las normas de consumo (ver [Anexo 6](#)) o regulaciones existentes para obtener el volumen de producto terminado real ($MP_{s/n} P_{real}$), esta diferencia representa la cantidad de materias primas perdida ($MP_{perdida}$) como se muestra en la expresión 2.5.

$$MP_{perdida}^{[1]} = MP_{recibida}^{[1]} - MP_{s/n} P_{real}^{[1]} \quad \text{Expresión (2.5)}$$

[1] toneladas

Para identificar estos procesos en cadenas de suministro de frutas se pueden aplicar varios criterios. A partir del análisis realizado se proponen varios criterios a continuación.

Paso 2.1 Procesos que requieren grandes cantidades de insumos

Los insumos pueden ser analizados para cada etapa de la CS y en específico resulta de gran importancia su análisis para identificar el potencial de mejora en cuanto a la sostenibilidad de su uso. Para ello, se identifican los procesos que

requieren grandes cantidades de insumos o recursos. En la tabla 2.3 se enumeran posibles criterios según la etapa de la CS y herramientas a utilizar para identificarlos.

Tabla 2.3: Posibles criterios para analizar los insumos de la cadena de suministro.

Criterios:	Herramientas:
<p><u>En la producción:</u> agua, químicos (fertilizantes, pesticidas, etc.), semillas, diésel (de equipos agrícolas empleados, etc.).</p> <p><u>En el transporte:</u> diésel, electricidad.</p> <p><u>En el procesamiento:</u> materias primas (frutas o vegetales), agua (para lavado, etc.), químicos (aditivos), electricidad.</p> <p><u>En el envasado:</u> plásticos, cristal, metal, etc.</p> <p><u>En la distribución:</u> diésel, electricidad.</p> <p><u>En el consumo:</u> electricidad, agua, diésel, envases, etc.</p>	Revisión de documentos y entrevistas

A partir del análisis presentado en la expresión 2.5, se procede a identificar los insumos que no añaden valor al producto terminado y que por tanto constituyen desperdicios. Para ello se proponen los indicadores que se presentan en la tabla 2.4. En el Anexo 6 se muestran los índices de consumo para cada tipo de insumo.

Tabla 2.4: Indicadores para el análisis de los insumos según la etapa de la CS.

Etapa CS	Indicadores	Expresión
Producción primaria	<p>Desperdicio de fertilizantes $i^{[2]} =$ <i>Fertilizantes necesarios</i> $i^{[3]} * MPperdida^{[1]}$</p>	<p>(2.6)</p> <p>^[2] kg</p> <p>^[3] kg / tonelada de MP</p>
	<p>Desperdicio de agua $^{[4]} =$ <i>Agua necesaria producción</i> $^{[5]} * MPperdida^{[1]}$</p>	<p>(2.7)</p> <p>^[4] litros</p> <p>^[5] litros / tonelada de MP</p>

Transporte	<p>Desperdicio de combustible en el transporte^[5]</p> <p>= Consumo de combustible en el transporte ^[6]</p> <p>* Distancia recorrida con MPperdida ^[7]</p> <p>Donde: Distancia recorrida con MPperdida ^[7] =</p> $km \text{ promedio recorridos} * \frac{MPperdida^{[1]}}{Volumen \text{ promedio carga}^{[1]}}$	<p>(2.8)</p> <p>[6] litros / km recorrido</p> <p>[7] km recorridos</p>
Procesamiento	<p>Desperdicio de agua^[4] =</p> <p>Agua consumida^[4] – Agua necesaria s/norma ^[4]</p>	(2.9)
	<p>Desperdicio de energía^[8] =</p> <p>Energía consumida^[8] – Energía s/norma ^[8]</p>	<p>(2.10)</p> <p>[9] Kw-h</p>

Paso 2.2: Procesos que emiten grandes cantidades de salidas

Es importante revisar para cada etapa de la CS los procesos que emiten grandes cantidades de salidas de productos, la cantidad de desechos generados, la cantidad de residuos sólidos generados, entre otros. En la tabla 2.5 se enumeran posibles criterios según la etapa de la CS y herramientas a utilizar para identificarlos.

Tabla 2.5: Posibles criterios para analizar las salidas de la cadena de suministro.

Criterios:	Herramientas:
<p><u>En la producción:</u> emisiones al agua (cloro, etc.), emisiones al aire (GEI), residuos sólidos, empaques.</p> <p><u>En el transporte:</u> emisiones al aire (GEI).</p> <p><u>En el procesamiento:</u> emisiones al agua (cloro, etc.), emisiones al aire (GEI), residuos sólidos, empaques.</p> <p><u>En el envasado:</u> productos no conforme, plásticos, cristal, metal, etc.</p> <p><u>En la distribución:</u> emisiones al aire (GEI).</p> <p><u>En el consumo:</u> emisiones al agua (cloro, etc.), emisiones al aire (GEI), residuos sólidos, empaques.</p>	<p>Revisión de documentos y entrevistas</p>

Para el análisis del desempeño de dichos criterios ha de compararse el valor real con el valor esperado según las normas o regulaciones existentes para su salida de la cadena, con el objetivo de identificar los excesos de emisiones correspondientes a la ineficiencia del proceso, los cuales, por tanto, no añaden valor (NAV) al producto final. En el Anexo 6 se muestran los factores de emisión correspondientes a las fuentes de la cadena de suministro de frutas.

Tabla 2.5: Indicadores para el análisis de las salidas según la etapa de la CS.

Etapa CS	Indicadores	Expresión
Producción primaria	Emisiones de fertilizantes (NAV)^[10] = $\Sigma(\text{Desperdicio de fertilizantes}^{[2]} * \text{Factor de emisión fertilizante}^{[11]})$	(2.12) ^[10] kg CO ₂ eq ^[11] kg CO ₂ eq/kg
Transporte	Emisiones del uso de combustible (NAV)^[10] = Desperdicio de combustible ^[4] * Factor de emisión combustible ^[12]	(2.13) ^[12] kg CO ₂ eq/litro
Procesamiento	Emisiones del uso de energía (NAV)^[10] = Desperdicio de energía ^[8] * Factor de emisión generación energía ^[13]	(2.14) ^[13] kg CO ₂ eq/kW-h
	Producción real^[1] Según registros	
	Producción esperada^[1] $= \frac{MP_{consumida}^{[1]}}{Norma\ de\ consumo}$	(2.15)
	Desperdicio de MP s/norma^[1] = MP consumida ^[1] – Producción esperada ^[1]	(2.16)
	MPperdida^[1] = MP consumida ^[1] – MP s/norma Preal ^[1]	(2.17)

	$\text{Producción perdida}^{[1]}$ $= \text{Producción esperada}^{[1]}$ $- \text{Producción real}^{[1]}$	(2.18)
	$\text{Producto terminado obtenido}^{[1]}$ $= \frac{\text{Producción real}^{[1]}}{\text{Indice de consumo puré de frutas}}$	(2.19)
	$\text{Producto no obtenido}^{[1]}$ $= \frac{\text{Producción perdida}^{[1]}}{\text{Indice de consumo puré de frutas}}$	(2.20)

Paso 2.3: Procesos que son más visible para los clientes

Finalmente, se deben analizar los procesos que tienen un impacto importante o que son más visible para los clientes. Para ello se propone utilizar el indicador siguiente, que representa las calorías no consumidas por el cliente final, dada la ineficiencia del proceso.

$$\begin{aligned} \text{Calorías no consumidas}^{[14]} & \qquad \qquad \qquad \text{Expresión (2.21)} \\ & = 1000 * \text{Producto no obtenido}^{[1]} & [14] \text{ kcal} \\ & * \text{Valor energético del producto}^{[15]} & [15] \text{ kcal / kg de} \\ & & \text{producto} \end{aligned}$$

Paso 2.4: Procesos que presentan riesgos en el ambiente de trabajo

La salud de los trabajadores y el nivel satisfacción de la demanda de clientes internos y externos pueden verse afectados por los riesgos existentes en el ambiente de trabajo, por la sobrecarga de trabajo físico o por la sobrecarga mental del trabajador. Para las posibles incidencias en este tipo de criterios se propone utilizar las herramientas que se presentan en los Anexos, 7, 8 y 9.

Paso 2.5: Procesos que con regularidad generan problemas

En el proceso se deben analizar los posibles fallos que pueden ocurrir en los diferentes elementos del proceso (materiales, equipo, mano de obra, métodos y entorno), así como determinar de qué forma estos influyen en el producto resultante. Para ello se puede realizar un análisis de riesgos en los procesos para lo cual se

puede utilizar como herramienta de análisis el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) de proceso, a continuación se describen sus etapas según Humberto Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, (2009).

Etapa 1: Aclarar las prestaciones o funciones del proceso. En la primera columna se reflejan todas las operaciones que se realizan a lo largo del subproceso, incluyendo las operaciones de aprovisionamiento, de producción, de embalaje, de almacenado y de transporte.

Etapa 2: Determinar los Modos Potenciales de Fallos. Un Modo Potencial de Fallo significa que un elemento o sistema no satisface o no funciona de acuerdo con la especificación, o simplemente no se obtiene lo que se espera de él, o sea es la forma en que es posible que un proceso falle.

Etapa 3: Determinar los Efectos Potenciales de Fallos. Es la consecuencia que pueda traer consigo la ocurrencia de un modo de fallo, tal y como las experimentaría el cliente. O sea, los efectos corresponden a los síntomas.

Etapa 4: Determinar las Causas Potenciales de Fallos. La Causa Potencial de Fallo se define como indicio de una debilidad del subproceso cuya consecuencia es el modo de fallo. Para cada modo de fallo se identificarán todas las Causas Potenciales de Fallos ya sean indirectas o directas.

Etapa 5: Identificar sistemas de control actuales. En esta columna se reflejarán todos los controles existentes en la actualidad para prevenir las causas del fallo y detectar el efecto resultante.

Etapa 6: Determinar los índices de evaluación para cada modo de fallo. Existen tres índices de evaluación:

- Índice de Severidad (S): Evalúa la severidad del efecto o consecuencia de que se produzca un determinado fallo para el subproceso.
- Índice de Ocurrencia (O): Evalúa la probabilidad de que una causa específica se produzca y dé lugar al modo de fallo.
- Índice de Detección (D): Evalúa la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue al cliente.

Etapa 7: Calcular para cada Modo de Fallo Potencial el Nivel de Prioridad del Riesgo (NPR), como se muestra en la expresión 2.22.

$$NPR = S * O * D$$

Expresión (2.22)

El NPR debe ser calculado para todas las causas de fallo. Este es usado con el fin de priorizar la causa potencial del fallo para posibles acciones correctivas.

Etapa 8: Proponer Acciones de Mejora, este paso incluye una descripción breve de la acción correctiva recomendada.

Paso 3: Mapa de flujo de valor del estado actual de la cadena

Este mapa muestra gráficamente cómo funcionan los procesos seleccionados en el tiempo. Por lo tanto, puede ser considerado como una foto de las prácticas actuales y los niveles de materiales usados para estos procesos. Adicionalmente, este mapa aspira a recolectar y registrar la información respecto a dónde ocurren los impactos a la sostenibilidad en la cadena de suministro de frutas. A través de este paso se pueden obtener datos tanto cualitativos como cuantitativos para la identificación del desperdicio. Los datos se categorizan en dos grupos:

Paso 3.1: Definir la información general

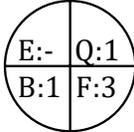
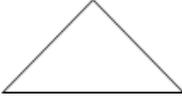
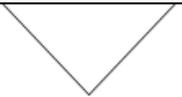
La información general incluye: tiempo de ciclo, los cambios a lo largo del tiempo, tiempo de procesamiento para cada una de las tareas de logísticas, confiabilidad del equipo usado y disponibilidad de materiales para el embalaje, las horas que transcurren entre cada operación, etc.

Paso 3.2: Definir la información específica

El objetivo de este paso es tener datos de las actividades y procesos que añaden valor, del uso de recursos (naturales y materiales), así como del desperdicio en una misma imagen para determinar oportunidades de mejorar el estado de los procesos de forma que aumente la eficiencia y la sostenibilidad de la cadena.

La información específica que incluye: cantidad de trabajadores, libras de materias primas usadas, litros de agua usados, cantidad de energía necesaria y desperdiciada, libras de desperdicio sólido generado, cantidad de residuos líquidos generados y libras de gases contaminantes emitidos al ambiente, etc. En la tabla 2.7 se proponen símbolos para las métricas adicionales que se incluyen en esta investigación.

Tabla 2.7: Representación de métricas propuestas en la investigación.

Carácter de la métrica	Indicador	Simbología propuesta
Ambiental	Emisiones GEI totales	
Ambiental	Emisiones GEI evitables	
Social	Riesgos laborales E: eléctricos B: biológicos Q: químicos F: físicos	
Social	Valor energético aportado	
Social	Valor energético perdido	

Paso 4: Evaluación de la sostenibilidad de la cadena

La evaluación de la sostenibilidad de la cadena se realiza a partir del análisis de la situación actual de la cadena. Para ello se deben identificar primeramente las actividades que añaden valor agregado real (aquellas que el cliente está dispuesto a pagar, son las que está esperando para satisfacer su requerimiento y resolver su necesidad).

Paso 4.1: Identificación de elementos que afectan la sostenibilidad

Hay muchas otras actividades que se requieren en el flujo de producción ya que son necesarias para su funcionamiento, pero que no agregan valor desde el punto de vista de las ventajas para el cliente, por tanto, estas actividades se deben reducir al máximo sin afectar la habilidad para obtener el producto. Además, existen otras actividades que no agregan valor alguno ni al cliente ni son esenciales al flujo de producción y son un verdadero desperdicio de recursos, estas se deben eliminar a

la brevedad. Para facilitar la toma de decisiones al respecto se puede seguir la lógica de la ventana de valor agregado, la cual se muestra en la figura 2.2.

		¿LA ACTIVIDAD AGREGA VALOR ?	
		SI	NO
¿NECESARIA?	SI	MAXIMIZAR	MINIMIZAR
	NO	CREAR LA NECESIDAD PARA VENDERLA AL CLIENTE	ELIMINAR

Figura 2.2: Ventana de valor agregado. Fuente: Cabrera Calva, (2011).

Paso 4.2: Determinación de las causas de problemas

Este paso incluye determinar las causas que provocan que la cadena de suministro no sea del todo sostenible a través del diagrama de causa y efecto. Lo cual representa el punto de partida para la propuesta de alternativas de mejora. Las preguntas específicas siguientes pueden ser de ayuda para su identificación:

- ¿Cuál es el consumo de energía de cada proceso? ¿Cuál es el consumo de energía de cada actividad logística (transportación, distribución y almacenaje)? Se pretende además identificar los procesos adicionales que no añaden valor (como transportes innecesarios), por lo que al eliminar estos, la energía desperdiciada también será eliminada, al ser energía que no añade valor.
- ¿Cuán a menudo se generan las órdenes de producción? Esta pregunta está relacionada con la demanda para este producto y tiene por objetivo comprender la carga de trabajo en relación con el tiempo disponible e identificar ¿cuáles son las restricciones en las operaciones anteriores?
- Cualquiera que sea mayor que el tiempo de producción se considera una limitante potencial, para ello se puede realizar la pregunta siguiente: ¿Existen demoras significativas en varias etapas de la cadena de suministro?

El uso de esta pregunta es para enfocar la toma de decisiones en formas de minimizar o eliminar completamente las demoras y el desperdicio de productos.

Paso 5: Mapeo del flujo de valor del estado futuro de la cadena

Este paso incluye el rediseño del flujo de valor basado en el mapeo del estado deseado futuro.

Paso 5.1: Propuesta de alternativas de mejora

A partir de la información obtenida en los pasos anteriores sobre los procesos logísticos analizados y las causas de las afectaciones en los procesos, se evalúan cada una de las alternativas de mejora para la eliminación de actividades que no añaden valor en orden de reducir su duración dentro del flujo de valor, lo cual, consecuentemente, contribuirá a la reducción total del tiempo de ciclo de los procesos, del consumo de insumos, de la cantidad de desperdicios y del estrés del trabajador, así como al aumento de la satisfacción del cliente final.

Paso 5.2: Definición del plan de mejora

Este paso incluye el diseño de un plan de mejora para el flujo de valor basado la evaluación de las diferentes alternativas, el cual incluye la siguiente información:

- Actividad de la cadena afectada.
- Descripción del plan.
- Metas y objetivos.
- Responsables.
- Fecha de cumplimiento.
- Frecuencia de control.

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE FRUTAS. CASO DE ESTUDIO: PULPA DE MANGO

El objetivo de este capítulo es la aplicación de la metodología para el análisis de sostenibilidad de la cadena de suministro de frutas en Sancti Spíritus que es responsable de la pulpa de mango destinada a la Planta Sancti Spíritus de Alimentos y Bebidas La Estancia S.A. (SS-La Estancia). Para realizar el análisis de la sostenibilidad de esta cadena de suministro, se debe tener en cuenta todo el ciclo de vida del producto y su relación con las dimensiones (económicas, ambientales y sociales) de la sostenibilidad. A continuación, se desarrolla la aplicación de la metodología propuesta.

3.1. Descripción de los procesos en la cadena de suministro a analizar

La producción primaria de pulpa de mango, se realiza en diferentes Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) y Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC). A continuación, se relaciona su ubicación y por ciento de materias primas aportados por grupos en los últimos 3 años: La Sierpe (3.16%), Cabaiguán (5.21%), Sancti Spíritus (7.91%), Jatibonico (1.07%), Taguasco (9.34%), Yaguajay (3.74%), Fomento (1.46%), Banao (43.99%) y Trinidad (24.13%). El transporte de las MP hasta la UEB Conserva de Vegetales Sancti Spíritus (UEB-CVSS) se realiza por los proveedores, por lo que se asume que se realiza en viajes desde el proveedor hasta la UEB-CVSS con carga y de regreso desde la UEB-CVSS hasta el proveedor sin carga. El proceso tecnológico de elaboración de pulpa se realiza en la UEB-CVSS a partir de lo establecido en la norma NRIAL 11988-11.

3.1.1. Formación del equipo de trabajo

Para formar el equipo de trabajo se confecciona una lista inicial de personas que cumplen con los requisitos para ser expertos, además se hace una valoración del conocimiento que poseen del tema a investigar, luego de realizarse las encuestas pertinentes sobre los niveles de conocimientos y argumentación que tienen los expertos sobre el tema y teniendo en cuenta los valores de la tabla patrón, se obtienen los coeficientes de conocimiento y argumentación respectivamente (Kc y Ka) posteriormente se calcula el coeficiente de competencia y se realiza su valoración.

Finalmente se calcula el número de expertos necesarios, obteniéndose como resultado un valor de 8 expertos. Teniendo en consideración este análisis se seleccionan aquellos con un mayor coeficiente de competencia, quedando conformado el equipo de expertos para la investigación según Anexo #10.

Los expertos en su mayoría, solo poseen conocimientos generales sobre la gestión por procesos, por lo que es necesaria una preparación inicial, con herramientas y técnicas relacionadas con el tema, mostrando las ventajas que tiene para facilitar su trabajo y los beneficios de una adecuada gestión de sus procesos. Además, se les ofrece una explicación de las etapas del procedimiento y se pide su opinión sobre la aplicación del mismo, obteniendo su consentimiento para la aplicación. Con esta preparación del equipo de trabajo, se procede entonces a una familiarización con la situación actual de la entidad objeto de estudio.

3.1.2. Identificación de los procesos y sus interrelaciones

A partir de la descripción anterior se identifican los procesos de producción de pulpa de frutas para un análisis de las pérdidas poscosecha que afectan la sostenibilidad de la cadena de suministro objeto de estudio.

Dada su interrelación con la producción primaria de las materias primas y con los consumidores finales del producto, se analizarán elementos relacionados a los últimos. En la figura 3.1 se representa la estructura de la cadena de suministro objeto de estudio, los procesos identificados, así como sus interrelaciones.

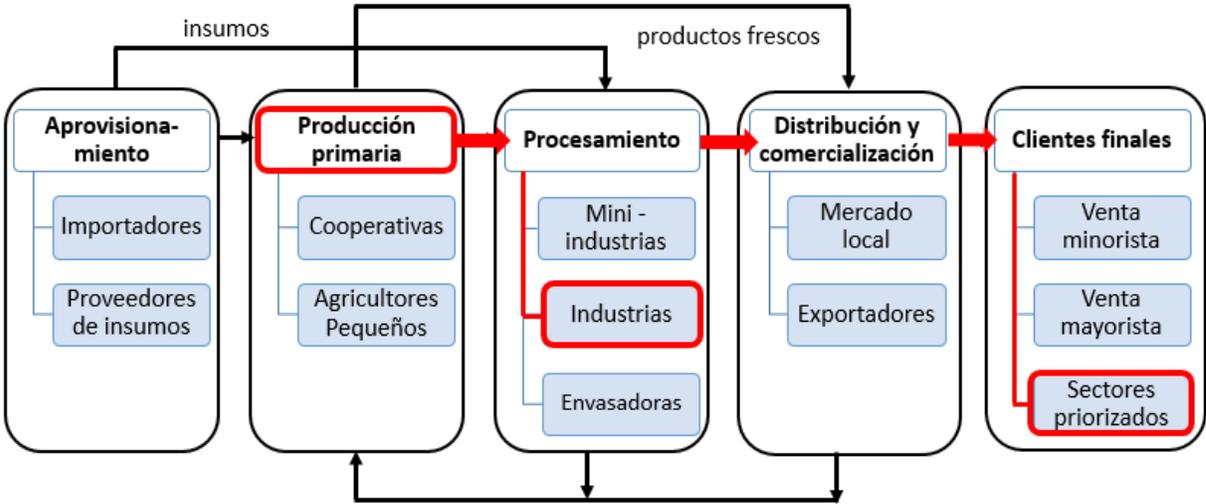


Figura 3.1: Estructura de la cadena objeto de estudio.

3.1.3. Documentación de los procesos

Para llevar a cabo la documentación de los procesos principales objeto de estudio (producción de la pulpa de mango) se utilizó la ficha de proceso (Anexo 11) y el diagrama de flujo (Anexos 12), los cuales posibilitaron registrar la información necesaria con gran precisión y representar el flujo productivo para su mejor entendimiento.

3.2. Definición de criterios e indicadores a analizar en cada proceso

A partir de los indicadores diseñados en el Capítulo 2 de la presente investigación, se realizó su análisis desde el punto de vista de las entradas, las salidas, los riesgos en el proceso productivo y en el ambiente de trabajo, así como los resultados que percibe el cliente final, en aras de observar su desempeño y tendencia en el periodo 2016 – 2018, partiendo del análisis de la pérdida total de MP la cual asciende a 897.09 toneladas (considerando la norma de consumo para la producción de pulpa de mango), como se muestra en la figura 3.2, para determinar sus consecuencias económicas, ambientales y sociales.

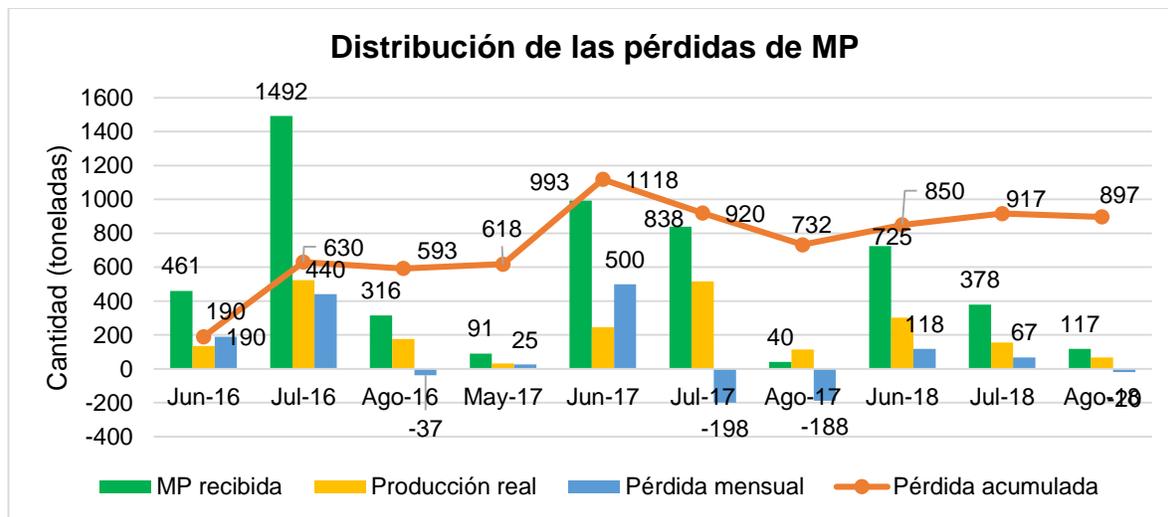


Figura 3.2: Distribución de las pérdidas de MP en las campañas del mango en el período 2016 al 2017.

3.2.1. Procesos que requieren grandes cantidades de insumos

A partir del volumen de pérdidas identificadas anteriormente, se procede a determinar los insumos desperdiciados en la producción primaria, transporte de materias primas, almacenamiento, procesamiento de pulpa de mango.

Producción primaria:

Se estima que el consumo total de fertilizantes correspondientes a las materias primas recolectadas en el periodo analizado (2016 – 2018) fue de 91.59 toneladas de Nitrógeno (N), 25.62 toneladas de Fósforo (P) y 89.41 toneladas de Potasio (K), mientras que los desperdicios por concepto de pérdida hacia adelante en la cadena fueron de 15.07 toneladas de N, 4.22 toneladas de P y 14.71 toneladas de K, como se muestra en la figura 3.3, según las necesidades mínimas establecidas en el Anexo 6.

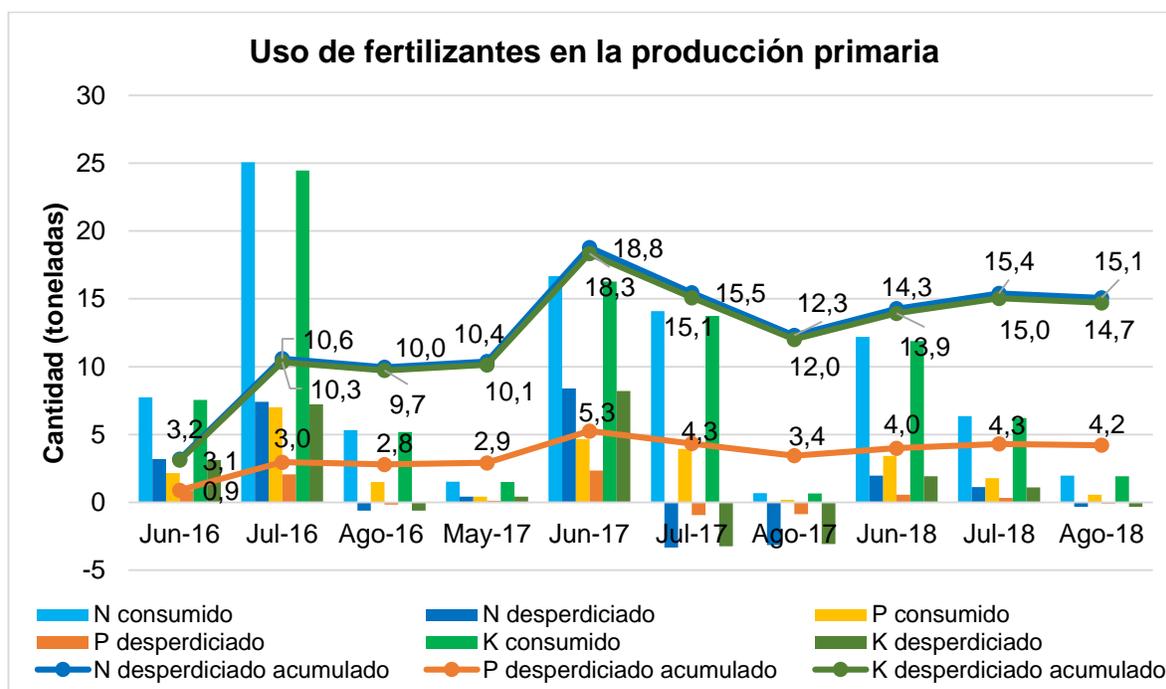


Figura 3.3: Uso de fertilizantes en la producción primaria del mango recolectado en el periodo 2016 – 2018.

Transporte:

En el periodo analizado se realizaron un total de 963 viajes de materias primas desde el campo hasta la industria, con cargas promedio de 5.67 toneladas/viaje para un recorrido total estimado de 78 602 kilómetros (se incluye el regreso al campo). Si se asume un consumo de 5 km/litro (transporte agrícola) se puede estimar que consumo total de combustible fue de 15 720 litros, de ellos solo 6 567 litros que agregaron valor. A partir de que el 16.45% de las MP fueron perdidas hacia adelante en la cadena, se estima que los desperdicios en el uso de combustibles fueron de 2 586.69 litros.

Almacenamiento:

Se determinó que, del total de pérdidas identificadas en el periodo analizado, 113.11 toneladas de mango fresco fueron perdidas en la etapa de almacenamiento, como se muestra en la figura 3.4.

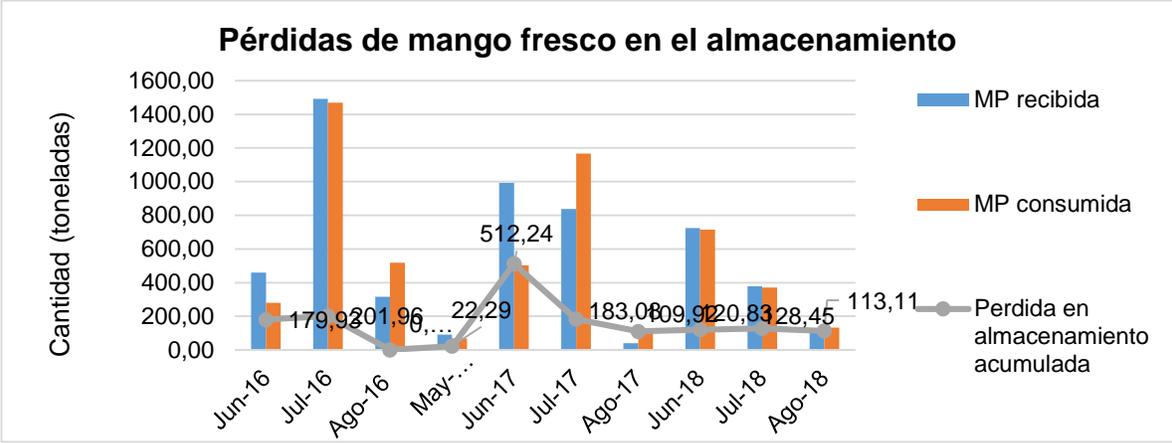


Figura 3.4: Pérdida de mango fresco en la etapa de almacenamiento previa a la obtención de la pulpa en el periodo 2016 – 2018.

Procesamiento:

Se determinó que la pérdida de MP en el procesamiento fue de 783.98 toneladas, las cuales fueron consumidas por encima del volumen necesario para lograr el volumen de pulpa real obtenido, como se muestra en la figura 3.5.

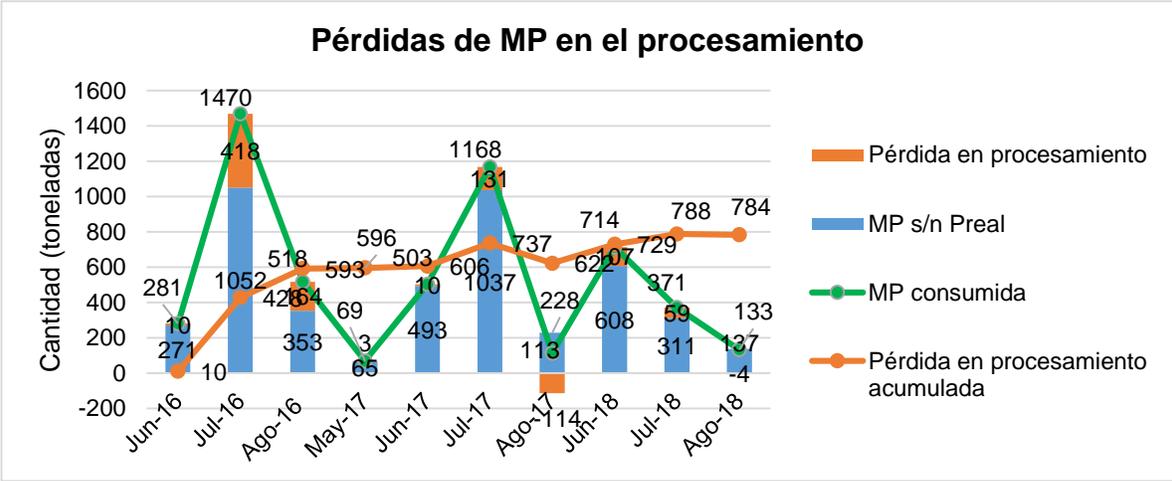


Figura 3.5: Pérdidas de MP en el procesamiento del mango en el periodo 2016 – 2018.

Se estimó que el consumo total de agua fue 93.24 toneladas, a partir de que el índice de consumo promedio en el periodo analizado fue de 17.46 m³/tonelada de MP. Por tanto, se estimó que los desperdicios de agua en el procesamiento del mango para la

obtención de la pulpa fueron de 26.85 toneladas como se muestra en la figura 3.6. De estas, 13.16 toneladas fueron por sobreconsumo de agua, teniendo en cuenta que la norma de consumo es de 15 m³/tonelada de MP, mientras que las 13.692 toneladas restantes corresponden al nivel de MP perdida en el procesamiento para la obtención de la pulpa.

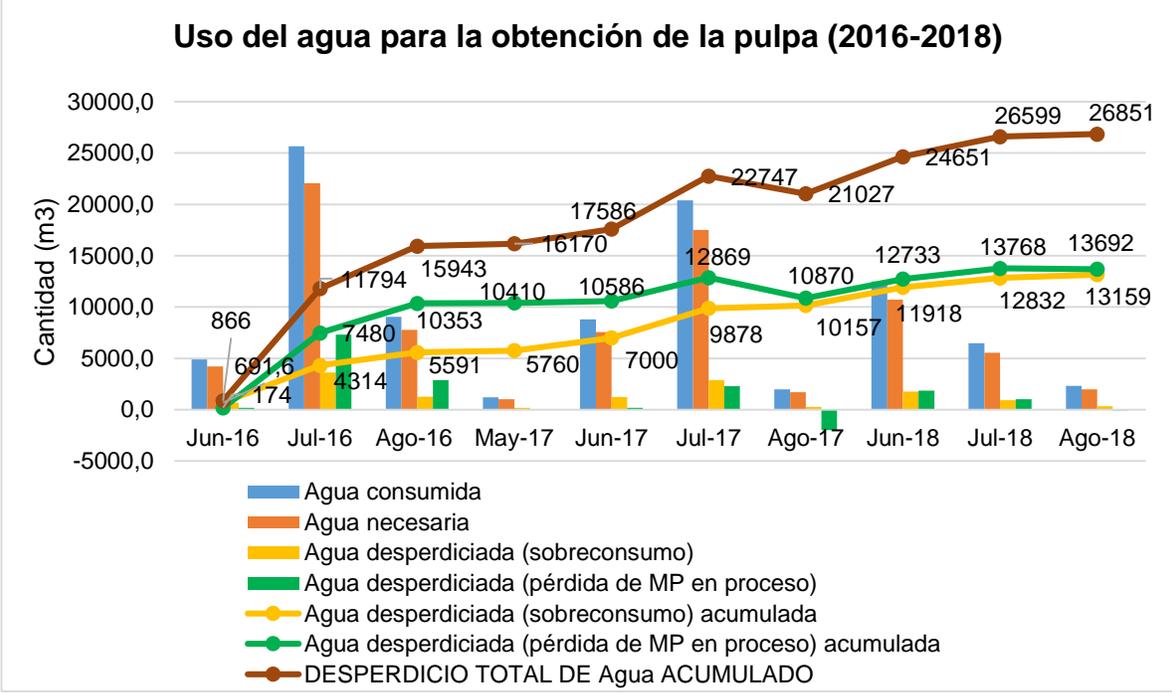


Figura 3.6: Uso de agua en el procesamiento del mango en el periodo 2016 – 2018.

Se estima que el consumo total de energía en el procesamiento del mango para la obtención de la pulpa fue de 226.05 MW-h, mientras que los desperdicios de energía a partir de las pérdidas de en el procesamiento fueron de 33.194 MW-h como se muestra en la figura 3.7, dado que el consumo promedio en el periodo analizado fue de 0.0423 MW-h por tonelada de pulpa.

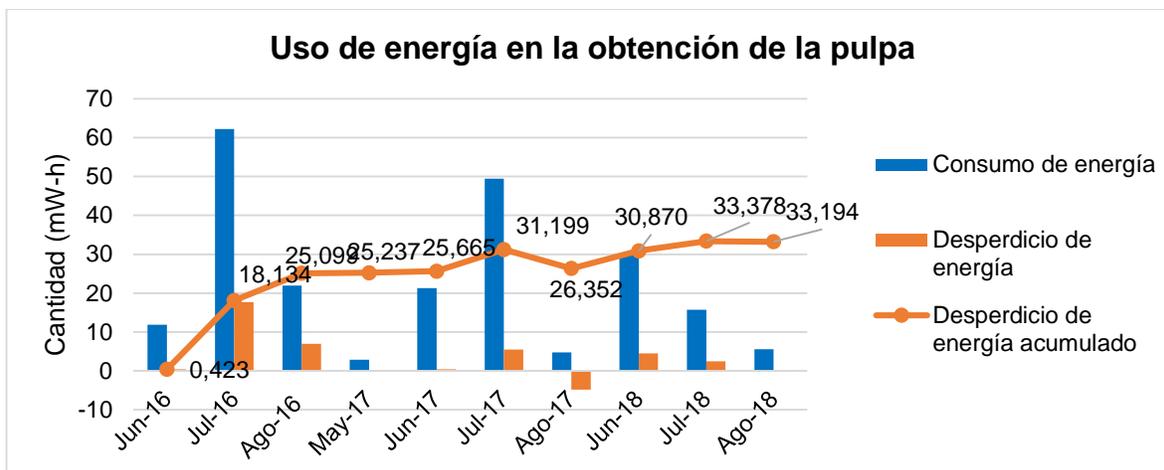


Figura 3.7: Uso de energía en el procesamiento del en el periodo 2016 – 2018.

En resumen, en el periodo analizado se perdió el 16.45% de la MP recibida, lo cual incidió por una parte en el desperdicio de fertilizantes en la producción primaria, de ellos 15.07 toneladas de Nitrógeno, 4.22 toneladas de Fósforo y 14.71 toneladas de Potasio, y por otra parte de 2 586.69 litros de combustible en la transportación de las MP hacia la industria. Del total de pérdidas de materias primas el 2.07% tuvo lugar en la etapa de almacenamiento previa al procesamiento para obtención de la pulpa de mango, de ellas el 2.05% tuvo lugar en el año 2017. Por otra parte, el 14.68% de la materia prima consumida (14.38% de la MP recibida), fue perdida durante el procesamiento (de ellas el 66.08% en el año 2016), lo cual incidió en la pérdida de 13.69 toneladas de agua (de ellas el 59.38% en el 2016) y 33.19 MW-h de energía (de ellos el 75.61% en el 2016). Se aclara que, hasta este momento no se cuenta con la información sobre el destino de los residuos sólidos generados por el proceso.

3.2.2. Procesos que emiten grandes cantidades de salidas

Producción primaria:

A partir del uso de fertilizantes correspondientes a las materias primas recolectadas en el periodo analizado (2016 – 2018) y de los coeficientes de emisiones reflejados en el Anexo 6, se estima que las emisiones de gases de efecto invernadero totales fueron de 380.02 toneladas de CO₂ equivalente, de ellas 317.49 toneladas de CO₂ equivalente que no aportan valor pero que fueron necesarias y 62.53 toneladas de CO₂ equivalente que no aportan valor y que se consideran desperdicios (49.89 de CO₂

equivalente por el uso de Nitrógeno, 4.26 toneladas de CO₂ equivalente por el uso de Fósforo y 8.39 toneladas de CO₂ equivalente por el uso de Potasio).

Transporte:

A partir del consumo de combustible correspondientes al traslado de MP desde el campo hasta la industria se estima que las emisiones totales fueron de 49.36 toneladas de CO₂ equivalente, de ellas 20.62 toneladas de CO₂ equivalente que añadieron valor por concepto de traslado de MP hasta la industria, 20.62 toneladas de CO₂ equivalente que no añadieron valor, pero fueron necesarias (regreso de los vehículos al campo) y 8.12 toneladas de CO₂ equivalente que no añadieron valor y eran evitables ya que corresponden al volumen de pérdidas de MP.

Almacenamiento:

A partir de las pérdidas de mango fresco en el almacenamiento era posible generar según la norma de consumo reflejada en el Anexo 8, 56.30 toneladas de pulpa, por tanto, este volumen corresponde a las MP que añadían valor al producto final. El resto, 56.81 toneladas, constituían desperdicios sólidos, las cuales corresponden a MP que no añadían valor al producto final.

Procesamiento:

En el periodo analizado se generaron 2 266.69 toneladas de pulpa y 2 738.90 toneladas de desperdicios sólidos. A partir de las pérdidas de MP en el procesamiento era posible generar según la norma de consumo reflejada en el Anexo 8, 390.14 toneladas de pulpa adicionales, por tanto, este volumen corresponde a las MP que añadían valor al producto final. El resto, 393.85 toneladas, constituían desperdicios sólidos, las cuales corresponden a MP que no añadían valor al producto final.

A partir del consumo de energía y del factor de emisión de su generación reflejado en el Anexo 8 se estima que las emisiones de gases de efecto invernadero fueron de 238.71 toneladas de CO₂ equivalentes, de ellas 203.66 toneladas de CO₂ equivalentes no agregaron valor, pero fueron necesarias y 35.05 toneladas de CO₂ equivalentes no agregaron valor y eran evitables por corresponder al volumen de pérdidas en el procesamiento.

En resumen, en el periodo analizado se obtuvieron 3 900.73 toneladas de pulpa de mango lo cual generó emisiones de GEI de 668.09 toneladas de CO₂ equivalente y se

dejaron de obtener 390.14 toneladas de pulpa, lo cual ya había generado emisiones de 105.71 toneladas de CO₂ equivalente, correspondientes a la producción primaria, transportación y procesamiento de MP las cuales eran evitables ya que no añadieron valor al producto final. Las emisiones generadas totales fueron de 668.10 toneladas de CO₂ equivalente.

3.2.3. Procesos que son más visible para los clientes

El aporte energético a partir del volumen de pulpa de mango obtenido sería de aproximadamente 3 900 726 648 kilocalorías, el cual corresponde a un total de 19 503 633 envases de 200 mililitros. Por otra parte, la pérdida energética a partir del volumen de pulpa de mango que no posible obtener fue de 768 249 770 kilocalorías, la cual corresponde a 3 841 249 envases de 200 mililitros.

3.2.4. Procesos que presentan riesgos en el ambiente de trabajo

A partir de las encuestas y listas de chequeo aplicadas, se identificaron los riesgos siguientes en el ambiente de trabajo:

- Exposición a deficiente iluminación.
- Filtraciones.
- Poca de capacidad de almacenamiento.
- Exposición a deficiente ventilación.
- Deficiencias de reactivo químicos.
- Pisos en mal estado.
- Problemas con el tendido eléctrico.
- Falta de una meseta para el lavado de las manos y útiles de trabajo.
- Salidero de agua por la pila.
- No hay bebedero.

En el Anexo 13 se muestran las medidas propuestas para cada uno de los riesgos mencionados anteriormente.

3.2.5. Procesos que con regularidad generan problemas

A partir de la aplicación de la herramienta AMFE (Anexo 14), se obtuvo que los principales problemas en el proceso son los mostrados en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Principales problemas en la obtención de la pulpa de mango.

Función del proceso	Modo de falla potencial	Efecto(s) de la falla potencial	Causa de la falla potencial	NPR
Almacenamiento de la fruta fresco	Crecimiento microbiano	Pérdida de la materia prima	Exposición a temperatura ambiente	448
Deshuesado	Mezcla de la pulpa con residuos	Pérdida de la pulpa	Desajuste mecánico	432
Almacenamiento del producto terminado	Humedad en el área del producto terminado	Deterioro de las características de calidad del producto	Mal estado de los techos	336
Concentración	Pérdidas de vapor	No se logra la concentración del producto	Roturas en las tuberías de entrada de vapor	320
Esterilización del producto	Salideros de agua por la pila	Contaminación de la pulpa	Falta de mantenimiento	294
Repasado y refinado	Mala textura de la pulpa	Pérdida de las características de calidad del producto final	Falta de malla para la refinadora	288

3.3. Mapeo del flujo de valor del estado actual de la cadena

A partir de la información disponible y los indicadores propuestos se procede al mapeo del flujo de valor actual de la cadena de suministro objeto de estudio. Para ello se define la información general y específica siguiente.

3.3.1. Definición de información general

A continuación, se recoge la información general disponible sobre el desempeño de la cadena de suministro de pulpa de mango.

Tabla 3.2: Información general del desempeño de los procesos en la cadena de suministro objeto de estudio.

Proceso	Capacidad	Tiempo de ciclo	Norma de consumo	Trabajadores
Procesamiento	3.125 ton/hora	0.64 hora	2.009504	11 operarios / turno

Tabla 3.3: Información general del desempeño de las actividades logísticas en la cadena de suministro objeto de estudio.

Actividad	Entradas diarias	Cantidad promedio	Medios de manipulación / unitarización
Transportación	3.21 entregas	5.67 ton/viaje	Camión 14 ton/paleta caja
Descarga	Según volumen de producción	1 ton/viaje	1 montacarga / paleta caja
Almacenamiento	-	18.2007 ton	Paleta caja
Traslado al proceso	Según volumen de producción	1 ton/viaje	1 montacarga / paleta caja
Traslado al almacén		1 ton/viaje	1 montacarga / paleta caja

3.3.2. Definición de información específica

A continuación, se recoge la información específica disponible sobre el desempeño de la producción primaria (PP), la transportación (TRANSP), el almacenamiento (ALM) y el procesamiento (PROC) en la cadena de suministro de pulpa de mango. En el caso que no se cuente con información disponible sobre el elemento que se analiza se señalará con una "X".

Tabla 3.4: Información específica del desempeño de las actividades en la cadena de suministro objeto de estudio.

Actividades	PP	TRANSP	ALM	PROC
Tiempo empleado (horas)	X	X	X	X
Tiempo necesario NAV (horas)	X	X	X	858
Tiempo perdido NAV (horas)	X	X	X	125
Tiempo necesario AV (horas)	X	X	X	725
Consumo de fertilizantes (ton)	206.63	0	0	0
Desperdicio de fertilizantes NAV (ton)	X	0	0	0
Fertilizantes AV (ton)	144.10	0	0	0
Fertilizantes AV perdidos (ton)	62.5	0	0	0
Consumo de combustible (litros)	X	15720	X	X
Desperdicio de combustible NAV (litros)	X	7860	X	X
Combustible AV (litros)	X	5274	X	X
Combustible AV perdido (litros)	X	2587	X	X
Consumo de agua (ton)	X	0	0	93.2

Desperdicio de agua NAV (ton)	X	0	0	13.2
Agua AV (ton)	X	0	0	66.4
Agua AV perdida (ton)	X	0	0	13.7
Consumo de energía (MW-h)	X	0	0	226.1
Desperdicio de energía NAV (MW-h)	X	0	0	X
Energía AV (MW-h)	X	0	0	192.9
Energía AV perdida (MW-h)	X	0	0	33.2
Entradas producto (ton)	0	5452.0	5452.0	5338.9
Salidas desperdicio NAV (ton)	X	X	56.8	2682.1
Salidas producto AV (ton)	5452.0	5452.0	5338.9	2266.7
Pérdidas producto AV (ton)	X	X	56.3	390.1
Emisiones totales (t CO ₂ eq)	380.0	49.4	X	238.7
Emisiones NAV evitables (t CO ₂ eq)	62.5	28.7	X	35.1
Emisiones NAV necesarias (t CO ₂ eq)	317.5	20.6	X	203.7
Valor energético AV (1000 Kcal)	6322951	6322951	4744331	4047657
Valor energético NAV (1000Kcal)	1478107	1478107	1478107	1478107
Valor energético perdido (1000 Kcal)	X	X	100514	696674

A partir de la información anterior se realiza el mapa del flujo de valor actual de la cadena de suministro de pulpa de mango el cual se muestra en el [Anexo 15](#).

3.4. Evaluación de la sostenibilidad de la cadena

Al evaluar la cadena de suministro de pulpa de mango se definen las métricas económicas, ambientales y sociales de interés en la cadena de suministro de pulpa de mango (tabla 3.5).

3.4.1. Identificación de elementos que afectan la sostenibilidad

De forma general, se observa que la cadena de suministro de pulpa de mango tiene afectaciones negativas a su sostenibilidad ya que todos los elementos están evaluados de negativo o muy negativo (tres y seis respectivamente). Se aclara que en el caso del uso de fertilizantes y energía solo se conocen los consumos estimados por lo que no se ha podido determinar si existe consumo de estos que no agreguen valor.

Tabla 3.5: Métricas económicas, ambientales y sociales para la evaluación de la sostenibilidad de la cadena de suministro objeto de estudio.

	Métrica	Añade Valor	Acción	No Añade Valor	Necesaria	Acción	Pérdida	Acción	Evaluación
Económica	Tiempo (horas)	725	maximizar	858.0	si	crear necesidad	125.0	minimizar	(- -) muy negativo
	Fertilizantes (t)	144.1	observar	X	--	--	62.5	minimizar	(-) negativo
	Materias Primas (t)	2266.7	maximizar	2821.2	si	crear necesidad	446.4	minimizar	(- -) muy negativo
	Combustible (litros)	5273.5	observar	7860.2	si	crear necesidad	2586.7	minimizar	(- -) muy negativo
	Energía (MW-h)	192.9	observar	X	--	--	33.2	minimizar	(-) negativo
Ambiental	Agua (t)	66.4	observar	13.3	no	eliminar	13.7	minimizar	(- -) muy negativo
	Emisiones (t CO2 eq)	0	--	668.09	si	observar	105.7	minimizar	(- -) muy negativo
Social	Riesgos laborales	--	--	2 18	si no	observar eliminar	0	--	(-) negativo
	Valor energético (1000 Kcal)	3900727	maximizar	1478107	si	crear necesidad	944118	minimizar	(- -) muy negativo

3.4.2. Determinación de las causas del problema

En este paso se procedió a aplicar el Diagrama Causa-Efecto, para poder identificar las causas que influyen en la baja sostenibilidad de la cadena, ver Anexo 16. A continuación, se enumeran las principales:

- Deficiente mantenimiento de la línea de procesamiento.
- Insuficiencia de materiales de trabajo y piezas de repuesto.
- Exposición de la MP a temperaturas elevadas.
- Filtraciones en el almacén de producto terminado.
- Riesgos ergonómicos que afectan la salud de los trabajadores.

3.5. Mapeo del flujo de valor del estado futuro de la cadena

A partir de las principales insuficiencias identificadas anteriormente se propone el rediseño del flujo de valor basado en el mapeo del estado deseado futuro, el cual se muestra en el Anexo 17.

3.5.1. Propuesta de alternativas de mejora

Partiendo del mapa actual del flujo de valor en la cadena. A continuación, se discuten los principales resultados obtenidos:

- Por una parte, se observa que existen insumos que agregan valor al producto final tales como los fertilizantes, el combustible, el agua y la energía, pero cuyo consumo no conviene maximizar, por lo que se debe observar su consumo para que no se incurra en sobreconsumos innecesarios (como sucede en el caso del agua).
- En cuanto al uso de combustible que no añaden valor pero que es necesario (para el regreso de los medios de transporte al campo), se debe investigar si existen necesidades que se puedan aprovechar, como, por ejemplo, la transportación de insumos o productos hacia las comunidades cercanas a las fuentes de suministros.
- Además, es necesario minimizar las pérdidas de MP para maximizar la cantidad de estas que agrega valor y maximizar el valor energético que llega al cliente final. En caso de que sean MP que no añaden valor pero que su desperdicio es inevitable desde el punto de vista de la cadena objeto de estudio, por lo que se debe aprovechar la necesidad de otro tipo de clientes para su empleo, por ejemplo, como

alimento animal, generación de energía eléctrica y de fertilizantes orgánicos, lo cual reduciría el tiempo que no añade valor.

- A partir de la minimización de pérdidas de MP, se reducirían las pérdidas de los insumos antes mencionados y parte de las emisiones innecesarias se convertirían en emisiones necesarias (las cuales deben ser observadas y estudiar la posibilidad de mejorar la eficiencia de las actividades productivas y logísticas).
- Además, se deben eliminar los riesgos laborales existentes.

3.5.2. Definición del plan de mejora

A continuación, se propone el plan de mejora para el flujo actual de la cadena de suministro de pulpa de mango una vez identificados los elementos que afectan su sostenibilidad.

Tabla 3.6: Propuesta del plan de mejora para la cadena de suministro de pulpa de mango

Actividad de la cadena afectada	Descripción del plan	Metas	Objetivos	Responsables	Frecuencia de control
Producción primaria	Verificar la cantidad de fertilizantes utilizados	Mejorar la sostenibilidad ambiental	Reducir las emisiones de GEI necesarias	J. Producción	Semanal
Transporte	Investigar si existen necesidades que se puedan aprovechar en el regreso a las fuentes de MP	Mejorar la sostenibilidad ambiental	Reducir las emisiones de GEI innecesarias	J. Cooperativa	Diario
Almacenamiento	Construcción de almacén para la MP	Reducir las pérdidas de MP	Mejorar las condiciones de almacenamiento	J. Dpto. Técnico Productivo -	Mensual
	Reparación de techos y pintar el área de almacén	Conservar la calidad del producto terminado	Mejorar las condiciones de almacenamiento	J. Dpto. Técnico Productivo -	Mensual
Procesamiento	Reparación de las tuberías de entrada de vapor	Lograr mejor concentración de la pulpa	Reducir las pérdidas de vapor en el proceso	J. Dpto. Técnico Productivo -	Mensual
	Mantenimiento sistemático de máquina deshuesadora	Reducir las pérdidas de producción en proceso	Evitar que se mezcle la pulpa con residuos	J. Dpto. Técnico Productivo -	Semanal

	Reparar los salideros de agua	Reducir las pérdidas de producción en proceso	Evitar la contaminación de la pulpa	J. Dpto. Técnico Productivo -	Semanal
	Comprar herramientas y materiales de trabajo	Reducir las pérdidas de producción en proceso	Mejorar la textura de la pulpa	J. Dpto. Técnico Productivo -	Mensual
	Comprar inmobiliario necesario para el área de selección	Mejorar las condiciones laborales	Reducir el Agotamiento físico y cansancio extremo del trabajador	J. Dpto. Recursos Humanos	Mensual
	Investigar las necesidades de posibles nuevos clientes para la reutilización de los desperdicios del proceso (alimento animal, generación de energía eléctrica y de fertilizantes orgánicos)	Mejorar la sostenibilidad económica	Minimizar la cantidad de tiempo de trabajo que no añade valor	J. Dpto. Técnico Productivo -	Semanal

CONCLUSIONES

1. Luego de una extensa revisión bibliográfica se pudo concluir que en temas como sostenibilidad de cadenas de suministros se avanza progresivamente, el cual se enfoca específicamente en indicadores económicos, sociales y ambientales, conocido como tridimensionalidad de la sostenibilidad, aunque en la actualidad también se incluyen de forma representativa dimensiones como éticas y salud. A su vez no se logra integrar una herramienta que generalice todas las dimensiones debido a sus variadas características. Con relación a esto se halló que el Mapeo de Flujo de Valor es una herramienta que permite identificar la agregación de valor y a su vez la disminución de desperdicios en cadenas de suministros agro-alimentarias lo que contribuye al mejoramiento de la sostenibilidad de la cadena que se aborda en dicha investigación.
2. El procedimiento propuesto sirve para identificar y comprender mediante un mapa, el flujo de información, de materiales, operaciones, de todo el proceso e identificar sus desperdicios. Permite detectar fuentes de ventaja competitiva, así como las actividades que no añaden valor a partir de indicadores económicos (perdidas en volumen), sociales (valor energético perdido, riesgos laborales, nivel de satisfacción de los trabajadores con el ambiente de trabajo) y ambientales (incremento de emisiones de GEI, sobreconsumo de combustible, energía y agua), dentro del proceso y comunica ideas de mejora.
3. Luego aplicado el procedimiento propuesto en la cadena de suministro de pulpa de mango se detectaron irregularidades que provocan la baja sostenibilidad de la cadena, identificadas en las diferentes métricas evaluadas (económica, social y ambiental). Con el apoyo de herramientas como mapas de flujo, Análisis Modal de Fallas y Efectos, diagrama de flujo, diagrama causa-efecto, se identificaron afectaciones negativas a la sostenibilidad de la cadena y proporcionaron mejor entendimiento de las operaciones del proceso. Por resultados obtenidos se propone implementar un plan de mejoras que permita reducir al máximo actividades que no agreguen valor, con el objetivo de maximizar la agregación de valor en la cadena.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar el análisis de sostenibilidad propuesto en esta investigación a los demás productos de las cadenas de suministro de frutas.
2. Continuar con la búsqueda de indicadores económicos, ambientales y sociales para el análisis de sostenibilidad en cadenas de suministro de frutas, así como la concepción de un índice global de sostenibilidad mediante la utilización de métodos multi-criterios.
3. Identificar prácticas sostenibles para la gestión de las cadenas de suministro de frutas que contribuya a la reducción de los desperdicios y la implementación de nuevos métodos de agregación de valor al producto final.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Abdelmalek, Fawaz, y Rajgopal, Jayant. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), pp. 223-236. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009>
2. Acevedo, J, Urquiaga, A, & Gómez, M. . (2001). *Gestión de la cadena de suministro*.
3. Adarme, W. (2011). Desarrollo metodológico para la optimización de la cadena de suministro esbelta con m proveedores y n demandantes bajo condiciones de incertidumbre. Caso aplicado a empresas navieras colombianas.
4. Aguado, S, Alvarez, R, y Domingo, R. (2013). Model of efficient and sustainable improvements in an lean production system through processes of enviremental innovation. *Journal of Cleaner Production*(47), pp. 141-148.
5. Ali, Nauman Bin, Petersen, Kai, y de França, Breno Bernard Nicolau. (2015). Evaluation of simulation-assisted value stream mapping for software product development: Two industrial cases. *Information and Software Technology*, 68, pp. 45-61. doi:<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.08.005>
6. Almeida Castro, Alessandra , Reis Pimentel, Jane Delane, Santos Souza, Danilo , Vieira de Oliveira, Thaciana y otros (2011). Estudio de la conservación de la papaya (Carica papaya L.) asociado a la aplicación de películas comestibles.
7. Alvandi, S., Li, W., Schönemann, M., Kara, S. y otros (2016). Economic and environmental value stream map (E2VSM) simulation for multi-product manufacturing systems. *International Journal of Sustainable Engineering*, 9(6), pp. 354-362. doi:10.1080/19397038.2016.1161095
8. Álvarez, Martha Cecilia, Rosique, Javier, y Restrepo, María Teresa. (2004). Seguridad alimentaria en los hogares de Acandi: La disponibilidad de los alimentos como indicador de suficiencia alimentaria. *Revista chilena de nutrición*, 31, pp. 318-329.

9. Amozarrain, M. (1999). La gestión por procesos. Editorial Mondragón Corporación Cooperativa, España.
10. Andrade, P. F., Pereira, V. G., y Del Conte, E. G. (2016). Value stream mapping and lean simulation: a case study in automotive company. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 85(1), pp. 547-555. doi:10.1007/s00170-015-7972-7
11. Andreadis, Eleftherios, Garza-Reyes, Jose Arturo, y Kumar, Vikas. (2017). Towards a conceptual framework for value stream mapping (VSM) implementation: an investigation of managerial factors. *International Journal of Production Research*, 55(23), pp. 7073-7095. doi:10.1080/00207543.2017.1347302
12. Antonelli, Dario, y Stadnicka, Dorota. (2018). Combining factory simulation with value stream mapping: a critical discussion. *Procedia CIRP*, 67, pp. 30-35. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.171>
13. Arbulu, Roberto, Tommelein, Iris, Walsh, Kenneth, y Hershauer, James. (2003). Value stream analysis of a re-engineered construction supply chain. *Building Research & Information*, 31(2), pp. 161-171. doi:10.1080/09613210301993
14. Argenti, O, y Marocchino, C. (2007). Abastecimiento y distribución de alimentos en las ciudades de los países en desarrollo y de los países en transición
COMERCIALIZACIÓN Y FINANZAS AGRÍCOLAS DOCUMENTO OCASIONAL GESTIÓN (Ed.) Guía para planificadores
15. Beamon, B. M. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. *International Journal of Production Economics*, 55(3), pp. 281-294.
16. Brown, Adam, Amundson, Joseph, y Badurdeen, Fazleena. (2014). Sustainable value stream mapping (Sus-VSM) in different manufacturing system configurations: application case studies. *Journal of Cleaner Production*, 85, pp. 164-179. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.101>
17. Brundtland, Gro Harlem. (2002). Salud y desarrollo sostenible. *INFORMACION COMERCIAL ESPANOLA-MONTHLY EDITION-*, pp. 173-180.
18. Cabrera Calva, Rafael Carlos. (2011). *VSM: Mapeo del Flujo de Valor. EVSM: Extendido para Cadena de Suministro*: Rafael Carlos Cabrera Calva.

19. Chopra, Sunil, y Meindl, Peter. (2007). Supply chain management. Strategy, planning & operation. *Das summa summarum des management*, pp. 265-275.
20. Claros de Alvarenga, Y. E., Elizondo, R., de Jesús, M., y Serrano Hernández, L. D. (2017). *Aporte en disponibilidad y accesibilidad de alimentos para la contribución a la seguridad alimentaria nutricional del proyecto agropecuario de la Asociación Fundación para la Cooperación y el Desarrollo Comunal de El Salvador (Cordes), en la Comunidad el Barrio, Suchitoto, Agosto 2017.* (Tesis en opción al título de Licenciada en Nutrición), Universidad de El Salvador, Ciudad universitaria, San Salvador.
21. Colectivo de Autores. (2011a). Instructivo técnico para el cultivo de la guayaba.
22. Colectivo de Autores. (2011b). Instructivo técnico para el cultivo de la papaya.
23. Colectivo de Autores. (2011c). Instructivo técnico para el cultivo del mango.
24. Constanza, Rbert, Daly, Hermann E, y Bartholomew, Joy A. (1991). Goals, agenda, and policy recommendations for ecological economics. *Environmental Accounting for Sustainable Development*, 3, pp. 1-20.
25. Correa, A, y Gómez, R. (2010). Seguridad en la cadena de suministro basada en la Norma ISO 28001 para el sector carbón, como estrategia para su competitividad. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 28, 39-49.
26. Dadashzadeh, Mohammad, y Wharton, T. J. (2012). A Value Stream Approach for Greening the IT Department. *International Journal of Management & Information Systems*, 16(2), pp. 125-136. doi:<https://doi.org/10.19030/ijmis.v16i2.6912>
27. Dal Forno, Ana Julia, Pereira, Fernando Augusto, Forcellini, Fernando Antonio, y Kipper, Liane M. (2014). Value Stream Mapping: a study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. doi:10.1007/s00170-014-5712-z
28. Defra. (2010). *Defra Policy Narrative on Global Food Security and Sustainable Agriculture* en [Recuperado de:](#)

<http://www.google.co.uk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCoQFjAB&url=http%3A%2F%2Farchive.defra.gov.uk%2Ffoodfarm%2Ffood%2Fpdf%2Fdefra-dfid1003.pdf&ei=IG5U42IAu7o7Abd64CgCg&usq=AFQjCNFfLeRvnGhWFJi2dGzbAruXwz9PJQ&sig2=Qo9Aikhyqe7YpMW1VO1SDQ>

29. Dixis Figueroa, Pedraza. (2005). Disponibilidad de alimentos como factor determinante de la Seguridad Alimentaria y Nutricional y sus representaciones en Brasil. *Revista de Nutrição*, 18(1), pp. 129-143. doi:10.1590/S1415-52732005000100012
30. Edtmayr, Thomas, Sunk, Alexander, y Sihn, Wilfried. (2016). An Approach to Integrate Parameters and Indicators of Sustainability Management into Value Stream Mapping. *Procedia CIRP*, 41, pp. 289-294. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.08.037>
31. Edwards, Kasper, y Winkel, Jørgen. (2013). Ergonomic Value stream Mapping (ErgoVSM) – potential for integrating work environment issues in a Lean rationalization process at a Danish hospital. *7th Novo Symposium: a Nordic Model for Sustainable Systems in the Health Care Sector*.
32. Ehrenfeld. (2005). Desarrollo Sostenible Mundial
33. Erlach, K., y Westkämper, E. (2009). *Energiewertstrom – Der Weg zur energieeffizienten Fabrik*. Stuttgart, Deutschland: Fraunhofer Verlag.
34. FAO. (1997). Fomento de la agricultura y el desarrollo rural sostenible.
35. FAO. (2009). La agricultura mundial en la perspectiva del 2050. Retrieved from http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf
36. FAO. (2011). *Global Food Losses and Food Waste—extent, causes and prevention* en Rome. Recuperado de:
37. FAO. (2014). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe* en Recuperado de:
38. FAO. (2015a). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo* (978-92-5-307316-0) en Roma. Recuperado de: <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1038089/>

39. FAO. (2015b). Iniciativa mundial sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos.
40. FAO. (2015c). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe* en Recuperado de:
41. FAO. (2016). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe* en Recuperado de:
42. Faulkner, William, y Badurdeen, Fazleena. (2014). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 85, pp. 8-18.
43. Faulkner, William, Templeton, William, Gullett, David, y Badurdeen, Fazleena. (2012, 07/3-6). *Visualizing Sustainability Performance of Manufacturing Systems using Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM)*. Paper presented at the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Istanbul, Turkey.
44. Filson, Glen C. (2005). *Intensive agriculture and sustainability: a farming systems analysis*: UBC Press.
45. Folinas, Dimitrios, Aidonis, Dimitrios, y Karayannakidis, Panayotis. (2015). Greening the canned peach production. *Journal of Agricultural Informatics*, 6. doi:<https://doi.org/10.17700/jai.2015.6.1.154>
46. Folinas, Dimitrios, Aidonis, Dimitrios, Malindretos, Giorgos, Voulgarakis, Nikolaos y otros (2014). Greening the agrifood supply chain with lean thinking practices. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 10(2), pp. 129-145. doi:<https://doi.org/10.1504/IJARGE.2014.063580>
47. Folinas, Dimitris, Aidonis, Dimitrios, Triantafyllou, Dimitrios, y Malindretos, Giorgos. (2013a). Exploring the greening of the food supply chain with lean thinking techniques. *Procedia Technology*, 8, pp. 416-424. doi:10.1016/j.protcy.2013.11.054
48. Folinas, Dimitris, Aidonis, Dimitrios, Voulgarakis, Nikos, y Triantafyllou, Dimitrios. (2013b, 28 - 30 November). *Applying Lean Thinking Techniques in the*

- Agrifood Supply Chain*. Paper presented at the 1st Logistics International Conference, Belgrade, Serbia.
49. García Gómez, J. J. (2000). Libro Blanco de Seguridad Alimentaria CAPITULO II: Garantías de seguridad en el comercio exterior de alimentos y piensos.
 50. Gentile, N. (2006). . *FACES*, 12(26), 7-26. (2006). Construcción de indicadores de seguridad alimentaria a nivel de los hogares: análisis por quintiles de ingreso. *FACES: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales*, 12(26), pp. 7-29.
 51. Gerland, Patrick, Raftery, Adrian E, Ševčíková, Hana, Li, Nan y otros (2014). World population stabilization unlikely this century. *Science*, 346(6206), pp. 234-237.
 52. Gomes, Sergio Manuel Mederos, y Solís, Itzel Alejandra Zárata. (2016). La Sostenibilidad desde una Perspectiva de las áreas de negocio. *Administracion y Negocio Colombia*, 32.
 53. Gruber, Marc, MacMillan, Ian, y Thompson, James. (2008). *Look Before You Leap: Market Opportunity Identification in Emerging Technology Firms* (Vol. 54).
 54. Gudynas, Eduardo. (2004). *Ecología, economía y ética del desarrollo sostenible*: Coscoroba.
 55. Gustavson, Jenny , Sonneson, Ulf, Cederberg, Christel , Van Otterdijk, R y otros (2012). *Perdida y desperdicio de alimentos en el mundo: Alcance, causas y prevencion* en Recuperado de:
 56. Gutiérrez Pulido, H, y de la Vara Salazar, R. (2006). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (Mc Graw Hill. Ed.). Centro de investigación en matemáticas Guanajuato, México.
 57. Gutiérrez Pulido, Humberto, y De la Vara Salazar, Roman. (2009). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma* (2da Edición ed.). México: México, McGraw-Hill.
 58. Hajmohammad, S, Vachon, S, Klassen, R, S, y I, Gavronski. (2012). Lean management and supply management: their role in green practices and performance. . *Journal of Cleaner Production*(39), pp. 312-320.

59. Helleno, André Luís, de Moraes, Aroldo José Isaias, y Simon, Alexandre Tadeu. (2017). Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry. *Journal of Cleaner Production*, 153, pp. 405-416. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.072>
60. Heller, Martin C, y Keoleian, Gregory A. (2003). Assessing the sustainability of the US food system: a life cycle perspective. *Agricultural Systems*, 76(3), pp. 1007-1041.
61. Henao Arango, Rafael , Sarache, William Ariel, y Gomez, Ivan. (2016, September 6-10th). *Lean Manufacturing and Sustainable Performance: Trends and Future Challenges*. Paper presented at the 5th World Conference on Production and Operations Management, Havana, Cuba.
62. Hernández Nariño, A. (2010). Contribución a la gestión y mejora de procesos en instalaciones hospitalarias del territorio matancero. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas.
63. Hines, Peter, y Rich, Nick. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), pp. 46-64.
64. Hines, Peter, y Taylor, David. (2000). Going lean. *Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School*, pp. 3-43.
65. HLPE. (2014). Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles.
66. Iván, Solares, Arana, Luque, Rafael Alfalla, y Machuca, Jose A D. (2011). Analisis de las variables que proporcionan una competitividad sostenible de la cadena de suministro *Intangible Capital*.
67. Jabbour, Charbel Jose Chiappetta, y Gavindan, K. (2012). Enviromental management and operational performace in automotive companies in Brazil: the role of human resourse management and lean manufacturing. *Journal of Cleaner Production*(47), pp. 129-140.

68. Jarebrant, Caroline, Winkel, Jørgen, Johansson Hanse, Jan, Mathiassen, Svend Erik y otros (2016). ErgoVSM: A Tool for Integrating Value Stream Mapping and Ergonomics in Manufacturing. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 26(2). doi:10.1002/hfm.20622
69. Jiménez-Acosta, Santa Magaly. (2005). Métodos de medición de la seguridad alimentaria. *Revista Cubana Alimentación y Nutrición*, 9(1). http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol9_1_95/ali10195.htm
70. Jiménez-Acosta, Santa Magaly, Díaz Sánchez, María Elena , y Barroso, Isabel. (2005). Estado nutricional de la población cubana adulta. *Revista española de nutrición comunitaria= Spanish journal of community nutrition*, 11(1), pp. 18-26.
71. Junquera, B, Brio, J, A, y Fernandes, E. (2012). Client is involvement in environmental issues and organizational performance in businesses: an empirical analysis. *Journal of Cleaner Production*(37), pp. 288-298.
72. Kammerbauer, Johann. (2001). Las dimensiones de la sostenibilidad: Fundamentos ecológicos, modelos paradigmáticos y senderos. *Interciencia*, 26(8), pp. 353-359.
73. Keskin, Cem, Asan, Umut, y Kayakutlu, Gulgun. (2013). Value Stream Maps for Industrial Energy Efficiency. In Fausto Cavallaro (Ed.), *Assessment and Simulation Tools for Sustainable Energy Systems: Theory and Applications* (pp. 357-379). London: Springer London.
74. Kuriger, G., y Chen, F. F. (2010). *Lean and green: A current state view*. Paper presented at the Proceedings of the 2010 Industrial Engineering Research Conference, Cancún, México.
75. Kuriger, G., Huang, Y., y Chen, F. (2011). *A lean sustainable production assessment tool*. Paper presented at the Proceedings of the 44th CIRP Conference on Manufacturing Systems, Madison, Wisconsin.
76. Lee J, Y, Kang H, K, y Noh S, D. (2014). MAS 2: an integrated modeling and simulation-based life cycle evaluation approach for sustainable manufacturing. *Journal of Cleaner Production*(66), pp. 146-163.

77. Leiva-Mas, Jorge, Rodríguez-Rico, Iván, y Quintana-Pérez, Cándido. (2011). Cálculo de la huella ecológica de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. *Tecnología Química*, 31, pp. 60-67.
78. Li, Hongcheng, Cao, Huajun, y Pan, Xiaoyong. (2012). A carbon emission analysis model for electronics manufacturing process based on value-stream mapping and sensitivity analysis. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 25(12), pp. 1102-1110. doi:<https://doi.org/10.1080/0951192X.2012.684715>
79. Lipinski, Brian, Hanson, Craig, Lomax, James, Kitinoja, Lisa y otros (2013a). Reducing food loss and waste. *World Resources Institute Working Paper*.
80. Lipinski, Brian, Hanson, Craig, LOMAX, JAMES, KITINOJA, LISA y otros (2013b). Reducing food loss and waste. *World Resources Institute Working Paper, June*.
81. Litos, Lampros, Borzillo, Fiammetta, Patsavellas, John, Cockhead, David y otros (2017). Management Tool Design for Eco-efficiency Improvements in Manufacturing – A Case Study. *Procedia CIRP*, 60, pp. 500-505. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.02.001>
82. Locher, Drew A. (2008). *Value stream mapping for lean development: A how-to guide for streamlining time to market*: CRC Press.
83. Lugert, Andreas, Völker, Kevin, y Winkler, Herwig. (2018). Dynamization of Value Stream Management by technical and managerial approach. *Procedia CIRP*, 72, pp. 701-706. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.284>
84. Marimin, Darmawan, Muhammad Arif, Machfud, Islam Fajar Putra, Muhammad Panji y otros (2014). Value chain analysis for green productivity improvement in the natural rubber supply chain: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 85, pp. 201-211. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.098>
85. Martínez-Jurado, P. J., y Moyano-Fuentes, J. (2014). Lean management and supply chain management: Interrelationships in the aerospace sector *Handbook of Research on Design and Management of Lean Production Systems* (pp. 304-337): IGI Global.

86. Martínez León, Hilda C., y Calvo-Amodio, Javier. (2017). Towards lean for sustainability: Understanding the interrelationships between lean and sustainability from a systems thinking perspective. *Journal of Cleaner Production*, 142, pp. 4384-4402. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.132>
87. Matopoulos, A, Doukidis, Georgios I, Vlachopoulou, M, Manthou, V y otros (2007). A conceptual framework for supply chain collaboration: empirical evidence from the agri-food industry. *Supply Chain Management: an international journal*, 12(3), pp. 177-186.
88. McMichael, Butler, y Folke. (2003). Sistemas Sostenibles
89. Medina León, A., y et.al. (2008). Selección de los procesos claves de una instalación hotelera como parte de la gestión y mejora de procesos. *Revista Retos Turísticos, VII*.
90. Ministerio De Agricultura, Alimentación Y Medio Ambiente. (2013). Estrategia "Más alimento, menos desperdicio". Programa para la reducción de las pérdidas y el desperdicio alimentario y la valorización de los alimentos desechados. MADRID: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
91. Montagut, Xavier, y Gascón, Jordi. (2014). Alimentos desperdiciados. *Un análisis del derroche alimentario desde la soberanía alimentaria*. Icaria editorial, Barcelona.
92. Morales. (2013). Modelación de la cadena de suministro evaluada con el paradigma de manufactura esbelta utilizando simulación. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 17, 133-142.
93. Müller, Egon, Stock, Timo, y Schillig, Rainer. (2013). *Dual Energy Signatures Enable Energy Value-Stream Mapping*. Paper presented at the Advances in Sustainable and Competitive Manufacturing Systems, Heidelberg.
94. Mundubat. (2017). *Evaluación Intermedia del proyecto: "Articulación e Integración de la producción agropecuaria de bases campesinas y cooperativas, para mejorar la eficiencia de la cadena de valor y el*

abastecimiento de alimentos en Cuba” en Convenios AECID Convocatoria 2014. Cuba. Recuperado de:

95. Ng, Ruisheng, Low, Jonathan Sze Choong, y Song, Bin. (2015). Integrating and implementing Lean and Green practices based on proposition of Carbon-Value Efficiency metric. *Journal of Cleaner Production*, 95, pp. 242-255. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.043>
96. Nogueira Rivera, D. (2002). Modelo conceptual y herramientas de apoyo para potenciar el control de gestión en las empresas cubanas. Tesis en opción al título científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad de Matanzas. Matanzas. Cuba.
97. Norton, A. (2007). *Sustainable Value Stream Mapping as a Technique for Analysing and Reducing Waste in the UK Chilled Food Sector*. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias), University of London, Imperial College, London, UK.
98. Norton, A., y Fearne, Andrew. (2009a). Sustainable value stream mapping in the food industry. In Keith Waldron (Ed.), *Handbook of Waste Management and Co-product Recovery in Food Processing* (Vol. 2, pp. 3-22). Cambridge: Woodhead Publishing.
99. Norton, A., y Fearne, Andrew. (2009b). Sustainable Value Stream Mapping: A Practical Aid to Sustainable Production.
100. Nova González, Dr. Armando. (2010). *La agricultura cubana medidas implementadas: para lograr incrementos en la producción de alimentos. Análisis y valoración*. Paper presented at the Seminario Científico del Centro de Estudio de la Economía Cubana (CEEC) La Habana.
101. Nova González, Dr. Armando. (2012). *Valoración del impacto de las medidas más recientes en los resultados de la agricultura en Cuba. El Sector Agropecuario y los Lineamientos de la Política Económica Social*. La Habana, Cuba: Centro de Estudio de la Economía Cubana.
102. Núñez, M. (2002). Propuesta de Desarrollo Rural Sustentable. *Mérida, Venezuela*, pp. 152.

103. ONEI. (2015). *Anuario Estadístico de Sancti Spíritus 2014* en La Habana, Cuba. Recuperado de: <http://www.one.cu/aed2016/28Sancti%20Spiritus/Municipios/07%20Sancti%20Sp%C3%ADritus.pdf>
104. ONEI. (2018a). *Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca 2017* en Anuario Estadístico de Cuba 2017. La Habana, Cuba. Recuperado de:
105. ONEI. (2018b). *Anuario Estadístico de Sancti Spíritus 2017* en La Habana, Cuba. Recuperado de: <http://www.one.cu/aed2016/28Sancti%20Spiritus/Municipios/07%20Sancti%20Sp%C3%ADritus.pdf>
106. Organización de Naciones Unidas, ONU. (1987). *Nuestro Futuro Común*. Nueva York. EEUU.
107. Paju, Marja, Heilala, Juhani, Hentula, Markku, Heikkil, Antti y otros (2010). *Framework and indicators for a sustainable manufacturing mapping methodology*. Paper presented at the Proceedings of the Winter Simulation Conference, Baltimore, Maryland.
108. Panmpañelli, A, B, Found, P, y Bernardes, A, M. (2014). A Lean against Green Model for a production cell. *Journal of Cleaner Production*(85), pp. 19-30.
109. PCC. (2011). *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*.
110. Pérez, Juan José. (2005). Dimensión ética del desarrollo sostenible de la agricultura. *Revista de Ciencias Sociales*, 11(2).
111. Norma de Control del Proceso Purés de Frutas, Pno-Pt05 C.F.R. (2017).
112. Quiroga Martínez, Rayén. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*: Cepal.
113. Reed, D. (1996). Ajuste estructural; ambiente y Desarrollo Sostenible (Venezuela Caracas, Trans.) (Editorial CENDES ed., pp. 56-63).
114. Reinoso-Valladares, Mirtha, Canciano-Fernández, Janet, Hernández-Garcés, Anel, Ordoñez-Sánchez, Yan Carlos y otros (2018). Huella de carbono en la industria azucarera. Caso de estudio. *Tecnología Química*, 38, pp. 437-445.

115. Rijpkema, W, Rossi, R, & Van der Vorst, J. (2011). Effective use of product quality information in meat processing.
116. Roca, L C , y Searcy, Cory. (2011). An analysis of indicators disclosed in corporate sustainability reports. *Journal of Cleaner Production*(20), pp. 103-118.
117. Rother, Mike , y Shook, John. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Brookline, MA: The Lean Enterprise Institute, Inc.
118. Sather, A, R,C, Hutchins, M, J, y Zhang, Q. (2011) *Development of social, environmental and economic indicators for a small/medium enterprise /Interviewer: Internet J. Account Info. Management*. (Vol 19).
119. Schmidtke, D., Heiser, U., y Hinrichsen, O. (2014). A simulation-enhanced value stream mapping approach for optimisation of complex production environments. *International Journal of Production Research*, 52(20), pp. 6146-6160. doi:10.1080/00207543.2014.917770
120. Sepúlveda, S, Castro, A, y Rojas, P. (1998). Metodología para estimar el Nivel de Desarrollo Sostenible en Espacios Rurales (Costa Rica, Trans.) (IICA, Cuadernos Técnicos 4 ed., pp. 76).
121. Sepúlveda, Sergio. (2008). *Biograma: Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios*. San José, Costa Rica: IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
122. Seth, Dinesh, y Gupta, Vaibhav. (2005). Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study. *Production Planning & Control*, 16(1), pp. 44-59.
123. Seth, Dinesh, Seth, Nitin, y Goel, Deepak. (2008). Application of value stream mapping (VSM) for minimization of wastes in the processing side of supply chain of cottonseed oil industry in Indian context. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 19(4), pp. 529-550.
124. Sezen, Biilent, y Erdogan, Sema. (2009). Lean philosophy in strategic supply chain management and value creating. *Journal of Global Strategic Management*, 5, pp. 68-73. doi:10.20460/JGSM.2009318475

125. Silva, Rivero. (2009). Contribución Logística al Desarrollo Sostenible *Scientia et Technica*(41).
126. Simons, David, y Mason, Robert. (2002). *Environmental and Transport Supply Chain Evaluation With Sustainable Value Stream Mapping*. Paper presented at the 7th Logistics Research Network Conference, Birmingham, UK.
127. Singh, B., Garg, S. K., y Sharma, S. K. (2011). Value stream mapping: literature review and implications for Indian industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 53(5-8), pp. 799-809.
128. Sosa, Negrín (2002). El Mejoramiento de la Administración de Operaciones en Empresas de Servicios Hoteleros. Tesis en opción al título científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad de Matanzas. Matanzas. Cuba.
- .
129. Sotillo, J. (2011). El sistema de cooperación para el desarrollo. Actores, formas y procesos. *Madrid: Los Libros de la Catarata/IUDC-UCM*.
130. Soto Alzate, D. P. (2017). *Sistema de información de los indicadores de seguridad alimentaria y nutricional del departamento de Caldas*. (Magíster en Gestión y Desarrollo de Proyectos de Software), Universidad Autónoma De Manizales, Manizales.
131. Sparks, D., y Badurdeen, F. (2014). *Combining sustainable value stream mapping and simulation to assess supply chain performance*. Paper presented at the IIE Annual Conference. Proceedings Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE).
132. Stevens, Graham C. (1989). Integrating the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, 19(8), pp. 3-8.
133. Sunk, Alexander, Kuhlang, Peter, Edtmayr, Thomas, y Sihn, Wilfried. (2017). Developments of traditional value stream mapping to enhance personal and organisational system and methods competencies. *International Journal of Production Research*, 55(13), pp. 3732-3746. doi:10.1080/00207543.2016.1272764

134. Tassara, Carlo. (2017). Cooperación internacional y desarrollo: reflexiones sobre la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. *Equidad y Desarrollo*(27), pp. 9-14.
135. Taylor, David H. (1997). *Global cases in logistics and supply chain management*. Cengage Learning EMEA.
136. Torres, A. S., y Gati, Ana Maria. (2009, 08/2-6). *Environmental Value Stream Mapping (EVSM) as sustainability management tool*. Paper presented at the Portland International Center for Management of Engineering and Technology Conference Portland, Oregon.
137. Trischler, W. (1998). Mejora del valor añadido en los procesos. Ediciones Gestión 2000, S.A. Barcelona, España.
138. Tschardtke, Teja, Clough, Yann, Wanger, Thomas C, Jackson, Louise y otros (2012). Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation*, 151(1), pp. 53-59.
139. US EPA. (2007a). *Lean and Energy Toolkit* Retrieved from <https://www.epa.gov/lean/lean-energy-toolkit-preface>
140. US EPA. (2007b). *Lean and Environment Toolkit* Retrieved from <https://www.epa.gov/sites/production/files/2013-10/documents/leanenvirotoolkit.pdf>
141. US EPA. (2011). *Lean, Energy and Climate Toolkit* Retrieved from <https://www.epa.gov/sites/production/files/2013-10/documents/lean-energy-climate-toolkit.pdf>
142. Verma, Neha, y Sharma, Vinay. (2016). Energy Value Stream Mapping a Tool to Develop Green Manufacturing. *Procedia Engineering*, 149, pp. 526-534. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.701>
143. Vianchá, Sánchez, y Zulma, Hasbleidy. (2014). Modelos y configuraciones de cadenas de suministro en productos perecederos. *Ingeniería y desarrollo*. 32(1).
144. Viancha, Z. . (2012). *Diseño de un modelo logístico para la cadena de suministro de una fruta en la provincia de lengupa en el departamento de Boyacá*.

145. Villarino Fernández, Luisa , Martínez Varona, Roberto , y Campos Cuní, Bernardo (2015). Las mini-industrias en la agricultura: un medio para minimizar el impacto negativo del cambio climático. *Ingeniería Agrícola*, 5(3), pp. 40-46.
146. Vinodh, S., Ben Ruben, R., y Asokan, P. (2016). Life cycle assessment integrated value stream mapping framework to ensure sustainable manufacturing: a case study. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 18(1), pp. 279-295. doi:10.1007/s10098-015-1016-8
147. Viteri Sánchez, Cristina Belén. (2015). *Análisis de estrategias de sostenibilidad en la cadena de suministros de las pymes ecuatorianas. Aplicación al sector de restaurantes y de servicio móvil de comidas en la provincia del Pichincha-Ecuador, ciudad de Quito*. Valencia/Universidad Politécnica de Valencia/2015.
148. Womack, James P, Jones, Daniel T, y Roos, Daniel. (1991). The machine that changed the world: The story of lean production. 1st Harper Perennial Ed. *New York*.
149. Xue, Musen, Zhang, Jianxiong, y Tang, Wansheng. (2014). Optimal temperature control for quality of perishable foods. *ISA transactions*, 53(2), pp. 542-546.

ANEXOS:

Anexo 1: Causas de las PDA en cada fase de la cadena alimentaria

Fuente: (HLPE, 2014),

FASE	CAUSAS
1. <u>Factores previos a la cosecha y productos no recolectados</u>	<ul style="list-style-type: none">• En el caso de las frutas y hortalizas, las prácticas agronómicas que se adopten durante la fase de producción contribuirán en gran medida al nivel de calidad del producto. Las malas prácticas y la ausencia de conocimiento técnico pueden acarrear grandes pérdidas.• Las infestaciones por plaga antes de la recolección están consideradas uno de los principales factores de generación de pérdidas de frutas tras la misma.• Las condiciones ambientales desfavorables, como las fuertes precipitaciones, traen como consecuencia un gran número de incidentes sanitarios, hortalizas quebradizas o frutas.• La ausencia de información sobre el mercado y la falta de entrenamiento y experiencia son causas fundamentales para las grandes pérdidas.
2. <u>Recolección y manipulación inicial:</u>	<ul style="list-style-type: none">• En el caso de las frutas y hortalizas, los agricultores pueden verse impulsados a recolectar dichos cultivos prematuramente debido a la pobreza, la necesidad imperiosa de alimentos y efectivo o, como suele ser el caso de la banana, la inseguridad y el temor a robos.• En ambos casos (inmadurez y sobre madurez), las frutas son muy propensas a padecer trastornos fisiológicos. La recolección prematura conlleva una disminución del valor nutricional y económico.• Las técnicas de recolección también pueden contribuir a generar pérdidas. Las manipulaciones múltiples incrementan los daños, especialmente en el caso de los productos sumamente perecederos tales como las frutas y las hortalizas.• El descuido durante la cosecha provoca las cosechas fuera de tiempo• Métodos de cosecha incorrectos• Falta de insumos para la recolección

<p>3. <u>Almacenamiento</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • En los países en desarrollo, la falta de almacenes apropiados constituye una de las principales causas de las pérdidas posteriores a la recolección (FAO, 2011). Las malas condiciones de almacenamiento propician la proliferación de microbios en los productos almacenados y su pudrición, de manera que finalmente se descartan. • Para alargar la duración de conservación de las frutas y hortalizas, pueden aplicarse diversos productos químicos o tratamientos antes o durante el almacenamiento, la utilización imprudente de estos tratamientos genera daños en los productos o residuos que los tornan nocivos, lo que plantea peligros para la salud pública.
<p>4. <u>Transporte y logística</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • En los países en desarrollo, la falta de vehículos de transporte adecuados, las carreteras en mal estado y una gestión logística inapropiada o ineficiente entorpecen la correcta conservación de los productos perecederos durante el transporte. • En los países en desarrollo, se calcula que las pérdidas de frutas y hortalizas posteriores a la recolección pueden alcanzar entre el 35 % y el 50% anual debido a las malas infraestructuras. • Además, la carga y descarga de frutas y hortalizas son realizadas manualmente por el personal eventual que trata los productos con brusquedad, causándoles graves lesiones mecánicas.
<p>5. <u>Procesado y envasado</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • A menudo, las industrias de elaboración no tienen capacidad suficiente para procesar los volúmenes suministrados. • La capacidad limitada de las instalaciones de elaboración. • La falta de una debida gestión del procesado y de normas para velar por la inocuidad y calidad de los alimentos puede traer como consecuencia que algunos de los productos elaborados resulten inocuos y carentes de valor nutritivo.
<p>6. <u>Venta al por menor</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Entre algunos de los agentes (factores) que se considera que contribuyen notablemente a generar pérdidas importantes en la fase de venta al por menor se incluyen la exposición inadecuada de los productos y los esfuerzos por cumplir con las expectativas de los clientes.

	<ul style="list-style-type: none">• Productos tales como las frutas que atraviesan distintas fases de maduración se apilan juntos para brindar al comprador la posibilidad de elegir, los productos colocados al final del montón se dañan por el peso de los productos que están encima.• El deterioro de los productos recién cortados va a más si no están bien envasados o no se controla correctamente su temperatura.
7. <u>Consumo</u>	<ul style="list-style-type: none">• La mala planificación de las adquisiciones lleva a menudo a comprar más de lo necesario (compra impulsiva o por adelantado de alimentos que no se precisan de inmediato).• El desecho de alimentos debido a confusiones entre la fecha de consumo preferente y de caducidad.• Un almacenamiento o administración de las existencias inadecuados en el hogar.

Anexo 2: Diferentes puntos de vista de varios autores con respecto a las dimensiones del desarrollo sostenible.

Autores	DIMENSIONES					
	Económica	Social	Ambiental	Política-Institucional	Salud	Ética
Reed, (1996)	Plantea la necesidad en encaminar las sociedades hacia el <u>crecimiento económico</u> racional y dentro de los límites naturales. La economía sostenible requiere de un enfoque diferenciado respecto al crecimiento y exige, además, <u>internalizar todos los costos, relacionados con la producción y disposición de los bienes.</u>	Parte de la premisa de la existencia de la equidad y la comprensión de la interdependencia de las comunidades humanas. La <u>equidad social</u> significa asegurar que todas las <u>personas tengan acceso a la educación</u> y tengan la oportunidad de hacer <u>contribuciones a la sociedad</u> que sean productivas y justamente remuneradas. Se exige la activa participación política de todos los actores sociales en la toma de decisiones.	Su fundamento reside en el <u>mantenimiento de la integridad biológica</u> , para lograr la productividad a largo plazo de los sistemas que mantienen la infraestructura ambiental y, por extensión, la vida en el planeta.			

<p><u>Viteri Sánchez, (2015)</u></p>	<p>Considera más comúnmente al <u>coste total</u> o ingresos netos como indicadores, otros se enfocan en una <u>valoración del ciclo de vida</u>, representan una línea base para la evaluación, y comparan diferentes alternativas del desempeño e impacto ambiental.</p>	<p>Aborda temáticas relacionadas con la <u>responsabilidad social corporativa</u>, y se puede observar una medición voluntaria de las empresas, de la <u>relación</u> entre los <u>negocios</u> y la <u>sociedad</u>. Los indicadores cubren empleos e ingresos por distribución, es decir intentan cubrir todas las responsabilidades de las empresas.</p>	<p>Abordan las temáticas relacionadas con aspectos ambientales. En especial, estudios sobre la <u>evaluación del ciclo de vida</u>, la <u>demanda de energía</u>, <u>emisiones de CO2</u>, y el impacto ambiental.</p>			
<p><u>S Sepúlveda, Castro, y Rojas, (1998)</u></p>				<p>La dimensión política-institucional, es referida al gasto público dirigido a mejorar las condiciones de vida de las comunidades agrícolas,</p>		

				como infraestructura, salud, vialidad, entre otras		
<u>Sergio Sepúlveda</u> , (2008)	Se relaciona con la capacidad productiva y el potencial económico de los territorios rurales para generar los bienes y riquezas necesarios para el presente y el futuro, de sus habitantes. Se reconoce la importancia del trabajo conjunto de todos los sectores productivos (perspectiva multisectorial). Para esto, se promueve la formación de	En el centro se encuentra el ser humano, su organización social, cultura, modos de producción y patrones de consumo. Proceso de fortalecimiento de sujetos, grupos y organizaciones para que puedan constituirse en actores sociales y consolidarse como tales. De ahí que la equidad destaque como uno de los objetivos primordiales del desarrollo. Se reconoce la diversidad cultural como uno de los elementos	Esta dimensión reconoce al ambiente como base de la vida y, por lo tanto, como fundamento del desarrollo. También reconoce al ser humano como parte integral del ambiente y valora, con especial atención, los efectos positivos y negativos, de su accionar en la naturaleza, pero también, la forma en que la	Tiene como prioridad la gobernabilidad democrática y la participación ciudadana. La democracia hace posible la reorientación del sendero del desarrollo y, por lo tanto, la reasignación de recursos, permitiendo su redistribución entre diferentes actividades y grupos sociales. Se debe considerar la		

	<p>cadenas agroalimentarias y de clusters, los cuales permiten enlazar las actividades primarias con las actividades intermedias y pasar, así, de una economía sectorial a una economía territorial. Parte esencial de esta dimensión el acceso a los activos productivos, la creación de mercados para actividades sostenibles (agricultura, turismo, tecnologías de la información).</p>	<p>distintivos de la ruralidad latinoamericana. Las alianzas sociales, la conformación de grupos de interés y la práctica de resolución de conflictos, se perciben como mecanismos naturales de acceso al poder y del ejercicio de los derechos (“empoderamiento”)</p>	<p>naturaleza afecta a los seres humanos. La incorporación del ambiente surge, de la necesidad, de proteger los recursos naturales y recuperar aquellos que han sido degradados por el ser humano.</p>	<p>estructura y el funcionamiento del sistema político (nacional, regional y local) ya que este es el nicho para tomar decisiones sobre el modelo de desarrollo que se desea seguir.</p>		
<p><u>Brundtland</u>, (2002)</p>					<p>La inversión en salud es un componente</p>	<p>La incorporación de una</p>

					<p>esencial de la sostenibilidad, con un efecto sobre sucesivas generaciones. Cuando consigamos invertir más en salud y en las condiciones que favorecen una buena salud recibiremos, a cambio, recompensas sostenibles en términos de una mayor esperanza de vida, calidad de vida, y bienestar económico, medioambiental y social.</p>	<p>dimensión ética al tema de Desarrollo Sostenible resulta impostergable ante la actual realidad agrícola del país, como alternativa para superar las limitaciones del modelo de desarrollo imperante y apuntar hacia una verdadera seguridad agroalimentaria .</p>
--	--	--	--	--	--	--

Anexo 3: Resumen de indicadores de sostenibilidad según diferentes autores.

Dimensión	Autores	Indicadores
Institucional	<u>Quiroga Martínez, (2001)</u>	<ul style="list-style-type: none"> gasto en I+D como %PIB índice de percepción de corrupción
	<u>(Lee J, Kang H, y Noh S, 2014)</u> <u>(Aguado, Alvarez, y Domingo, 2013)</u>	<ul style="list-style-type: none"> Costes (equipo, materiales y servicios); la adquisición; ROI - rendimiento de la inversión La competitividad; herramientas de la dirección corporativa; el proceso de planificación estratégico; la participación en el mercado; número de materiales reciclados por proveedores
Económica	<u>(Aguado, Alvarez, y Domingo, 2013)</u> <u>(Hajmohammad y otros 2012)</u> <u>(Jabbour y Gavindan, 2012)</u>	<ul style="list-style-type: none"> La competitividad; herramientas de la dirección corporativa; el proceso de planificación estratégico; la participación en el mercado; numero por proveedores de materiales reciclados
	<u>(Hajmohammad y otros 2012)</u> <u>(Lee J, Kang H, y Noh S, 2014)</u> <u>(Jabbour y Gavindan, 2012)</u>	<ul style="list-style-type: none"> El tiempo de bicicleta; OEE; el desperdicio de fabricación de escasez; el tiempo de configuración; la flexibilidad; existencias y Stock; la calidad de productos y servicios; dirección de calidad total (TQM)
	<u>(Jabbour y Gavindan, 2012)</u> <u>(Junquera, Brio, y Fernandes, 2012)</u> <u>(Hajmohammad y otros 2012)</u>	<ul style="list-style-type: none"> Nuevos productos; innovación e inserción en mercados internacionales; DFMA (diseño para la fabricación y ensambla)
	<u>(Aguado, Alvarez, y Domingo, 2013)</u>	<ul style="list-style-type: none"> Ganancias; precio; indicadores en funcionamiento.
	<u>(Hajmohammad y otros 2012)</u>	<ul style="list-style-type: none"> Las normas para el Proveedor; El sólo-en-tiempo; La entrega
	<u>(Jabbour y Gavindan, 2012)</u>	<ul style="list-style-type: none"> El número de quejas por el cliente / región; La fecha topada

	<u>(Sather, Hutchins, y Zhang, 2011)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • La proximidad a los cubos de transporte; La disponibilidad de transporte alternativa; La disponibilidad de medios del almacenamiento; El uso eficaz de recursos de transporte; Los medios industriales disponibles
	<u>Quiroga Martínez, (2001)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • participación de las inversiones en el PIB • fracción de energía renovable en el consumo energético • déficit fiscal como % del PIB
	<u>Sergio Sepúlveda, (2008)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorros domésticos brutos (% del PIB) • Balanza cuenta corriente (% del PIB) • Formación de capital bruto (US\$ constantes de 1995) • Índice de precios al consumidor (1995=100) • PIB per cápita (US\$ constantes de 1995) • Servicio de la deuda (% de los ingresos corrientes del gobierno central)
Social	<u>Sergio Sepúlveda, (2008)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Desempleo (% de la fuerza de trabajo) • Expectativa de vida total (años) • Fuerza de trabajo femenina (% del total de la fuerza de trabajo) • Líneas telefónicas (por cada 10.000 personas) • Tasa de alfabetización (% de personas mayores de 15 años)
	<u>(Jabbour y Gavindan, 2012)</u> <u>(Roca y Searcy, 2011)</u> <u>(Lee J, Kang H, y Noh S, 2014)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • El sueldo y beneficios
	<u>(Lee J, Kang H, y Noh S, 2014)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Nivelado de satisfacción del Empleado; El absentismo
	<u>(Lee J, Kang H, y Noh S, 2014)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de salud y empleados de seguridad; ergonomía; el nivel de ruido; la distancia media recorrida por empleados a la compañía

	<u>Brown, Amundson, y Badurdeen, (2014)</u> <u>Faulkner y Badurdeen, (2014)</u>	
	<u>(Roca y Searcy, 2011)</u> <u>(Jabbour y Gavindan, 2012)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • La disponibilidad del trabajo, el trabajo especializado; la contratación y la selección; horas en el entrenamiento; la evaluación de rendimiento (para empleados)
	<u>(Roca y Searcy, 2011)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • La filantropía corporativa; la salud pública; el desarrollo de la comunidad
	<u>(Quiroga Martínez, 2001)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • relación entre ingresos del 20% (o 10%) superior al 20% (o 10%) inferior • tasa de crecimiento demográfico • relación de dependencia demográfica
Ambiental	<u>(Jabbour y Gavindan, 2012)</u> <u>(Hajmohammad y otros 2012)</u> <u>(Roca y Searcy, 2011)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • La política / las Normas Medioambientales; Los indicadores y las Metas Medioambientales; La estructura Responsable para el Ambiente; La Biodiversidad supervisando; El descubrimiento voluntario de información en la actuación medioambiental
	<u>(Panmpanelli, Found, y Bernardes, 2014)</u> <u>(Jabbour y Gavindan, 2012)</u> <u>(Junquera, Brio, y Fernandes, 2012)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Los Aspectos medioambientales e Impactos; La relación del proveedor con el ambiente; La imagen de la compañía respecto al Ambiente
	<u>(Jabbour y Gavindan, 2012)</u> <u>(Hajmohammad y otros 2012)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • El tratamiento / la Disposición de Pérdida; El consumo de materiales arriesgados
	<u>(Hajmohammad y otros 2012)</u>	<ul style="list-style-type: none"> • El agua, energía y papel

	<p><u>(Aguado, Alvarez, y Domingo, 2013)</u></p> <p><u>(Panmpanelli, Found, y Bernardes, 2014)</u></p> <p><u>(Lee J, Kang H, y Noh S, 2014)</u></p>	
	<p><u>(Sergio Sepúlveda, 2008)</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de combustibles renovables (% del total de energía) • Consumo de energía eléctrica (kW per cápita) • Consumo de fertilizantes (100 gramos por hectárea de tierra arable) • Contaminantes orgánicos del agua (kg por día) • Emisiones de CO2 orgánicos del agua (t métricas per cápita)
	<p><u>(Jabbour y Gavindan, 2012)</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del ciclo de vida del producto
	<p><u>(Hajmohammad y otros 2012)</u></p> <p><u>(Jabbour y Gavindan, 2012)</u></p> <p><u>(Lee J, Kang H, y Noh S, 2014)</u></p> <p><u>(Brown, Amundson, y Badurdeen, 2014)</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las 3 R es (reducir, reusar, reciclar) la cultura
	<p><u>(Quiroga Martínez, 2001)</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • área de bosque/área total • capturas pesqueras marinas/esfuerzo pesquero • cambio superficie boscosa/superficie total de bosques • extracción de agua superficial y subterránea/ recursos hídricos renovables totales

Anexo 4: Resumen de indicadores de seguridad alimentaria por los diferentes autores.

Autores	Indicadores
(Álvarez, Rosique, y Restrepo, 2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de los hogares para acceder a la cantidad y calidad de alimentos • La diversidad de alimentos disponibles en el hogar
(Gentile, 2006)	<ul style="list-style-type: none"> • cantidad de hogares que presentaban deficiencias en el consumo de calorías • grado de cobertura de calorías que realizaban en promedio los hogares
(Dixis Figueroa, 2005)	<ul style="list-style-type: none"> • Suficiencia: adecuación calórica y / o proteica • Estabilidad o fiabilidad: <ul style="list-style-type: none"> – Niveles de “inestabilidad” de la producción y del consumo de alimentos básicos y de cereales, expresados por valores de calorías per cápita – Medición de las desviaciones del consumo aparente (producción, más importaciones, menos exportaciones) • Autonomía: grado de vulnerabilidad externa de los sistemas alimentarios (Balance entre exportaciones e importaciones) • Sustentabilidad: Pérdidas; tanto las de terrenos laborables (por erosión, salinización, desertificación, etc.), como las de variedades fitogenéticas, de vientres animales, y las pérdidas advenidas de la deficiencia energética de los sistemas alimentarios. • Equidad: Estimar por la magnitud, sea de la desnutrición (consumo inferior a 1,4 veces de la Tasa Metabólica Basal) y/o sea del sub-consumo alimentario, en relación con las líneas de indigencia y de pobreza, puesto que son indicativos del consumo con relación al ingreso
(Jiménez-Acosta, 2005)	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidades de alimentos disponibles con respecto a las necesidades nutricionales • Necesidades netas de importación en comparación con la capacidad de importación • Costo de una canasta básica en relación con el salario mínimo

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Valor de los productos básicos y de una canasta en término de horas de trabajo equivalentes remuneradas al salario mínimo• Índice de precios al consumidor• Porcentaje de gastos totales destinado a los alimentos• Porcentaje de niños con bajo peso al nacer (menos de 2 500 g). Porcentaje de niños menores de 5 años con desnutrición.• Porcentaje de escolares de 7 años con déficit de talla para la edad en relación con los valores de referencia.• Tasas de mortalidad infantil y preescolar.• Porcentaje de adultos con déficit energético crónico, según el índice de masa corporal. |
|--|---|

Anexo 5: Tablas correspondientes al Método de Expertos. Fuente: Hurtado de Mendoza Fernández, 2003.

Pregunta que permite autoevaluar los niveles de información y argumentación que tienen sobre el tema en cuestión. En esta pregunta se les pide que marquen con una X, en una escala creciente del 1 al 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tienen sobre el tema, la misma se muestra a continuación:

Encuesta inicial para calcular el coeficiente de conocimiento.

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fuente: Hurtado de Mendoza Fernández, 2003.

Pregunta que permite valorar aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación.

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados			
Experiencia obtenida			
Conocimientos de trabajos en Cuba			
Conocimientos de trabajo en el extranjero			
Consultas bibliográficas			
Cursos de actualización			

Fuente: Medina León et al. (2008).

En este paso se determinan los elementos de mayor influencia, las casillas marcadas por cada experto en la tabla se llevan a los valores de una tabla patrón, la cual se relacionan a continuación:

Tabla patrón para determinar el nivel de argumentación del tema a estudiar. **Fuente:** Medina León et al. (2008)

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados	0.27	0.21	0.13
Experiencia obtenida	0.24	0.22	0.12
Conocimientos de trabajos en Cuba	0.14	0.10	0.06
Conocimientos de trabajo en el extranjero	0.08	0.06	0.04
Consultas bibliográficas	0.09	0.07	0.05
Cursos de actualización	0.18	0.14	0.10

Anexo 6: Datos sobre las principales producciones de frutales en la provincia de Sancti Spíritus

- Rendimiento promedio en el período 2015 – 2017 (ONEI, 2018a) y necesidades de fertilizantes (Colectivo de Autores, 2011a, 2011b, 2011c) de las principales producciones de frutales en la provincia de Sancti Spíritus.

Fruto – Variedad	Rendimiento promedio (ton/ha)	Necesidades mínimas de nutrientes a garantizar (kg/tonelada de producto)				
		N	P	K	Ca	Mg
Mango –Haden	9.66	16.80	4.70	16.40	–	–
Guayaba – Enana roja	14.85	4.10	0.5	5.00	2.90	0.40
Fruta Bomba – Maradol Roja	30.31	1.77	0.20	2.12	0.35	0.18

- Factores de emisión de los insumos utilizados para las principales producciones de frutales en la provincia de Sancti Spíritus (Leiva-Mas, Rodríguez-Rico, y Quintana-Pérez, 2011; Reinos-Valladares y otros 2018).

Fuentes de emisión	Factor de emisión
N	3.31 kg CO ₂ eq/kg
P	1.01 kg CO ₂ eq/kg
K	0.57 kg CO ₂ eq/kg
Consumo de combustible	3.14 kg CO ₂ eq/litro de diésel
Generación de energía eléctrica	1.056 kg CO ₂ eq/kW-h

- Normas de consumo para la obtención de 1 tonelada de pulpa de las principales producciones de frutales en la provincia de Sancti Spíritus (datos UEB-CVSS).

Fruta	Mango	Guayaba	Fruta bomba
Norma de consumo para obtener 1 tonelada de pulpa	2.009504 ton	1.28866 ton	2.283620 ton
Rendimiento según norma	49.764%	77.600%	43.790%

- Formulación de la pulpa de mango, para un valor energético de 1000 kcal/kg de producto (Planta Sancti Spíritus Alimentos y Bebidas La Estancia S.A., 2017).

Ingredientes	Cantidad
Pulpa de fruta	56%
Azúcar	5.8%
Maicena	2.0%
Ácido Ascórbico	0.07%
Lactato ferroso	0.01%
Agua	36.12%

Anexo 7: Tablas para la clasificación de riesgo en medio ambiente de trabajo.

RIESGOS POTENCIAL PARA EL TRABAJADOR	SI	NO
El riesgo está presente pero tiene bajo impacto y probabilidad de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene impacto bajo y la probabilidad alta o el impacto alto y la probabilidad baja de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene impacto mediano y probabilidad mediana de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene el impacto mediano y la probabilidad alta de ocurrir o el impacto alto y la probabilidad mediana de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene impacto alto y la probabilidad alta de ocurrir.		
No existe riesgo potencial		

Tablas para la clasificación de riesgo en ambientes de trabajo: Riesgo químicos

RIESGOS POTENCIAL PARA EL TRABAJADOR	SI	NO
El riesgo está presente pero tiene bajo impacto y probabilidad de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene impacto bajo y la probabilidad alta o el impacto alto y la probabilidad baja de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene impacto mediano y probabilidad mediana de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene el impacto mediano y la probabilidad alta de ocurrir o el impacto alto y la probabilidad mediana de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene impacto alto y la probabilidad alta de ocurrir.		
No existe riesgo potencial		

Tablas para la clasificación de riesgo en ambientes de trabajo: Ruido

RIESGOS POTENCIAL PARA EL TRABAJADOR	SI	NO
El riesgo está presente pero tiene bajo impacto y probabilidad de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene impacto bajo y la probabilidad alta o el impacto alto y la probabilidad baja de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene impacto mediano y probabilidad mediana de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene el impacto mediano y la probabilidad alta de ocurrir o el impacto alto y la probabilidad mediana de ocurrir		
El riesgo está presente pero tiene impacto alto y la probabilidad alta de ocurrir.		
No existe riesgo potencial		

Anexo 8: Encuestas para riesgos, por sobrecarga de trabajo físico

No	LISTADO DE POSIBLES RIESGOS	JERARQUIZACIÓN			
		1	2	3	4
1.	Microclima inadecuado (calor, frío, humedad, escasa ventilación, etc.).				
2.	Sobrecarga física (trabajar de pie, posición forzada, cargar objetos pesados, jornadas excesivas, etc.).				
3.	Sobrecarga psíquica (monotonía, repetitividad, ritmos inadecuados, etc.).				
4.	Sobrecarga psicosocial (arbitrariedades, jefatura autoritaria, incomunicación, problemas de relaciones entre compañeros)				
5.	Falta de seguridad (caída de personas a distinto nivel, caída de personas al mismo nivel, <u>caída de objetos por desplome</u> o derrumbamiento, caída de objetos en: manipulación o desprendidos, cortes, golpes o contactos contra objetos móviles o golpes o contactos contra objetos inmóviles, golpes o cortadura por objetos o herramientas, quemaduras, etc.)				
6.	Escasa o nula información sobre los riesgos existentes				
7.	Contactos térmicos				
8.	Inhalaciones o ingestión de sustancia nocivas				
9.	Inadecuada altura del piso al techo				
10	Otros.				

Anexo 9: Evaluación carga mental del trabajador

1. El trabajo que Ud. realiza **exige** algunos de estos aspectos:

	No (1)	Sí, veces (2)	Sí, frecuentemente (3)	Sí, siempre (4)
Exige mucha atención				
Exige mucho esfuerzo visual				
Le resulta complicado o difícil				
Le obliga a trabajar de prisa				
Le resulta rutinario y aburrido				

2. Al acabar su jornada de trabajo, ¿suele Ud. sentir algunos de los siguientes **síntomas**?

	No (1)	Sí, veces(2)	Sí, frecuentemente (3)	Sí, siempre (4)
Sentir la cabeza pesada				
Tener sueño				
Sentir los ojos fatigados				
Sentirse torpe y adormecido				
No tener ganas de hablar				
Sentirse nervioso				
Sentirse incapaz de concentrarse				
Sentir desinterés				
Olvidar las cosas con facilidad				
Cometer errores con más frecuencia de lo normal				
Posee dolores en la espalda, manos y/o brazos				

3. ¿Cuál de estas frases refleja mejor lo que usted hace en su puesto de trabajo?

Señale después con un asterisco (*) ¿cómo le gustaría que fuera?

Repito las mismas tareas y hago siempre lo mismo	1
Hago siempre lo mismo con ligeras variantes	2
El trabajo ese variado	3
El trabajo es muy variado	4

4. Indique en ¿qué medida le **molestan** los siguientes aspectos de su trabajo? (leer de uno en uno).

Nada	Poco	Regular	Mucho
------	------	---------	-------

La postura que debe adoptar en su trabajo				
La falta de autonomía en su trabajo. El ritmo impuesto				
La falta de comunicación con sus compañeros				
El realizar aislado de su trabajo				
El horario de trabajo				
La monotonía. El trabajo repetitivo				
La falta de responsabilidad				
El esfuerzo físico que tiene que realizar				
La iluminación del puesto				
El ruido existente en el puesto				
El control a qué está sometido por los jefes directos				
Los contaminantes químicos(si es que se expone)				

- Valor de K_{cj} para los expertos potenciales

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K _{cj}	0,7	1	0,2	0,5	0,3	0,6	0,8	1	0,1	0,6	0,8	0,9

Resultados del cálculo de K_a

Expertos	I1	I2	I3	I4	I5	I6	K _a
1	0,21	0,24	0,1	0,04	0,07	0,14	0,80
2	0,21	0,24	0,14	0,04	0,05	0,14	0,82
3	0,21	0,24	0,1	0,04	0,09	0,18	0,86
4	0,13	0,22	0,1	0,04	0,05	0,14	0,68
5	0,21	0,22	0,14	0,04	0,07	0,18	0,86
6	0,13	0,22	0,06	0,06	0,07	0,1	0,64
7	0,27	0,24	0,1	0,06	0,07	0,1	0,84
8	0,21	0,22	0,14	0,04	0,05	0,14	0,80
9	0,27	0,22	0,1	0,04	0,09	0,18	0,90
10	0,13	0,22	0,06	0,04	0,05	0,14	0,64
11	0,27	0,22	0,1	0,08	0,09	0,14	0,90
12	0,27	0,22	0,14	0,08	0,09	0,14	0,94

Determinación del coeficiente k

- Valor k para los expertos potenciales

Cálculo del coeficiente de competencia (K)	Valoración de k
$K_1=0.5*(0.7+0.80) =0.75$	Coeficiente de competencia medio
$K_2=0.5*(1+0.82) =0.91$	Coeficiente de competencia alto
$K_3=0.5*(0.2+0.86) =0.53$	Coeficiente de competencia medio
$K_4=0.5*(0.5+0.68) =0.59$	Coeficiente de competencia medio
$K_5=0.5*(0.3+0.86) =0.58$	Coeficiente de competencia medio
$K_6=0.5*(0.6+0.64) =0.62$	Coeficiente de competencia medio
$K_7=0.5*(0.8+0.84) =0.82$	Coeficiente de competencia alto
$K_8=0.5*(0,1+0.80) =0.90$	Coeficiente de competencia alto
$K_9=0.5*(1+0.90) =0.50$	Coeficiente de competencia medio
$K_{10}=0.5*(0.6+0.64) =0.62$	Coeficiente de competencia medio
$K_{11}=0.5*(0.8+0.90) =0.85$	Coeficiente de competencia alto
$K_{12}=0.5*(0.9+0.94) =0.92$	Coeficiente de competencia alto

Selección de expertos

Para la selección del número de expertos necesarios, se fijan los valores siguientes:

- nivel de precisión deseado ($i = 0.1$);
- nivel de confianza (95%);
- proporción estimada de errores de los expertos ($p=0.02$)
- constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido ($k = 3.8416$).

Finalmente se calcula el número de expertos necesarios:

$$M = \frac{p * (1 - p) * K}{i^2} = \frac{0,02 (1 - 0,02) * 3,8416}{0,1^2} = 7,52$$

Obteniéndose un valor de $M=7.52 \approx 8$ expertos, decidiéndose entonces trabajar con un total de 8 expertos. Teniendo en consideración este análisis lo ideal es que todos tengan calificación de competencia alta, pero solo 5 de los 12 posibles expertos poseen esa calificación según resultados del método. De los 7 que tienen calificación media, se toman los de mayor puntuación, quedando fuera los expertos (de forma general) 3; 4; 5 y 9, quedando conformado el equipo de trabajo para la investigación según se muestra a continuación.

Datos de los expertos seleccionados.

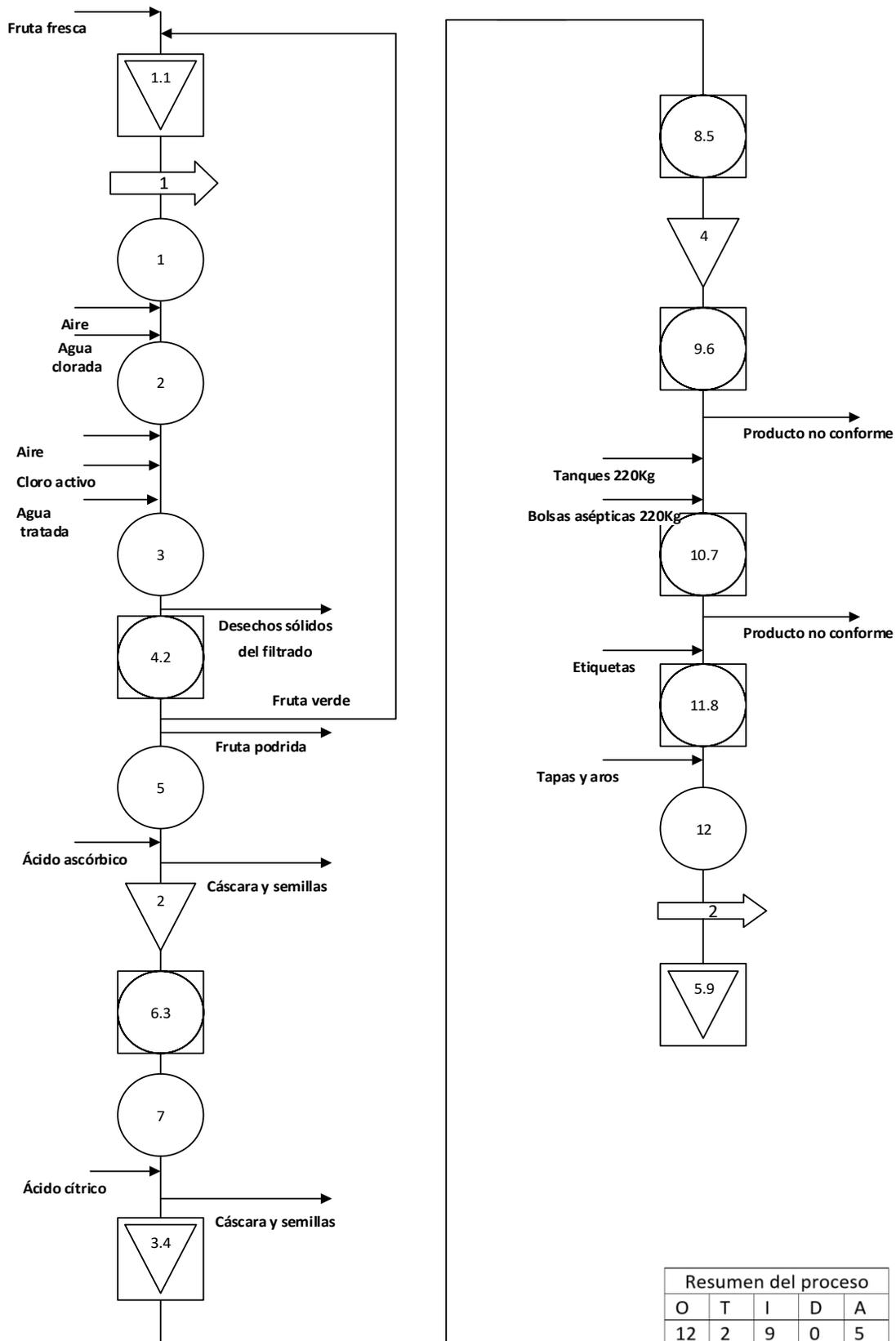
Código del experto	Ocupación
1	Director de la UEB Conserva de Vegetales
2	Jefe del Departamento Técnico de Producción
6	Técnico en Seguridad y Salud del Trabajo
7	Técnico en Instrumentación y Automatización
8	Técnico en Procesos Tecnológicos para la Producción de la Industria Alimentaria
10	Especialista B en Mantenimiento de Equipos e Instalaciones industriales (Esp. Princ.)
11	Especialista C en Gestión Documental
12	Especialista C en Gestión de la Calidad

Anexo 11: Ficha del proceso de producción de pulpa de mango

Ficha del Proceso				
Nombre del proceso: Pulpa de mango			Fecha: 15 de junio de 2019	
Tipo de proceso: Operativo			Responsables: Jefe de departamento Técnico productivo y Técnico de Calidad UEB Conserva de Vegetales SS	
Alcance	Inicio: Entrada de la materia prima y su almacenamiento para inspección Incluye: Área de producción Fin: Traslado del producto terminado al almacén e inspección			
Especificaciones del proceso: elementos de entrada				
Entrada: Recepción del mango fresco, recursos humanos, insumos (agua clorada, agua tratada, cloro, ácido ascórbico, ácido cítrico), materiales (tanques 220L, bolsas asépticas de 220Kg, etiquetas tapas y aros, aire).			Suministradores: CPAs, CCSs, UBPCs de La Sierpe, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Jatibonico, Taguasco, Fomento, Yaguajay, Banao, Trinidad y Acopio Provincial.	
Especificaciones del proceso: elementos de salida				
Salidas: pulpa de mango aséptica			Destinatarios/ Clientes: La estancia	
Documentación utilizada	Aspectos legales	Registros y formatos		
Procedimiento Operacional de Trabajo (POT)	NEIAL 11988-10; 11988-11 NC 455-06, NC 492-07 NC 454-06, NC 77; 44 - 1985 Regulaciones Sanitarias N277-03	Código de prácticas para fabricar el mayor número de productos con la utilización del mínimo de recursos y con la mayor calidad.		
Descripción: Se muestra en forma de diagrama de flujo de producción en <u>Anexo 15</u> .				
Control de la calidad por actividad				
Operación	Control	Objetivo	Responsable	Referencia
Almacenamiento del mango fresco	Al 100%	Almacenar la fruta fresca protegiéndolo del sol, la lluvia y el sereno. No excederá las 24h	Técnico	POT
Transporte del mango	Al 100%	Conducir el mango a utilizar hacia el virador en el área de vertido	Técnico	POT
Vertido del mango	Al 100%	Alimentar la línea de procesamiento del mango para próximas etapas del proceso	Técnico	POT
Prelavado del mango	Al 100%	Eliminar polvo y otras suciedades que presente	Técnico	POT

Lavado del mango	Al 100%	Dejar el producto libre de impurezas y suciedades	Técnico	POT
Selección	A 100%	Separar producto en buen estado	Técnico	POT
Deshuese	A 100%	Separación de la semilla y cáscara de la pulpa	Técnico	POT
Almacenamiento temporal (tanque de fruta)	A 100%	Garantizar alimentación continua al UHV	Técnico	POT
Inactivación enzimática(UHV)	Al 100%	Calentamiento del producto a una temperatura de 88-90°C	Técnico	POT
Turbo-extracción (repasado y refinado)	A 100%	Centrifugar, repasa y refina la pulpa	Técnico	POT
Almacenamiento temporal (tanque de zumo)	A 100%	Garantiza alimentación para la etapa de concentración con un pH>0,4	Técnico	POT
Concentración	A 100%	Someterse a temperaturas de trabajo	Técnico	POT
Almacenamiento temporal (tanque de la llenadora)	A 100%	Garantizar alimentación a la etapa de esterilización y envasado del producto	Técnico	POT
Esterilización del producto	A 100%	Garantizar la ausencia de microorganismos.	Técnico	POT
Llenado	A 100%	Llenado y taponado de sacos garantizando esterilidad del producto	Técnico	POT
Pesado e impresión de etiquetas	A 100%	Garantizar que el volumen contenido sea el requerido	Técnico	POT
Embalado y etiquetado	A 100%	Llenar parles y etiquetar tanques	Técnico	POT
Transporte del producto terminado	A 100%	Llevar carga al almacén de productos terminado	Técnico	POT
Almacenamiento del producto terminado	A 100%	Almacenar producto terminado protegiéndolo del calor y la humedad.	Técnico	POT

Anexo 12: Diagrama de flujo del proceso de producción de pulpa de mango



Resumen del proceso				
O	T	I	D	A
12	2	9	0	5

Anexo 13: Levantamientos de riesgos en el ambiente de trabajo de la UEB-CVSS

ÁREA/ RIESGOS	EFECTO	MEDIDAS
Almacenes no. 1 - 2		
• Exposición a deficiente iluminación	Poca visión	Comprar luminarias
• Filtraciones	Caída del personal	Reparar los techos
• Falta de capacidad para almacenar	Derrumbes de productos	Construcción de un nuevo almacén
Pesa		
• Exposición a deficiente ventilación	Dificultad para respirar	Comprar equipos de ventilación
Laboratorio		
• Exposición a deficiente ventilación	Dificultad para respirar	Reparar los equipos de ventilación
Sala de control		
• No existen		
Área de proceso		
• Pisos en mal estado	Caída al mismo nivel	Reparar los pisos
• Exposición a deficiente ventilación	Dificultad para respirar	Comprar equipos
• Exposición a deficiente iluminación	Poca visión	Comprar luminarias
• Problemas con el tendido eléctrico	Electrocución	Reparar el tendido eléctrico
• Falta de mesas de trabajo	Fatiga del trabajador	Colocar mesas de trabajo
• Falta de una meseta para el lavado de las manos y útiles de trabajo	Pérdida de la inocuidad	Hacer una meseta
• Salidero de agua por la pila	Sobreconsumo de agua	Reparar los salideros
• Falta de una bebedero	Fatiga del trabajador	Colocar un bebedero

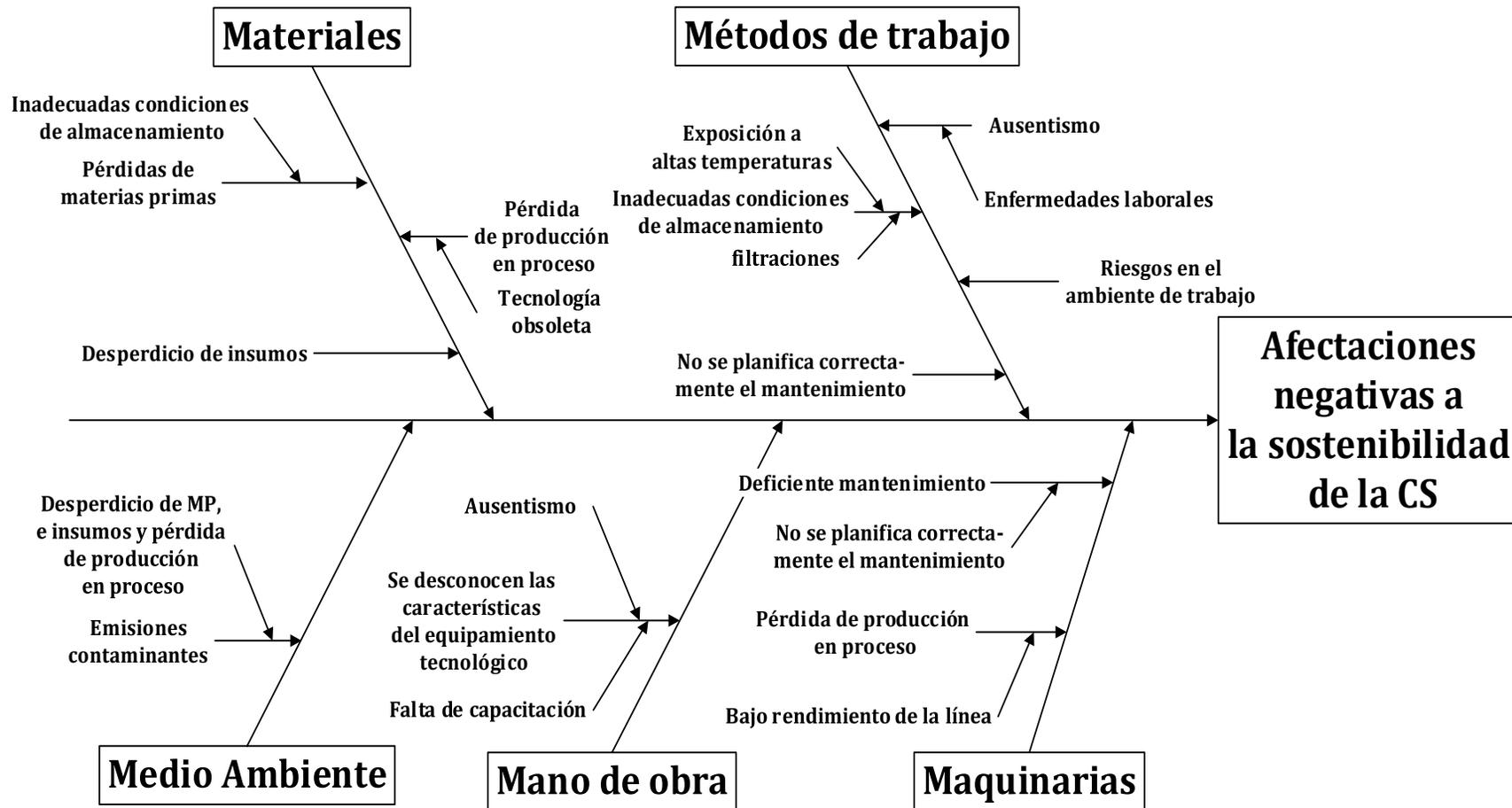
Anexo 14: Análisis de riesgo del proceso. Fuente: Elaboración propia

Función del proceso	Modo de falla potencial	Efecto(s) de la falla potencial	S	Causa de la falla potencial	O	Control actual	D	NPR	Acciones recomendadas
Almacenamiento del mango fresco	Crecimiento microbiano	Pérdida de la materia prima	8	Exposición a temperatura ambiente	8	Diario	7	448	Mejorar las condiciones de almacenamiento
Traslado del mango al área de procesamiento	Mal estado técnico del montacargas	Derrame del producto (puede provocar accidentes)	3	Falta de mantenimiento sistemático al montacargas	3	Se controla 4 veces por turno de forma visual	5	45	Reparación general del montacargas
Vertido del mango	Falta de capacidad de carga del virador	Retrasos en la producción	8	Falta de mantenimiento sistemático al montacargas	4	Se controla cada 2 horas de forma visual	4	128	Comprar equipo con mayor capacidad
Prelavado del mango	Deterioro de las duchas	Pase al lavado con impurezas y suciedades	6	Falta de control y mantenimiento del equipo	2	Se controla cada 2 horas de forma visual y según normas establecidas	3	36	Reparación del sistema de duchas
Lavado del mango	Problema con el tendido eléctrico	Electrocución	10	Instalaciones antiguas y faltas de aislantes	2	Se controla cada 2 horas de forma visual y según normas establecidas	3	60	Reparar tendidera eléctrica e interruptores y tomas
Selección	Agotamiento físico y cansancio extremo del trabajador	Incremento de certificados médicos	6	Falta de silla en el puesto de selección	9	Se controla cada 2 horas de forma visual	4	216	Comprar mobiliario necesario para el área de selección
Deshuesado	Mezcla de la pulpa con residuos	Pérdida de la pulpa	9	Desajuste mecánico	8	Se controla una vez por semana según	6	432	Mantenimiento sistemático de máquina deshuesadora

						normas establecidas			
Inactivación enzimática (UHV)	Medición inexacta	Inadecuada inactivación enzimática	7	Deficientes equipos de medición	1	Se controla cada 2 horas de forma visual y según normas establecidas	3	21	Comprar medios de medición
Repasado y refinado	Mala textura de la pulpa	Deterioro de las características de calidad del producto	8	Falta de malla para la refinadora	9	Se controla cada 2 horas de forma visual y según normas establecidas	4	288	Comprar herramientas y materiales de trabajo
Concentración	Pérdidas de vapor	No se logra la concentración del producto	8	Roturas en las tuberías de entrada de vapor	8	Se controla cada 2 horas de forma visual y según normas establecidas	5	320	Reparar las tuberías
Esterilización del producto	Salideros de agua por la pila	Contaminación de la pulpa	7	Falta de mantenimiento	7	Se controla una vez por semana según normas establecidas	6	294	Reparar los salideros de agua
Llenado	Derrame del producto	Producto no cumple con el peso establecido	7	Mala calidad de las bolsas	2	Se controla cada 2 horas de forma visual y según normas establecidas	3	42	Comprar materiales de buena calidad

Pesado e impresión de etiquetas	Exposición deficiente ventilación	Falta de concentración e ineficiencia en el trabajo	5	Déficit de equipos de ventilación	8	Se controla cada 2 horas de forma visual	4	160	Comprar equipos de ventilación
Embalado y etiquetado	Etiquetado deficiente	Insatisfacción del cliente	4	Bajo rendimiento de los trabajadores	2	Se controla cada 2 horas de forma visual	4	32	Estímulos y mejoramiento de las área de trabajo
Transporte del producto terminado	Mal estado técnico	Accidentes	7	Falta de mantenimiento sistemático a la moto carga	1	Se controla 4 veces por turno de forma visual	5	35	Reparación y mantenimiento sistemático de medios de traslado
Almacenamiento del producto terminado	Humedad en el área del producto terminado	Deterioro de las características de calidad del producto	6	Mal estado de los techos	8	Se controla al inicio de la producción del turno	7	336	Reparación de techos y pintar el área de almacén

Anexo 16: Análisis de las causas de las afectaciones a la sostenibilidad de la cadena de suministro de pulpa de mango



Anexo 17: Mapa del estado futuro de la cadena de suministro de pulpa de mango

